

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



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



ANNEE : 2012

N° 08

**EVOLUTION DE LA TENEUR EN HISTAMINE DANS LE
PROCESS DE FABRICATION DES LONGES DE THON
SURGELEES**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le Mardi 05 juin 2012 à 15 heures devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar pour obtenir le Grade de

DOCTEUR VETERINAIRE (DIPLOME D'ETAT)

Par

Loba Ohouho Marie-Thérèse OGOUMON

Née le 05 Février 1987 à Aboisso en COTE D'IVOIRE

Jury

Président :

M. Amadou DIOUF

Professeur à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Directeur et Rapporteur de Thèse : **M. Malang SEYDI**

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres :

M. Serge Niangoran BAKOU

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

Co-directeur :

M. Khalifa Babacar SYLLA

Maître-assistant à l'E.I.S.M.V de Dakar

M. Prosper ALLANGBA

Docteur Vétérinaire ; Directeur Qualité à la SCODI



**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR**

BP 5077 – DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 33 865 10 08 – Télécopie (221) 33 825 42 83

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR GENERAL

- Professeur Louis Joseph PANGUI

LES COORDONNATEURS

- Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur des Stages et de la Formation
Post - Universitaire
- Professeur Moussa ASSANE
Coordonnateur des Etudes
- Professeur Yalacé Y. KABORET
Coordonnateur à la Coopération
Internationale
- Professeur Serge N. BAKOU
Coordonnateur Recherche /Développement

Année Universitaire 2011-2012

PERSONNEL ENSEIGNANT

☛ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☛ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☛ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Professeur

SERVICES

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
M. Jean Narcisse KOUAKOU	Moniteur
M. Mahamadou CHAIBOU	Moniteur

2. CHIRURGIE -REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Maître - Assistant
M. Abdoulaye DIEYE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Rosine MANISHIMWE	Monitrice

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur
M. Walter OSSEBI	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maître - Assistant
M. Kader ISSOUFOU	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Adama SOW	Assistant
Mr Kalandi MIGUIRI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Clarisse UMUTONI	Monitrice

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simlice AYESSIDEWEDE	Assistant
M. Célestin MUNYANEZA	Moniteur
M. Fidèle ATAKOUN	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

S E R V I C E S

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

Serigne Khalifa Babacar SYLLA	Maître - Assistant
Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
M. Luc LOUBAMBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Than Privat DOUA	Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Mme Rianatou ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Maître - Assistant
M. Passoret VOUNBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Fausta DUTUZE	Monitrice

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant
M. Mamadou SYLLA	Moniteur
M. Steve NSOUARI	Moniteur

4. PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghoubba KANE	Maître de conférences agrégé
Mireille KADJA WONOU	Maître - Assistante
M. Richard MISSOKO MABEKI	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Mor Bigué DIOUF	Moniteur

Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Assiongbon TEKOU AGBO
Gilbert Komlan AKODA
Abdou Moumouni ASSOUMY
M. Richard HABIMANA

Chargé de recherche
Maître - Assistant
Assistant
Moniteur

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur YALACE YAMBA KABORET

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF

Vacataire

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE LELEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

M. Théophraste LAFIA
Mlle Aminata DIAGNE

Chef de la Scolarité
Assistante

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG

Assistant

Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

2. BOTANIQUE

Dr Kandiouira NOBA

Dr César BASSENE

Maître de Conférences (**Cours**)

Assistant (**TP**)

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME

Maître-Assistant

Institut de Science et de la Terre (I.S.T.)

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Maître de conférences agrégé
ENSA-THIES

Alpha SOW

Docteur Vétérinaire Vacataire
PASTAGRI

El Hadji Mamadou DIOUF

Docteur Vétérinaire Vacataire
SEDIMA

5. H I D A O A

Malang SEYDI

Professeur

EISMV – DAKAR

6. PHARMACIE- TOXICOLOGIE

Amadou DIOUF

Professeur

Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1. MATHÉMATIQUES

Abdoulaye MBAYE

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. PHYSIQUE

Amadou DIAO

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ Travaux pratiques

Oumar NIASS

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. CHIMIE ORGANIQUE

Aboubacary SENE

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

4. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP

Mame Diatou GAYE SEYE

Maître de Conférences
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ Travaux pratiques de CHIMIE

Assiongbon TECKO AGBO

Assistant
EISMV – DAKAR

⌘ Travaux dirigés de CHIMIE

Momar NDIAYE

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

5. BIOLOGIE VÉGÉTALE

Dr Aboubacry KANE

Dr Ngansomana BA

Maître-Assistant (**Cours**)
Assistant Vacataire (**TP**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

6. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV - DAKAR

7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Malick FALL

Maître de conférences
Faculté des Sciences et
Techniques UCAD

8. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – DAKAR

9. ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

10. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV - DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Maître - Assistant
EISMV – DAKAR

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant - DAKAR

11. 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

DEDICACES

☞ A DIEU le tout puissant, le Miséricordieux et mon sauveur, qui m'a accordé la santé et le courage pour accomplir ce travail. Je te serai infiniment reconnaissant pour toutes les joies que j'ai connu et de m'avoir portés pendant les moments de peines. Maman Marie, la Sainte Vierge, merci de m'avoir soutenue par tes prières et pour tes intercessions auprès de ton fils Jésus. A Sainte Thérèse de l'enfant Jésus, merci pour tes prières.

☞ A mon père **OGOUMON LOBA**, pour tes efforts consentis à mon égard. Homme battant, dynamique, et rigoureux tu as toujours été un exemple pour moi. Ta fille est enfin devenue docteur, un simple merci ne suffirait pas pour tout ce que tu as fait pour moi. Que Dieu, te garde longtemps auprès de nous afin de te remercier chaque jour d'avantage.

☞ A ma mère **DON IBO ANNETTE épouse OGOUMON**, pour tous tes sacrifices et tes longues nuits de prière. Maman que serai-je devenue si tu n'avais pas été là ? Merci pour tes conseils, je t'aime maman. Tu nous as inculqué une éducation qui force aujourd'hui l'admiration de tous.

☞ A mon époux **FREDERIC AKINOLA**, que dirais-je? Merci d'avoir cru en moi, malgré toute cette distance qui nous avait séparés. Tes efforts consentis ne resteront guère vain. Trouve à travers ce travail l'expression de mon amour.

☞ A mon petit Cœur **YOHANN LOBA AKINOLA**, maman est très fière de toi. Merci, d'avoir accepté que maman soit absente et merci d'être resté sage avec grand maman et grand papa. Je t'aime énormément et sache que tu es ma plus grande richesse.

☞ A la mémoire de ma grande sœur **Mireille Yonkwe Loba OGOUMON**, tu es partie si tôt sans même nous dire aurevoir. Mais sache que tu resteras à jamais dans nos cœurs. Que Dieu t'accueille dans son paradis.

☞ A mes frères **Loba Vrey, Loba Rodolphe, Loba Junior**, ce travail est aussi le vôtre. Vous m'avez encouragé et soutenu. « Maman Mathey » vous dits merci.

☞ A ma grande sœur chérie, **Loba Gwladys** « ô man » pour l'amour et l'aide apportée, trouve ici le témoignage de mon affection et de ma reconnaissance.

☞ A ma belle famille **AKINOLA**, pour les conseils donnés, trouvez ici l'expression de ma reconnaissance.

☞ A **Patrick et Michelle AKINOLA**, vous avez toujours trouvez les mots pour me soutenir. Sincères gratitude.

☞ A mes tantes et oncles, **tantie Thérèse, tonton David, tonton Charles, N'Gbeké Jean**, merci pour vos conseils.

☞ A mes nièces, neveux, cousines et cousins.

☞ Au Pr **Yalacé KABORET**, professeur accompagnateur de la 38^{ème} promotion de l'EISMV de Dakar ;

☞ A toute la **38^{ème} promotion** ;

☞ A tous nos illustres maîtres de l'EISMV, pour la qualité de leur enseignement ;

☞ A la Communauté des Etudiants Vétérinaires Ivoiriens au SENEGAL (**CEVIS**) ;

☞ A l'Amicale des Etudiants Vétérinaires de Dakar (**AEVD**) ;

☞ A ma très chère patrie, la **CÔTE D'IVOIRE** ;

☞ A mon pays d'accueil, le **SENEGAL** ;

☞ A l'**AFRIQUE**, mère de l'humanité.

REMERCIEMENTS

Nos sincères gratitudee à tous ceux qui ont œuvré par leurs conseils ou par leur soutien matériel à la réalisation de ce modeste travail :

☞ Au professeur **Malang SEYDI**, pour avoir conduit avec la plus grande patience ce travail ;

☞ Au professeur **Rianatou BADA ALAMBEDI**, pour l'encadrement et l'initiation à la recherche ;

☞ Au Docteur **Khalifa SYLLA**, pour sa contribution à ce travail et surtout pour votre disponibilité. Sincères remerciements ;

☞ A la direction de la **SCODI**, pour le stage accordé ;

☞ Au Docteur **Prosper ALLANGBA**, directeur qualité à la SCODI. Merci de m'avoir confié ce travail et d'avoir œuvré pour sa réalisation. Votre dynamisme et votre promptitude m'ont beaucoup marqués tout au long de ce stage. Sincères gratitudee.

☞ A tout le personnel de SCODI, particulièrement à **tata Marcelline, Edouard Kouadio, koné, Doffou** ;

☞ Au professeur **Serge BAKOU**, pour vos conseils ;

☞ Aux docteurs **GBATI** « qui m'appelle affectueusement dents de souris », **KAMGA, KONE Philippe** et **Bellancille** pour votre encadrement et vos aides.

☞ A madame **Diouf**, documentaliste à l'EISMV, pour sa contribution dans la recherche bibliographique.

☞ A monsieur **Théophraste Lafia**, responsable de la scolarité, pour son aide et ses conseils. Grand merci.

☞ Aux docteurs **DJINOUG Hugues, N'GUESSAN Céline** que j'appelle affectueusement « ma maman », **Bernard AGRE, Noel KOFFI, Abou KONE, Fabrice ABONOU** et son épouse **Capucine** ;

☞ A mes promotionnaires ivoiriens en particulier **Dr Adjé, Dr Coulibaly Zié, Dr Valéry Senin , Dr Coulibaly Fatoumata et Dr Yapo Eric.**

☞ A mes sœurs et amies, **Nadège Gbagnon, Aurélie, Sonia kobi, Estelle Akoto et Hermine.**
Sincères remerciements.

☞ A « mes fils » **Doua Privat, Kocoun Yves, Konan Valère, Dosso.**

☞ A mes filles **Joelle Dago, Marie-Désiré Deki, Cécile Tokpa.**

☞ Au **Dr Damo Konan, Dr Damien Michoagan, Duho Selom, Germain Kouadio.**

A toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail. Grand
MERCII!!!!!!!!!!!!!!

A NOS MAITRES ET JUGES

☞ **A notre Maître et Président de Jury, Monsieur Amadou DIOUF, Professeur à la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d’Odonto-Stomatologie de Dakar.**

C’est avec une disponibilité toute paternelle que vous avez accepté de présider ce jury de thèse malgré vos multiples occupations. Veuillez trouver ici, l’expression de notre sincère gratitude. Hommages respectueux.

☞ **A notre Maître, Directeur et Rapporteur de thèse, Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l’E.I.S.M.V. de Dakar.**

Vous avez accepté d’encadrer et de diriger ce travail. En vous côtoyant, nous avons trouvé en vous un Maître dynamique et à l’abord facile. Votre esprit scientifique force l’admiration et impose le respect. Soyez rassuré de notre sincère reconnaissance, et recevez nos sincères remerciements. Hommage respectueux.

☞ **A notre Maître et Juge, Monsieur Serge Niangoran BAKOU, Maître de conférences agrégé à l’E.I.S.M.V. de Dakar.**

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de siéger dans ce jury. Vos immenses qualités intellectuelles et humaines expliquent le choix porté sur vous. Veuillez trouver ici, l’expression de notre profonde admiration.

☞ **A notre Maître et Co – Directeur de thèse, Monsieur Khalifa SYLLA, Maître – Assistant à l’E.I.S.M.V de Dakar.**

Vous m’avez guidé et conduit ce travail avec toute la rigueur nécessaire. Veuillez recevoir mes sincères reconnaissances pour le temps précieux que vous avez consacré. Sincères remerciements et profonde reconnaissance.

☞ **A notre Maître et Co –Directeur de thèse, Monsieur Prosper ALLANGBA, Directeur qualité à SCODI à Abidjan.**

En dépit de votre emploi du temps très chargé, vous avez accepté de conduire ce travail. Votre dynamisme et votre amour pour le travail bien fait m’ont profondément marqué. Profonde gratitude!

« 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 improbation ».

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : degré Celsius

µl : Microlitre

ACP : Afrique, Caraïbes et Pacifique

AOAC : Association of Official Analytical Chemists ou Association des Chimistes Analytiques Officiels

CYP 450 : Cytochrome P 450

DAO : Diamine Oxidase

DCP : Dispositif de Concentration de Poisson

DPH : Direction des Productions Halieutiques

ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay

FAO : Food and Agriculture Organisation

FDA : Food Drug Administration

FIAC : Fédération Française des Industries d'Aliments Conservés

h : Heure

HACCP ou **ADMPC** : Hazard Analysis Critical Control Point ou Analyse des Dangers et Maîtrise des Points Critiques

HNMT : Histamine N-MéthylTransférase

HPLC ou **CLHP** : High Performance Liquide Chromatography ou Chromatographie Liquide Haute Performance.

Kg : Kilogramme

mg : Milligramme

MIPARH : Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques

NaCl : Chlorure de sodium

nm : Nanomètre

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : potentiel d'Hydrogène

PIB : Produit Intérieur Brut

ppm : Partie Par Million

SCODI : Société des Conserve de Côte d'Ivoire

SNC : Système Nerveux Central

t : Tonnes

t₁ : Délai d'attente au stade refroidissement-parage égale à 12 heures

t₂ : Délai d'attente au stade parage-ensachage égale à 15 heures

t₃ : Délai d'attente au stade ensachage-surgélation égale à 17 heures

T : Température

TOG : Thunnus Overseas Group

UE : Union Européenne

ZEE : Zone Economique Exclusive

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Le thon importé en Côte d'Ivoire (tonnes)	12
Tableau II : Proportion de «faux thon» importée en Côte d'Ivoire.....	13
Tableau III : Les exportations de conserves et de produits halieutiques de la Côte d'ivoire	13
Tableau IV : Principales espèces de thon capturées.....	14
Tableau V : Mouvement du thon selon la nationalité des senneurs	15
Tableau VI : Intoxications histaminiques par an et par nombre d'habitants.....	37
Tableau VII : Antihistaminiques présentant un effet anti-H2	38
Tableau VIII : Antihistaminiques présentant un effet anti-H1	39
Tableau IX : Récapitulatif du diagramme du process des longues surgelées	46
Tableau X : Stade de fabrication, état du poisson, matériel pour le conditionnement.....	48
Tableau XI : Evolution du taux d'histamine à chaque stade de fabrication.....	56
Tableau XII : Evolution du taux d'histamine à chaque stade de fabrication par jour.....	57
Tableau XIII : Comparaison du taux d'histamine à différents stades de fabrication.....	57
Tableau XIV : Matrice de corrélation	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Image du thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i>)	5
Figure 2 : Photo du germon (<i>Thunnus alalunga</i>).....	6
Figure 3 : La bonite à ventre rayé ou listao (<i>katsuwonus pelamis</i>).....	6
Figure 4 : Photo de l'albacore (<i>Thunnus albacares</i>)	7
Figure 5 : Thon obèse ou Patudo (<i>thunnus obesus</i>)	8
Figure 6 : Photo de longes de thon surgelées.....	15
Figure 7 : Formation de l'histamine.....	18
Figure 8 : Carte d'Abidjan présentant le lieu d'étude et sa périphérie	44
Figure 9 : Diagramme simplifié du process des longes surgelées à la SCODI, 2010	45
Figure 10 : Pesée de l'échantillon et mesure de 90 ml d'eau.....	51
Figure 11 : Broyage de l'échantillon et filtration du broyat.....	51
Figure 12 : Tube contenant le tampon d'acylation et ajout du surnageant de l'échantillon.	52
Figure 13 : Solution conjuguée dans les puits rouges, addition du mélange tampon-surnagean.....	52
Figure 14 : Transfert dans les tubes blancs contenant les anticorps et lavage de la plaque.....	53
Figure 15 : Séchage de la plaque et addition de la solution de substrat.....	53
Figure 16 : Ajout de la solution d'arrêt et lecture des résultats avec le lecteur Neogen® corporation	54
Figure 17 : Evolution du taux d'histamine en fonction des stades de fabrication	58
Figure 18 : Evolution du taux d'histamine au refroidissement-parage par jour	58
Figure 19 : Evolution du taux d'histamine au parage-ensachage par jour.....	59
Figure 20 : Evolution du taux d'histamine à l'ensachage-surgélation par jour	59
Figure 21 : Courbe de variation du taux d'histamine.....	60

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
CHAPITRE I : THON.....	4
I.I. Généralités sur le thon.....	4
I.1.1. Le thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i>).....	5
I.1.2. Le germon (<i>Thunnus alalunga</i>).....	5
I.1.3. La bonite à ventre rayé ou listao (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	6
I.1.4. L'albacore (<i>Thunnus albacares</i>).....	7
I.1.5. Thon obèse ou Patudo (<i>Thunnus obesus</i>).....	7
I.2. Contexte économique.....	8
I.2.1. Marché du thon en Côte d'Ivoire.....	11
I.2.2. Marché des longes.....	15
CHAPITRE II : HISTAMINE.....	17
II.1. Historique de l'histamine.....	17
II.2. Mécanisme de formation dans le poisson.....	17
II.2.1. Teneur en histidine.....	18
II.2.2. Importance des enzymes histidine-décarboxylase.....	19
II.2.2.1. Degré de contamination avant stockage.....	20
II.2.2.1.1. Localisation corporelle.....	20
II.2.2.1.2. Zone de pêche.....	20
II.2.2.1.3. Moyens ou méthodes de pêche (capture).....	21

II.2.2.1.4. Hygiène lors de la manutention	21
II.2.2.1.5. pH	22
II. 2.2.2. Conditions de stockage	22
II. 2. 2.3. Influence de la transformation	23
II.3. Réglementation et normes	24
II.3.1. Réglementation internationale	24
II.3.2. Réglementation au niveau européen	24
II.3.3. Réglementation au niveau nationale	25
II.4. Teneur en histamine des longes fabriquées à SCODI	26
II.5. Méthodes de dosage et toxicité.....	26
II.5.1. Toxicité	26
II.5.2. Méthodes de dosage.....	28
II.5.2.1 Méthodes dites de « référence »	28
II.5.2.1.1. Méthode de séparation HPLC ou CLHP	29
II.5.2.1.2. Méthode AOAC.....	29
II.5.2.2 Autres méthodes de séparation utilisée par les laboratoires	30
II.5.2.2.1. Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)	30
II.5.2.2.2. Chromatographie sur Couche Mince (CCM)	30
II.5.2.3. Méthodes immuno-enzymatiques	31
II.5.2.3.1. Méthodes qualitatives	31
II.5.2.3.2. Méthodes semi-quantitatives	32
CHAPITRE III : INTOXICATIONS HISTAMINIQUES	33
III.1. Le rôle de l’histamine dans l’organisme	33

III.2. Symptomatologie.....	34
III.3. Epidémiologie	36
III.4. Traitement	37
III.5. Prévention.....	40
III.5.1. Empêcher la formation importante d'histamine dans les aliments	40
III.5.2. Empêcher la consommation des denrées toxiques	42
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	43
CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE	44
I.1. Cadre d'étude	44
I.1.1. Présentation de la SCODI	44
I.2. Diagramme du process des longes surgelées	45
I.2.1. Identification des étapes critiques	47
I.2.2. Paramètres influençant l'évolution de la teneur en histamine	47
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	48
II.1. Matériel.....	48
II.1.1. Echantillons et conditionnements	48
II.1.2. Matériel de laboratoire.....	48
II.2. Méthodes.....	49
II.2.1. Prélèvements : mode et identification.....	49
II.2.2. Dosage de l'histamine :	50
II.2.2.1. Principe	50
II.2.2.2. Protocole expérimental	50
II.2.2.2.1. Préparation de l'échantillon à analyser.....	51

II.2.2.2.2. Dilution de l'échantillon	52
II.2.2.2.3. Méthode d'essai	52
II.3. Analyse statistique et exploitation des données.....	54
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	55
III.1 Résultats	55
III.1.1 Niveaux de contamination du thon « albacore » par l'histamine en fonction du temps d'attente ..	55
III.2. Discussion	61
III.2.1. Démarche de l'étude.....	61
III.2.2. Choix des échantillons.....	61
III.2.3. Méthode de dosage de l'histamine.....	62
III.2.4. Analyse des résultats	63
III.2.4.1.Taux d'histamine suivant le stade de fabrication	63
III.2.4.2 Comparaison du taux d'histamine en fonction du délai d'attente	65
III.2.4.3 Corrélation entre les taux d'histamine à chaque délai d'attente (temps)	66
RECOMMANDATIONS	67
CONCLUSION	68
BIBLIOGRAPHIE	70

INTRODUCTION

Dans plusieurs pays, le secteur de la pêche joue un rôle socio-économique vital. Il occupe une place très avancée parmi les secteurs de l'économie nationale, en particulier dans les pays qui sont à la fois producteurs, consommateurs et exportateurs de produits halieutiques.

La Côte d'Ivoire, malgré un littoral long de 550 km, dispose d'un plateau continental très étroit de 10 200 km² et des faibles zones d'upwellings. Ce qui provoque une pauvreté des eaux maritimes. Toutefois, elle a rapidement pris conscience de ses insuffisances dans le secteur des pêches et de sa responsabilité à satisfaire une demande intérieure toujours croissante. La politique sectorielle halieutique ivoirienne s'inscrit dans les grandes réformes institutionnelles et politiques des années 90. Sa position géographique avantageuse et une politique volontariste de développement de l'industrie halieutique ont contribué à l'implantation d'une industrie thonière dynamique faisant ainsi du port de pêche d'Abidjan le premier port thonier de la côte ouest africaine avant Tema (Ghana) et Dakar (Sénégal) (FAO, 2008). Selon la direction de la production halieutique (DPH) en 2010, l'activité de la pêche et l'industrie de transformation de ces produits mobilisent en permanence environ 23 035 personnes dont 13 077 pour les conserveries. La production annuelle est de 375 737,58 tonnes de poissons (dont 48 945,58 tonnes de la pêche industrielle). En 2006, la pêche participait pour 0,2% au produit intérieur brut (PIB) total du pays et la consommation per capita se situe entre 11 et 14 kg/habitant/an (FAO, 2008).

Si la pêche artisanale et l'aquaculture sont essentiellement tournées vers la consommation locale et l'exportation vers certains pays africains, l'Europe constitue la principale destination des produits de la pêche industrielle. La part de la pêche maritime dans les exportations en Côte d'Ivoire s'élevait à 167,26 millions US\$ en 2010 (DPH, 2010).

Cependant, par son caractère de ressource mondialement recherchée, la qualité des scombridés en particulier le thon, fait l'objet de normes et réglementations de la part des différents Etats, des communautés régionales et aussi de l'OMS. L'objectif est de protéger les consommateurs. En effet, une mauvaise conservation de produits d'origine halieutique entraîne leur altération, par conséquent, il peut en résulter des conséquences sanitaires graves chez le consommateur. Ce genre d'intoxication

est dû en général au fort taux d'amines biogènes, en particulier l'histamine (WEI et AL, 1990). L'histamine est pourtant nécessaire dans l'organisme grâce à son rôle de médiateur chimique dans le système nerveux. Toutefois, elle est toxique à des concentrations relativement élevées. Ainsi le niveau de l'histamine de 50 ppm est un indicateur de décomposition selon la Food Drug Administration (FDA, 1995). Plusieurs pays ont défini des limites de concentrations de l'histamine qui sont considérées comme sûres pour la consommation humaine : Australie, 200 ppm (Australian Food Standards Code, 2001), l'Europe, 100 ppm (CE, 2005), les Etats-Unis, 50 ppm (FDA, 1998) et la Côte d'Ivoire, 100 ppm (MIPARH, 2010). L'histamine est retrouvée dans les espèces comme les scombridés et les scombrésocidés (le thon, la bonite, le maquereau) ; les clupéidés (sardine, hareng), et les coryphénidés (mahi-mahi) qui sont les grands vecteurs d'intoxication par l'histamine.

Parmi les principales étapes de la filière industrielle du thon, la fabrication semble jouer un rôle important dans la détermination du taux final d'histamine au niveau des longes. De ce fait, une étude entre le taux d'histamine dans les longes de thon surgelées et l'influence de la technologie s'avère important. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dont l'objectif général est d'apprécier l'influence de la transformation sur le taux d'histamine. Parallèlement à cela, nous avons cherché à établir une éventuelle relation entre taux d'histamine et le délai d'attente. De manière spécifique, il s'agit de :

- ✓ Evaluer le taux d'histamine suivant le stade de fabrication des longes surgelées ;
- ✓ Déterminer le niveau d'association entre le taux d'histamine et le délai d'attente (temps).

Il rentre dans le cadre général de la recherche de la qualité, par conséquent la prévention des intoxications histaminiques. Nous le présenterons en deux parties :

- ☞ une première partie bibliographique consacrée à des généralités sur le thon, sur l'histamine et les intoxications histaminiques ;
- ☞ une deuxième partie expérimentale, consacrée à la présentation du matériel et des méthodes, aux résultats et à leur discussion.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : THON

CHAPITRE II : HISTAMINE

CHAPITRE II : INTOXICATIONS HISTAMINIQUES

CHAPITRE I : THON

I.I. Généralités sur le thon

Le terme **thon** (Thunnus) désigne plusieurs espèces de poissons océaniques de la famille des scombridés. Cette famille est divisée en 15 genres et 49 espèces, pour la plupart marines et pélagiques.

Le thon est un animal marin très largement disponible mais le risque de surpêche est grand. C'est un grand poisson migrateur au corps fusiforme, allongé, légèrement comprimé et robuste. Les thons ont 39 vertèbres et ont cependant en commun deux nageoires dorsales dont une épineuse, une nageoire anale et une série de petites nageoires situées entre la deuxième nageoire dorsale et la nageoire anale. Les deux nageoires dorsales sont séparées par un espace étroit. La première nageoire dorsale possède 11 à 14 rayons dont les premiers sont beaucoup plus hauts que les suivants, donnant une forme concave à la nageoire. La seconde possède 12 à 16 rayons, la taille varie selon les espèces et est suivie de 7 à 10 pinnules dorsales. La nageoire anale est suivie de 7 à 10 pinnules. La taille des nageoires pectorales dépend de l'espèce et de l'âge. Elles sont composées de 30 à 36 rayons. Les corps est recouvert de très petites écailles, le corselet fait de grandes écailles est développé mais peu distinguable. Le dos est de couleur bleu-noir alors que le ventre est très grisâtre et ne présente pas de lignes ou de points noirs sur le cotés (**SOUTH, 1845**).

Ces poissons familiers des mers chaudes, sont fréquents dans la Méditerranée, le Pacifique, l'Atlantique et l'Océan Indien. Les thons se déplacent en banc près de la surface. Leur vivacité et leur puissance en font un poisson très agile et un nageur rapide. Le thon est pêché depuis des temps immémoriaux. On le pêche à la ligne, au harpon ou à la madrague, la senne, le chalut, la palangre, une enceinte de filets à compartiments installés en permanence près de la côte.

Les thons sont classés en plusieurs espèces aux noms distinctifs selon leurs particularités. Parmi ces poissons les espèces les plus connues sont le thon rouge, le thon blanc ou le germon, le listao ou la bonite à ventre rayé, le thon obèse ou patudo et le thon albacore.

I.1.1. Le thon rouge (*Thunnus thynnus*)

LINNE, 1758 décrit pour la première fois le thon rouge représenté par la figure 1. Grosse espèce, plus haute au niveau de la première nageoire dorsale. La seconde est plus haute que la première. Les pectorales sont très courtes et n'atteignent pas la fin de la première dorsale. Le dos est bleu noir. Le ventre est blanc argenté et présente des lignes transversales blanches alternant avec des rangées de points blancs. La première nageoire dorsale est jaune ou bleuâtre, la seconde dorsale est brun-rouge, la nageoire anale et les pinnules sont jaune bordées de noir. La nageoire caudale est noire chez les adultes. Une vessie natatoire est présente et la face ventrale du foie est striée. La taille est de 200 cm en moyenne mais les plus grands atteignent 300 cm. On le retrouve dans l'Atlantique, en Méditerranée et dans le Pacifique. Epipélagique, habituellement océanique mais parfois se rencontre plus près des côtes. Migrateur, les individus de même taille vivent en banc avec parfois d'autres espèces de thon. Il se nourrit de poissons, de crustacés, de céphalopodes.



Figure 1 : Image du thon rouge (*Thunnus thynnus*)

(Source : www.marseille-sympa.com)

I.1.2. Le germon (*Thunnus alalunga*)

Grande espèce, la hauteur du corps est maximale au niveau de la seconde nageoire dorsale. La seconde dorsale est nettement plus courte que la première. Les pectorales sont particulièrement très longues, atteignant la deuxième pinnule dorsale. Les flancs sont parcourus par une bande bleu irisé. La première nageoire dorsale est jaune foncée, la seconde dorsale et l'anale sont jaune clair. Les pinnules anales sont noires et le bord postérieur de la caudale est blanc. La vessie natatoire est présente mais peu développée. La taille est de 100 cm en générale, 125 cm au maximum. Le germon est nommé albacore en anglais, ce qui cause une certaine confusion car, en français, «albacore» est le nom donné au thon à nageoires jaunes. Il se trouve dans les eaux tropicales et tempérées de tous les océans y compris la mer méditerranée. Epipélagique et mésopélagique, océanique, il abonde

surtout dans les eaux de surface quand il est jeune et dans les eaux profondes à l'âge adulte. Il effectue de grandes migrations. Il nage en bancs parfois avec d'autres espèces de scombridés (voir Figure 2) .



Figure 2 : Photo du germon (*Thunnus alalunga*)

(Source : http://uk.wikipedia.org/Katsuw_pelam_100708-5573_plrtu.JPG)

I.1.3. La bonite à ventre rayé ou listao (*katsuwonus pelamis*)

Corps fusiforme, allongé et subcylindrique. Les dents sont petites et coniques, alignées sur une rangée. Les deux nageoires dorsales sont séparées par un espace étroit, la première possède 14 à 16 rayons épineux, on compte 7 à 9 pinnules anales. Les nageoires pectorales composées de 26 à 27 rayons sont courtes. Le corps est dépourvu d'écailles à l'exception du corselet et la ligne latérale. Le dos est bleu sombre ou violacé et le ventre argenté présente des rayures sombres longitudinales, parfois discontinues. Il n'y a pas de vessie natatoire. La taille est de 80 cm pour un poids de 8 à 10 kg, la taille maximale est de 100 cm. Le Listao est présent dans les eaux tropicales et tempérées exceptée la mer noire. Les adultes sont épipélagiques et océaniques et les larves se développent en surface. Espèce grégaire, elle forme de grands bancs avec des requins, des baleines ou d'autres thons. La nourriture est composée de poissons pélagiques, de crustacés et mollusques pélagiques. La figure 3, montre le listao décrit par **LINNE, 1958**.



Figure 3 : La bonite à ventre rayé ou listao (*katsuwonus pelamis*)

(Source : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunnus_alalunga.jpg)

I.1.4. L'albacore (*Thunnus albacares*)

BONNATERRE, 1788, comme le montre la figure 4, fait une ample description de l'albacore. De grand gabarit, la silhouette est plus épaisse au niveau de la première nageoire dorsale. Les nageoires pectorales atteignent le bord crânial de la seconde dorsale. Certains spécimens ont une seconde nageoire dorsale et une nageoire anale très longues. De couleur bleu métallique foncé sur le dos, se dégradant vers le jaune puis l'argent sur le ventre. Le ventre est souvent rayé de lignes quasi verticales. Les nageoires dorsales et anales et les pinnules dorsales et anales sont jaune vives, les pinnules sont de plus bordées de noir. Une vessie natatoire est présente. La taille est en général 150 cm, les plus grands pouvant atteindre 200 cm. On les retrouve dans les eaux tropicales et subtropicales, excepté la mer méditerranée. Epipélagique et océanique, il vit essentiellement dans les eaux superficielles jusqu'à 100 m de profondeur. Poisson migrateur, il vit en bancs monospécifiques ou multispécifiques.



Figure 4 : Photo de l'albacore (*Thunnus albacares*)

(Source : fishpix.Kahaku.go.jp)

I.1.5. Thon obèse ou Patudo (*Thunnus obesus*)

Grosse espèce, plus haute au niveau de la première nageoire dorsale. Les nageoires pectorales sont de taille moyenne chez les spécimens mesurant plus de 110 cm, mais elles sont longues chez les plus petits individus. Le ventre et les flancs sont blanchâtres. Une bande bleue irisée parcourt les faces latérales. La première nageoire dorsale est foncée, la seconde dorsale et la nageoire anale sont jaune clair, les pinnules sont jaune brillant et bordées de noir. Chez les thons mesurant plus de 30 cm. Une vessie natatoire est présente. La taille est de 180 cm en moyenne, atteint au maximum 200 cm. Il se

trouve dans les eaux tropicales et subtropicales des océans Atlantique, Pacifique et Indien. Le patudo est absent en méditerranée. Epipélagique et mésopélagique dans les eaux océaniques, le thon obèse peut atteindre jusqu'à 250 m de profondeur. Les juvéniles et les jeunes adultes vivent en bancs monospécifiques ou mêlés à l'albacore ou la bonite à ventre rayé. Cette description est illustrée par la figure 5.



Figure 5 : Thon obèse ou Patudo (*thunnus obesus*)

(Source : fishpix.Kahaku.go.jp)

La chair de ces poissons est grasse, ferme et dense. Sa couleur varie selon les espèces, tout comme sa saveur, qui peut être très prononcée. La partie entre les flancs est très recherchée car c'est la plus fine. C'est aussi la plus coûteuse.

Dans l'antiquité, on appréciait particulièrement le thon fumé ou saumuré. De nos jours, on distingue principalement deux filières de consommation qui sont complémentaires : celle du thon appertisé (consERVE) et la consommation en frais. Mais, il faut noter que la consommation sous forme de steaks (longes) est en plein développement (DUFLOS, 2009) .

I.2. Contexte économique

Le thon est un des principaux produits de la mer faisant l'objet d'échanges internationaux (OFIMER, 2000). Il est très important, tant du point de vue économique que comme source d'alimentation. Il compte pour 5% des quantités pêchées dans le monde et destinées à l'alimentation humaine, et pour plus de 10% dans la valeur des échanges internationaux (OFIMER, 2000). Le thon comprend une quarantaine d'espèces présentes dans les océans Atlantique, Indien et Pacifique et en mer Méditerranée. Leur production mondiale a régulièrement augmenté, passant de moins de 0,6 million de tonnes en 1950 à plus de 6 millions de tonnes aujourd'hui (France AGRIMER, 2011). Cette augmentation est due au développement des pêcheries de listao et d'albacores en

philippines et à Taiwan, ainsi que les pêcheries tropicales des pays européens (Espagne et France). Les nouvelles techniques de pêche telles que la senne coulissante, un des engins de pêche prédominant aujourd'hui responsable de 62%, de la production mondiale, ont donné lieu à plus de 4 millions de tonnes des captures annuelles au cours des dernières années (FAO, 2010). Parmi les thons et les espèces apparentées, les “principales espèces commerciales de thons” sont les plus importantes, tant du point de vue du poids des captures que sur le plan économique. Elle se décompose en cinq grandes espèces (FAO, 2009) :

- thon listao (*Katsuwonus pelamis*) : 2 600 000 tonnes ;
- thon albacore (*Thunnus albacares*) : 1 100 000 tonnes ;
- thon obèse ou patudo (*Thunnus obesus*) : 405 000 tonnes ;
- thon germon (*Thunnus alalunga*) : 256 000 tonnes ;
- thon rouge (*Thunnus thynnus*) : 21 000 tonnes ;

Elles sont débarquées dans de nombreux endroits du monde, commercialisées pratiquement à l'échelle mondiale et transformées et consommées un peu partout dans le monde. En 1999, les débarquements de thon ont été très abondants, en particulier dans le Pacifique Est où la production a augmenté de 30%. Cette augmentation concerne principalement le listao (+90%) et dans une moindre mesure l'albacore (+15%). L'Equateur est devenu le premier producteur de la zone Pacifique Est, devant le Mexique. Cette abondance de captures a entraîné une chute des prix du listao et de l'albacore (PAQUOTE, 2000). Le Pacifique occidental et central soutient la plus grande pêcherie de thon du monde. La majorité des captures des principales espèces commerciales de thon viennent du Pacifique (70,2% des captures totales des principales espèces commerciales de thon en 2008), de l'océan Indien (20,4% en 2008) dont la contribution est beaucoup plus élevée que celle de l'océan Atlantique et de la mer Méditerranée (9,5% en 2008) (FAO, 2009).

Cependant, tous les pays sont concernés par le thon, qu'ils soient producteurs ou consommateurs et sont impliqués dans des échanges internationaux. Ces échanges portent principalement sur trois types de produits qui se succèdent dans la chaîne de transformation du thon :

- ◆ le thon frais ou congelé entier (matières premières) ;
- ◆ les longes de thon cuites et congelées (produits semi-finis) ;

- ◆ les conserves de thon (produits finis).

Ces produits représentent environ 3 millions de tonnes, (soit les trois quarts des captures) pour une valeur de 10 milliards de dollars (**OCEANIC DEVELOPEMENT, 2005**).

Les premiers producteurs mondiaux sont l'Indonésie (476 000 tonnes), le Japon (463 000 tonnes), les Philippines (412 000 tonnes) et Taiwan (326 000 tonnes). Le Japon agit dans tous les secteurs, même s'il occupe le deuxième rang en 2009, reste un grand pays pêcheur (500 000 tonnes), importateur (270 000 tonnes), exportateur (100 000 tonnes) et consommateur (**France AGRIMER, 2011**). Les échanges se font principalement en produit congelé, et permettent de répondre aux demandes spécifiques des pays. Néanmoins, il existe des pays producteurs qui exportent du thon tropical congelé vers les pays transformateurs ; c'est le cas de Taiwan (390 000 tonnes exportées), de l'Indonésie (120 000 tonnes) et de la France (80 000 tonnes). Selon la **FAO (2007)**, les exportations annuelles de produits de thon globaux représentent 7,8% du marché de fruits de mer mondiale. Toutefois, les pays transformateurs comme la Thaïlande, les Seychelles ou la Côte d'Ivoire, importent des matières premières congelées et exportent des conserves. En 2010, les Etats-Unis, ont importé 314,863 tonnes de thon d'une valeur 1,304 millions USD.

Au plan mondial, les marchés de la conserve de thon sont fortement tirés par la demande, d'une part, des pays développés pour fournir des produits à prix accessibles pour l'ensemble de leur population y compris les ménages les plus modestes et d'autre part, par une demande en forte progression des pays émergents qui atteignent des niveaux de vie leur permettant d'accéder à ce type de protéine de haute qualité (ex : Mexique, Turquie, Brésil, Chine...).

Par ailleurs, l'Union Européenne (UE) et les pays de l'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP), ont développé une industrie intégrée pour le thon tropical, où la flotte Union Européenne capture les thons (soit 50% Listao et 40% albacore) et les pays ACP transforment le matériel brut en produits standards comme le thon à huile végétale, le thon naturel et les longues précuites (ex : la flotte Saupiquet délivre ses captures à la société des conserves de Côte d'Ivoire (SCODI) à Abidjan. Tandis que Saupiquet Vannes transforme le thon à partir de longues précuites et congelées). Que représente donc le marché du thon en Côte d'Ivoire ?

I.2.1. Marché du thon en Côte d'Ivoire

Le poisson est la principale source de protéines animales du consommateur ivoirien (FAO, 2008). Mais, les eaux maritimes ivoiriennes sont naturellement pauvres en raison de l'étroitesse du plateau continental et de la faiblesse des upwellings. Toutefois, depuis les années 1950, les pêches industrielles chalutières, sardinières et crevettières se sont développées. Elles sont soutenues par la pêche artisanale qui se pratique en mer, en lagune et en eaux continentales.

Une position géographique avantageuse et une politique volontariste de développement de l'industrie halieutique ont contribué à l'implantation d'une industrie thonière dynamique. Ainsi le port de pêche d'Abidjan est le premier port thonier de la côte ouest africaine avant Tema (Ghana) et Dakar (Sénégal). Le thon destiné aux conserveries représente plus du quart des produits halieutiques importés. Sur la période 2000-2005, l'ensemble des importations connaît une progression de 8,5%. Le thon importé recule de près de 14% alors que le poisson et les produits dérivés destinés à la consommation humaine augmentent de près de 20% (FAO, 2008) .

Le thon importé (tableau I) provient essentiellement des activités des thoniers senneurs européens (français et espagnols) en activité dans l'ensemble de la sous-région et dans la zone économique exclusive (ZEE) de la Côte d'Ivoire et des thoniers Ghanéens. Une partie du thon est transbordé et l'autre partie (plus de la moitié) alimente les trois unités industrielles de production de conserves (Pêche et Froid Côte d'Ivoire (PFCI), Société des conserves de Côte d'Ivoire (SCODI) et CASTELLI. Toutefois, le mouvement des thoniers (débarquement et transbordement) a été très sensible à l'environnement sécuritaire. Nonobstant, les évènements de 2010 ont fait baisser d'environ 21% les quantités de thon débarquées au bénéfice des usines et 40,7% pour la valeur des exportations (FAO, 2011). Actuellement, L'économie halieutique ivoirienne s'essouffle en partie à cause de la guerre mais également à cause de l'environnement international. Le thon, qui en est le principal produit d'exportation est fortement concurrencé sur le marché européen par le thon d'origine asiatique.

Tableau I : Le thon importé en Côte d'Ivoire (tonnes)

Année	Thon Importé	Thon Transbordé	Thon destiné aux Conserveries
2000	121 000	40 000 (33,1%)	81 000 (66,9%)
2001	111 000	42 211 (37,9%)	69 049 (62,1%)
2002	122 568	42 705 (34,8%)	79 863 (65,2%)
2003	130 836	58 422 (44,6%)	72 414 (55,4%)
2004	103 839	46 318 (49,6%)	57 521 (55,4%)
2005	97 870	44 150 (45%)	53 720 (55%)

Source : Annuaire statistique de la DPH

Une partie du thon débarqué est constituée de ce qu'il est convenu d'appeler le faux thon. Ce type de thon désigne le thon trop petit, trop salé ou abîmé ou les espèces voisines qui ne répondent pas aux normes exigées par les conserveries et qui sont donc refusées. La proportion de «faux thon» sur les navires européens est estimée entre 3 et 6%. Sur les thoniers français, la majeure partie du «faux thon» est concédée à l'équipage sous forme de «godaille» mais il semble que la tendance est de plafonner son volume entre 20 et 25 tonnes par an pour l'équipage et vendre le surplus au profit de l'armement. Les senneurs espagnols le transbordent sur cargo pour alimenter des conserveries en Espagne.

Sur les navires ghanéens, le volume de «faux thon» atteindrait près de 40% (FAO, 2008). Sa vente à Abidjan permettrait de couvrir une partie du coût d'exploitation des navires et de disposer de l'argent liquide nécessaire à l'avitaillement.

Il est constitué d'albacores, de patudo, de listao, d'auxine, etc. Ce produit dont la proportion varie entre 6 et 14% (Tableau II) vient alimenter le marché ivoirien des produits de la pêche destinés à la consommation humaine. C'est un produit de faible valeur marchande, très apprécié à Abidjan et consommé par les couches les plus défavorisées de la population. Il vient en appoint de la production de la pêche artisanale .

Tableau II : Proportion de «faux thon» importée en Côte d'Ivoire

Année	Total thon(t)	«Faux thon»(t)	%
2000	121 000	20 000	17
2001	111 000	15 000	14
2002	123 000	6 800	6
2003	131 000	14 000	11
2004	103 839	14 883	14,3
2005	97 870	8 407	8,6

Source: Annuaire statistiques DPH.

La Côte d'Ivoire exporte presque la totalité de sa production de conserves de thon sur le marché européen (Pays-Bas, France et Espagne). Ce volume des exportations des conserves représente un bon indicateur du dynamisme de l'industrie halieutique ivoirienne. Une part très négligeable (5,7 t) se commercialise sur le marché ivoirien. Les autres produits d'exportation sont constitués de poissons, de crustacés et de mollusques (Tableau III).

Tableau III : Les exportations de conserves et de produits halieutiques de la Côte d'ivoire (tonnes)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Conserves	58 471	106 282	121 982	120 346	64 575	29 369
Autres (poissons, crustacés et mollusques)	7 155	4 291	2 584	2 822	33 001	4 033
Total	65 626	110 573	124 566	123 168	97 576	33 402

Source: Annuaire statistiques DPH .

Par ailleurs, la Côte d'Ivoire a signé, le 29 août 2002, un accord de pêche avec la Fédération Japonaise des associations des coopératives de pêche au thon dans les eaux ivoiriennes (**FAO, 2008**). Mais cet accord n'a pas eu de suite, et les probabilités qu'ils en aient sont faibles dans la mesure où la flottille japonaise cherche à exploiter les calibres supérieurs de l'espèce ciblée, le patudo.

En outre, les thoniers européens exercent leurs activités sous licence délivrée par les autorités ivoiriennes selon les termes de l'accord de pêche entre l'Union européenne et la République de Côte d'Ivoire. Le premier accord a été signé le 11 janvier 1991. Depuis cette date, l'accord est régi par des protocoles successifs, signés par les deux parties pour des périodes de trois ans. Depuis le 1er juillet 2000, le quatrième protocole et sa prolongation fixe «les possibilités de pêche et la contrepartie financière prévue par l'accord entre la Communauté Européenne et la République de Côte d'Ivoire concernant la pêche au large de la côte». Le dernier protocole a été signé en 2007 .

Le port d'Abidjan dispose d'avantages comparatifs (trois conserveries, des services, un chantier de réparation navale, la CARENA) par rapport aux deux autres ports thoniers de la sous-région (Dakar et Tema). Il est le premier port thonier et le premier producteur de conserves de thon de l'Afrique de l'Ouest (FAO, 2008). Toutefois, il faut relever que la Côte d'Ivoire ne possède aucun thonier battant pavillon ivoirien. Les thoniers européens, ghanéens et guinéens constituent les unités actives de la pêcherie thonière ivoirienne. L'albacore demeure l'espèce dominante (Tableau IV).

Tableau IV: Principales espèces de thon capturées

Famille	Espèce		% dans les captures 2002
	Nom commun	Nom scientifique	
Scombridae	Albacore	<i>Thunnus albacares</i>	47
	Patudo	<i>Thunnus obesus</i>	39
	Listao	<i>Katsuwonus pelamis</i>	14
	Germon	<i>Thunnus alalunga</i>	-

Source : FAO, 2008

En 2005, 27 thoniers dont 20 européens (11 espagnoles et 9 français), 3 senneurs et canneurs ghanéens et 2 senneurs guinéens ont régulièrement fréquenté la zone économique exclusive de la Côte d'Ivoire. Les français et les espagnols développent des stratégies de pêche légèrement différentes. Les captures françaises sont réalisées en grande partie sur banc libre alors que les captures espagnoles visant le listao et le patudo, se font avec des objets naturels ou artificiels faisant office de dispositifs de concentration de poisson ou DCP.

Les captures présentent des profils qui varient selon les techniques privilégiées par les navires français et espagnols.

L'origine des trois conserveries présentes en Côte d'Ivoire (Pêche et Froid Côte d'Ivoire et la SCODI, font partir de holding TOG et CASTELLI appartenant à un groupe italien) va influencer les mouvements du thon au port de pêche d'Abidjan. Les senneurs espagnols débarquent ente 25 et 30% de leurs captures à Abidjan, la grande partie est transbordée en Espagne pour alimenter leurs usines. En revanche, les senneurs français débarquent plus de 80% de leurs prises à Abidjan pour alimenter la SCODI et Pêche et Froid (Tableau V).

Tableau V: Mouvement du thon selon la nationalité des senneurs

Année	Senneurs espagnols		Senneurs français	
	Débarqué (%)	Transbordé (%)	Débarqué (%)	Transbordé (%)
2000	36,4	63,4	97,8	2,2
2001	34,7	65,3	73,9	26,1
2002	32,6	67,4	86,5	13,5
2003	24,9	75,1	87,4	12,6
2004	23,3	76,7	78,9	21,1

Source: Projet Fish/2003/02

I.2.2. Marché des longes

Les longes de thon sont des filets de thon frais ou précuits. Ils sont mis en sachet d'environ 7kg et surgelés.



Figure 6 : Photo de longes de thon surgelées

La production de longes de thon est en pleine croissance. Selon la Fédération Française des Industries d'Aliments Conservés (**FIAC, 2004**). L'emploi de longes de thon pour la transformation à augmenté de 30% en 1992 jusqu'à 90% en 2003, le thon entier n'étant plus utilisé pour les préparations de luxe. Elles sont aujourd'hui fortement utilisées pour la fabrication des conserves dans les pays européens et américains. Pour ces pays, la production de conserve à partir des longes importées est un facteur important de réductions de coûts finaux pour l'industriel par rapport à une fabrication à partir du thon brut entier. (Economie de main d'œuvre sur les étapes de process nécessitant le plus de main d'œuvre, réduction des coûts de transport, réduction des coûts d'éliminations des déchets). Cette pratique a permis de sauvegarder au moins une partie des emplois dans les industries de transformation en Europe et aux Etats-Unis. Ainsi les importations en Union européenne (UE) ont augmenté de 200% en moins de 10 ans. Ces longes de thon proviennent des pays comme le Seychelles, la Côte d'ivoire, l'île Maurice, le Ghana dont l'importation annuelle est d'environ 4000 tonnes de longes pour la transformation. Les pays d'origines des longes de thon sont l'Equateur, le Venezuela et le Costa Rica (**OCEANIC DEVELOPPEMENT, 2005**). Selon **l'OFIMER (2005)**, l'Equateur joue un rôle majeur dans la production et l'exportation de longes de thon destinées aux autres pays producteurs de conserves.

Par ailleurs, le marché de thon en pleine expansion a des conséquences importantes sur les importations de matériel brut entier. Ces produits congelés pour la transformation ont diminué de 40% de 1991 à 2003, en raison d'une plus forte dépendance des industries en longes de thon précuites et congelés à cause de la main d'œuvre à moindre coût (**OCEANIC DEVELOPPEMENT, 2005**). Cependant, la décongélation de ces longes de thon pour la fabrication entraîne une augmentation de la teneur en histamine. Ainsi, il n'est - il pas nécessaire de connaître l'histamine afin de lutter contre sa production élevée source d'un danger avéré pour la santé humaine ?

CHAPITRE II : HISTAMINE

II.1. Historique de l'histamine

L'histoire de l'histamine remonte au début du 20^e siècle.

- ✓ 1907 : WINDAUS et VOGT réalisent la synthèse de l'histamine pour la première fois (NEVEU, 1960).
- ✓ 1910 : DALE et LAIDLAW exposent, les premiers, les propriétés biologiques de l'histamine (EYRE, 1982).
- ✓ AKERMANN et KUTSCHER, de même que BARGER et DALE, ont mis en évidence - pratiquement à la même période - l'histamine dans l'ergot de seigle (LEGROUX et al., 1946).
- ✓ 1912 : SUZUKI, MITRATA et OTSUKI trouvent de l'histamine dans le thon (*Thunnus Thynnus*) (LEGROUX et al., 1946).
- ✓ 1927 : BEST et Collaborateurs démontrent qu'en dehors de l'histamine secondairement formée par les bactéries, il existe une autre naturellement présente dans les tissus des organismes supérieurs et ils révèlent sa formule chimique (NEVEU, 1960).
- ✓ 1937 : BOVET et STAUB découvrent le premier antihistaminique (EYRE, 1982).
- ✓ 1946 : LEGROUX et collaborateurs introduisent la notion d'intoxications histaminiques par le thon (LEGROUX et al., 1946).

De 1946 à nos jours, l'histamine est restée un problème d'actualité et les facteurs qui déterminent sa formation font toujours l'objet de recherches.

II.2. Mécanisme de formation dans le poisson

Dans les aliments, l'histamine se forme par décarboxylation de la L-histidine libre par une enzyme d'origine principalement bactérienne mais aussi tissulaire : l'histidine décarboxylase (Figure 1). Après la mort du poisson et dans certaines conditions de stockage, notamment à partir de 2-5 °C, les bactéries produisant l'histidine décarboxylase peuvent se multiplier conduisant à la formation d'histamine. Cette production peut être parfois très rapide à partir de 10 °C (DALGAARD, 2007).

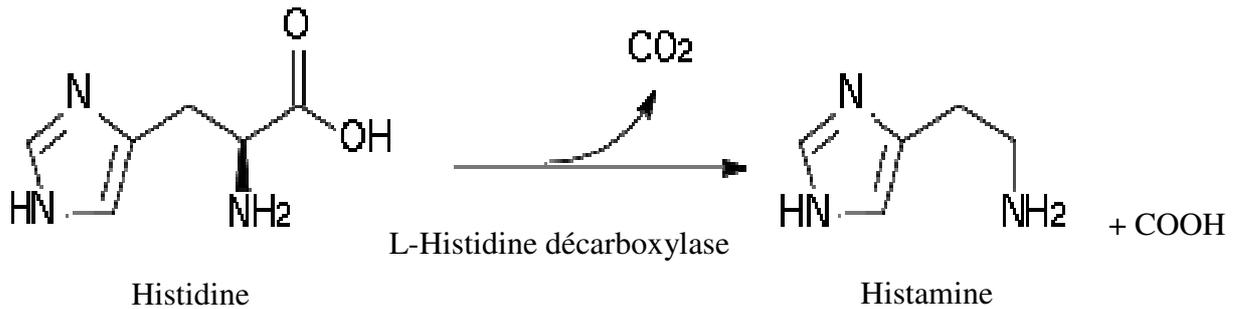


Figure 7 : Formation de l’histamine
(source : FAO, 2004)

II.2.1. Teneur en histidine

Dans l’organisme, l’histidine est un acide aminé qui se trouve sous deux principales formes biochimiques :

- ✓ une forme libre (L-histidine) ;
- ✓ une forme liée (aspartyl- histidine et histidyl- histidine) (**ARNOLD et BROWN, 1978**).

Seule la forme libre (L-histidine) participe à la formation de l’histamine (**ARNOLD et BROWN, 1978**). Dans un tissu donné, le taux d’histamine, jusqu’à un certain seuil, est sensiblement proportionnel à la concentration d’histidine libre. Les taux d’histidine les plus élevés sont observés au niveau des principaux pigments du sang et des muscles rouges : hémoglobine, myoglobine, cytochromes C et catalases (**BILLON, 1978**). Or les thons, en particulier le thon rouge, sont des poissons dits sanguins à cause de leur système vasculaire très développé. C’est surtout la musculature voisine de la colonne vertébrale qui est fortement irriguée (**BOIVERT, 1980**) ; cela lui confère une coloration plus foncée (rougeâtre). Aussi, les thons sont particulièrement riches en histidine (**NERISSON, 1976**). De même, d’autres espèces comme la bonite et le maquereau en sont relativement pourvus (**NERISSON, 1976**).

Par contre, le taux d’histidine est très faible chez les poissons à chair blanche (Sébastes, Scorpènes, quelques espèces d’eau douce) ou chez les crustacés. L’importance de la vascularisation dans la détermination du taux d’histidine entraîne donc les conséquences suivantes :

- ✓ sur un même poisson le muscle le plus irrigué ("muscle rouge") est plus riche en histamine que le muscle le moins irrigué ("muscle blanc") (**ARNOLD et al., 1978 ; BENNASAR et al., 1995**) ;
- ✓ les poissons sanguins comme les thons (en particulier le thon rouge) sont plus prédisposés à la formation d'histamine.

Ce sont eux qui sont généralement mis en cause dans les différents cas d'intoxications histaminiques (**NERISSON, 1976**).

Il existe donc une variation du taux d'histamine en fonction de l'espèce et de la localisation corporelle, deux facteurs qui sont propres au poisson (facteurs intrinsèques).

II.2.2. Importance des enzymes histidine-décarboxylase

Les enzymes histidine-décarboxylases ont une origine double : bactérienne et tissulaire (**BILLON, 1978**).

Depuis longtemps, la plupart des auteurs considèrent que ce sont les enzymes bactériennes qui ont une action déterminante dans la formation d'histamine. Ainsi de très nombreux travaux ont montré que :

- ✓ la formation optimale d'histamine est en relation avec les meilleures conditions de multiplication bactérienne (**NERISSON, 1976**) ;
- ✓ à l'inverse, elle est réduite à son minimum dans les milieux ou les conditions défavorables ont un développement microbien (**ARNOLD et al., 1978 ; NERISSON, 1976**).

Quant aux enzymes tissulaires, elles semblent avoir un rôle secondaire qui est attesté par la formation d'une faible quantité d'histamine dans un échantillon stérile de poisson (**ARNOLD et BROWN, 1978**). L'importance des bactéries ou des enzymes bactériennes est fonction :

- ✓ du degré de contamination avant le stockage ;
- ✓ des conditions de stockage ;
- ✓ de l'influence technologique .

Les enzymes tissulaires sont également influencées par les deux derniers paramètres cités précédemment.

II.2.2.1. Degré de contamination avant stockage

Il existe des sources primaires et des sources secondaires de la contamination microbienne. L'importance des premières dépend de la localisation corporelle tandis que celle des sources secondaires est déterminée par :

- ✓ la zone de pêche ;
- ✓ les moyens de pêche ;
- ✓ l'hygiène lors de la manutention ;
- ✓ le pH .

II.2.2.1.1. Localisation corporelle

Généralement la chair du poisson vivant est stérile au moment de la capture ; toutefois il existe des sources primaires de contamination : peau (mucus), ouïes, les branchies et dans le tube digestif. Ces derniers semblent être la principale source de bactéries productrices d'histamine en particulier dans la région antérieure du poisson (**FRANK et al ., 1984**). Plus on s'éloigne de celle-ci, moins seront grandes la contamination ultérieure post-mortem et la production d'histamine.

II.2.2.1.2. Zone de pêche

Le niveau de contamination des produits de la pêche au moment de leur capture dépend de l'environnement et de la qualité bactériologique de l'eau dont ils proviennent. Son influence apparaît à travers certains effets de la température, de la teneur en sel (NaCl) et la proximité des zones de pêche du littoral. En effet, la microflore habituelle des poissons marins est psychrophile (ou psychrotrophe) et modérément halophile. Donc, elle dépend notamment de la température corporelle du poisson. Chez les thons, cette dernière varie dans le même sens que la température ambiante, mais avec 4 à 5°C en plus ; il s'agit donc de poissons poïkilothermes (**BOIVERT, 1980**). Par conséquent, la composition (type et nombre) des bactéries présentes dans le thon va dépendre de son environnement d'origine (**ANONYME, 1974**). En haute mer où se fait généralement la pêche du thon, la microflore est largement dominée par les psychrotrophes (**ANONYME, 1974**) même si les

genres bactériens rencontrés sont identiques indépendamment du type de mers (tropicales ou tempérées). Néanmoins, la proportion de germes mésophiles est plus importante chez le poisson fraîchement pêché en mers tropicales. Les germes psychrotrophes (ex: *Pseudomonas*) qui sont par ailleurs des germes habituels du poisson, produisent généralement moins d'histamine que les mésophiles (ex: *Proteus*) qui sont souvent des germes de contamination secondaire (**FRANK et al., 1981, RYSER et al., 1984 ; PETIT, 1987**). *Klebsiella pneumoniae* et surtout *Morganella Morganii*, tous deux, représentants de la famille des enterobacteriaceae, sont des germes très actifs au laboratoire (**ARNOLD et al., 1978 ; BARADWSKI et al., 1985**). Par ailleurs, ils sont les plus impliqués dans les cas d'intoxications histaminiques par le thon (**FRANK et al., 1984, NIVEN et al., 1981, NERISSON, 1976**). Parmi les bactéries incriminées dans la production d'histamine, la famille des Enterobacteriaceae est de loin la plus représentée notamment avec les "coliformes". Les germes de cette famille sont psychrotrophes à mésophiles (**ROZIER et al, 1985**).

Donc le taux d'histamine produit peut varier en fonction de la situation géographique de la zone de pêche : type de mer, distance par rapport au continent (degré de pollution).

II.2.2.1.3. Moyens ou méthodes de pêche (capture)

Certaines méthodes de pêche (Sennes, palangre) sont à la base d'un stress parfois important chez le poisson. Ce stress a tendance à épuiser la réserve glycogénique musculaire et à baisser le pH (**BOIVERT, 1980**). Il s'ensuit globalement une augmentation du taux d'histamine (**BILLON, 1978**) en dehors de cela, le traînement du poisson sur le fond marin et pendant longtemps (cas des chahuts de fond) peut être à l'origine d'une contamination secondaire du poisson.

Il faut noter aussi que les blessures faites sur le poisson constituent des portes d'entrée pour les bactéries. La teneur en histamine peut donc varier en fonction du degré de stress subi, de l'état (intégrité) du poisson et de l'importance du contact avec les sources de contamination.

II.2.2.1.4. Hygiène lors de la manutention

Si elle est défectueuse, l'apport microbien par le matériel et le personnel qui entrent en contact avec le poisson peut être quantitativement et qualitativement très important (coliformes grands producteurs d'histamine).

II.2.2.1.5. pH

Chez les scombridés, la chair du poisson à un pH qui varie de 5,5 à 6,5 (ARNOLD et BROWN, 1978). Ce pH baisse après la mort du poisson; sa valeur post-mortem qui est de 5,6 à 5,7 chez le thon, n'inhibe pas le développement des bactéries (BOIVERT, 1980).

Selon l'espèce bactérienne, il existe un pH optimum de développement de synthèse et d'activité enzymatique. Ce pH est généralement acide chez la flore décarboxylant l'histamine (ARNOLD et BROWN, 1978). Ainsi, autrefois *Morganella morganii* appelé *Proteus morganii* à un pH optimal :

- ✓ de développement variant de 5 à 6 (NERISSON, 1976) ;
- ✓ d'activité enzymatique (enzymes histidine-décarboxylases) qui varie de 6,0 à 6,5 (ARNOLD et al., 1978 ; BARADWSKI et al., 1985).

Avec *Klebsiella pneumoniae*, des expériences ont montré un pic d'histamine à un pH compris entre 3,5 et 4,5.

II. 2.2.2. Conditions de stockage

Il s'agit essentiellement d'autres effets de la température ambiante. Ceux-ci sont indissociables du temps ou de la durée de stockage. La température ambiante constitue le facteur extrinsèque le plus important dans la formation d'histamine (FRANK et al., 1984). Elle détermine :

- ✓ la multiplication des bactéries et leur capacité de production d'histamine ;
- ✓ le type de froid appliqué pour la conservation des aliments ;
- ✓ La réfrigération lente.

Toutefois, la multiplication des germes psychrotrophes comme les *Pseudomonas*, n'est arrêtée qu'à environ -5° C et de nombreuses enzymes (ex: les lipases) conservent leur activité même dans le poisson congelé (CHEFTEL et al., 1976). C'est dire que pour une bonne et longue conservation du poisson, la simple réfrigération n'est pas du tout indiquée (CHEFTEL et al., 1976). Mais quand elle est combinée à l'adjonction de sel qui empêche la contamination et la multiplication bactérienne, les résultats (diminution de la production d'histamine) sont meilleurs (ABABOUCHE et al., 1986).

Quant à la congélation et la surgélation, elles se font habituellement à des températures inférieures à -10°C , ce qui n'autorise la multiplication d'aucune bactérie. De plus, la plupart des réactions chimiques sont ralenties, tandis que les réactions métaboliques cellulaires sont complètement arrêtées (CHEFTEL *et al.*, 1977). Un stockage de longue durée et à basse température peut être à l'origine de la destruction de la microflore productrice d'histamine.

Ainsi, nous avons pu constater l'arrêt de la formation d'histamine dans des poissons (maquereaux et sardines) stockés pendant 76 jours entre -16°C et -21°C (NERISSON, 1976) des bateaux (BJORNUM, 1980) :

- ✓ glace à l'eau douce ;
- ✓ glace à l'eau saumâtre (1 p 100 de sel) ;
- ✓ glace à l'eau de mer (3,5 p 100 de sel).

En revanche, les usines de transformation (conserveries de poisson) utilisent habituellement la congélation ou la surgélation.

Le froid peut donc ralentir et même arrêter la formation de l'histamine avant la dernière étape de la filière qu'est la transformation ou la technologie.

II. 2. 2.3. Influence de la transformation

❖ Types de transformation

Plus le produit est transformé, plus il est fragile. Ainsi, les mareyeurs et les transformateurs seront plus exposés à l'apparition d'un risque si la matière première est déjà contaminée au moment du débarquement. Les poissons peuvent contenir des niveaux toxiques d'histamine sans présenter des aspects de dégradation de la fraîcheur. Cette amine est thermostable c'est-à-dire qu'elle n'est pas détruite par la chaleur (alors que les bactéries sont détruites), lors de la cuisson. Aussi, la mise en conserve du poisson (appertisation par la chaleur) ne détruit pas l'histamine.

❖ Les conditions d'exécution de la transformation

Il peut s'agir de :

- ✓ l'hygiène générale ;

- ✓ l'organisation du travail (dans le temps et dans l'espace) ;
- ✓ la conduite des différentes opérations (décongélation, parage, etc.).

Les facteurs qui déterminent l'importance des enzymes histidine-décarboxylases sont donc généralement indépendants du poisson (facteurs extrinsèques).

La formation de l'histamine est par conséquent fonction de différents facteurs (intrinsèques et extrinsèques) qui sont imbriqués les uns dans les autres ou complémentaires.

Par exemple, les conditions optimales de développement *Morganella morganii* type 1 selon **NERISSON (1976)** sont :

- ✓ la température de 20 à 25°C;
- ✓ le pH 5 ;
- ✓ la salinité de 2 à 3p 100.

Par leur influence tantôt favorisante, tantôt inhibitrice, ces facteurs sont à la base de variations du taux d'histamine selon l'étape de la filière poisson.

II.3. Réglementation et normes

II.3.1. Réglementation internationale

Les normes du *Codex Alimentarius* (**FAO, 2001**) ont une approche différente et fixent deux seuils. Le premier est un seuil de qualité, indicateur d'altération du produit (100 mg/kg). Le second, un critère de santé publique, ne doit pas dépasser 200 mg/kg.

II.3.2. Réglementation au niveau européen

Les règlements communautaires CE n°2073/2005, puis n°11441/2007 fixent les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des produits de la pêche.

Le stade d'application du critère est sur les produits avant mise et sur le marché pendant toute sa durée de conservation. Cependant, la méthode d'analyse de référence est la HPLC.

Lors d'un plan de surveillance, neuf échantillons sont prélevés sur chaque lot. Alors, la qualité satisfaisante si :

- ✓ la teneur moyenne ne dépasse pas 100 mg.kg^{-1} ;
- ✓ deux échantillons peuvent dépasser 100 mg.kg^{-1} sans atteindre 200 mg.kg^{-1} ;
- ✓ aucun échantillon ne dépasse 200 mg.kg^{-1} .

La qualité est non-satisfaisante: si au moins un des 3 critères précédents n'est pas rempli.

Ces limites s'appliquent seulement aux poissons des familles suivantes:

- *Scombridés* : (maquereaux, auxides, thonites, thons, thazards, palomettes, bonites) ;
- *Clupeidés* : (harengs, menhadens, ethmaloses, harengules, chardins, sardines, sardinelles, sardinops, sprats, shadines) ;
- *Engraulidés* : (anchois) ;
- *Coryphaenidés* : (coryphènes).

Toutefois, les poissons de ces familles, qui ont subi un traitement de maturation enzymatique dans la saumure, peuvent avoir des teneurs en histamine plus élevées mais ne dépassant pas le double des valeurs indiquées précédemment.

II.3.3. Réglementation au niveau nationale

Arrêté n°065/MIPARH du 01 Juillet 2010 relatif aux critères microbiologiques et chimiques applicables à la production des produits de pêche destinés à la consommation humaine.

Les méthodes de routine utilisables pour le contrôle de la limite en histamine sont les suivantes :

- la méthode de chromatographie sur couche mince (méthode semi quantitative) ;
- la méthode de spectrophotométrie (AOAC «Association des Chimistes Officiels Analytiques», 13^e édition 1980, adaptée).

Cependant, la méthode de référence est la méthode de chromatographie liquide à haute performance.

- Neuf échantillons sont prélevés sur chaque lot.

La teneur moyenne résultant de l'analyse ne doit pas dépasser 100 ppm de produits frais (100 milligrammes par kilogramme de poids frais).

Deux échantillons peuvent avoir une teneur dépassant 100 ppm (100 milligrammes par kilogramme de poids frais) mais n'atteignant pas 200 ppm (200 milligrammes par kilogramme de poids frais).

Aucun échantillon ne doit avoir une teneur dépassant 200 ppm (200 milligrammes par kilogramme de poids frais).

Les limites indiquées ci-dessus s'appliquent seulement aux poissons des familles suivantes : scombridés et clupéidés.

Toutefois, les poissons de ces familles qui ont subi un traitement de maturation enzymatique en saumure peuvent avoir des teneurs plus élevées mais ne dépassant pas le double des valeurs indiquées ci-dessus.

II.4. Teneur en histamine des longes fabriquées à SCODI

La production de l'entreprise est exportée sur le marché de l'Union Européenne. C'est dans le but d'être compétitif en assurant la qualité de leurs produits sur le marché international et de préserver la santé publique, que l'entreprise respecte les normes et les réglementations communautaires. Ainsi, des autocontrôles d'histamine sont faits par un laboratoire privé et au sein des laboratoires de SCODI à chaque production sur tous les produits. En particulier, dans le cas des longes de thon, par un dosage quantitatif par la technique Veratox[®]. Ainsi, la teneur d'histamine doit être inférieure à 30 ppm. Si le taux est supérieur ou avoisine 30 ppm, le test de dosage est repris. Si le taux reste le même, le lot histaminé est saisi et détruit.

II.5. Méthodes de dosage et toxicité

II.5.1. Toxicité

La toxicité de l'histamine varie énormément suivant la voie d'administration. Chez le cobaye, les effets les plus dramatiques (étouffement et mort) sont observés lorsque l'histamine est administrée par la voie sanguine (0,3mg /kg) ou par la voie respiratoire (aérosol de 1mg/l) (NERISSON, 1976).

Seule, l'histamine pure, administrée par voie orale, est sans effet alors qu'elle conserve sa toxicité lorsqu'elle est consommée dans les aliments (ARNOLD et BROWN, 1978).

La potentialisation de la toxicité de l'histamine par d'autres composés présents dans le poisson toxique est suggérée par un certain nombre d'auteurs (**BJELDANES et al., 1978 ; PAIK et BJELDANES, 1978 ; TAYLOR et LIEBER, 1979 ; CHU et BJELDANES, 1981 ; LYONS et al., 1983 ; TAYLOR, 1986 ; STRATTON et TAYLOR, 1991**) et nécessite la présence d'histamine alimentaire. Une barrière de protection dans le mécanisme de potentialisation a été suggérée dans laquelle la liaison de protection de l'histamine à mucine intestinale est perturbée par les potentialisateurs (**PARROT et NICOT, 1966**). Telle que certaines diamines (comme la putrescine, la cadaverine, la spermine et la spermidine) facilitent le passage de l'histamine à travers la paroi intestinale. Malgré l'aide de ces composés, l'histamine connaît une toxicité modérée lorsqu'elle passe par le tube digestif. Pour qu'elle puisse exercer ses effets toxiques sur l'organisme, l'histamine doit gagner la circulation sanguine et cela sous une forme libre et active. Trois théories sont avancées pour expliquer le mécanisme de potentialisation de la toxicité :

- les potentialisateurs inhibent les enzymes métabolisant diamine oxydase (DAO) ou histaminase et histamine N-méthyltransferase (HMT) qui sont présent dans le tractus intestinal (**SATTLER et al., 1988**) ;

- les potentialisateurs interfèrent avec la possible protection intestinale par la mucine qui prévient l'absorption de l'histamine par leur capture (**DURAND et al., 1973, LEHANE et OLLEY, 2000**). **TAYLOR (1985)**, estime cependant que cette inhibition de l'histamine par la rétention de la mucine dans le tractus gastro-intestinale peut jouer un rôle secondaire dans la potentialisation de la toxicité de l'histamine.

- les potentialisateurs stimulent une libération d'histamine endogène (**CLIFFORD et al., 1991, IJOMAH et al., 1991, 1992, BARTHOLOMEW et al., 1987, GESSNER et al., 1996**). Cependant, la théorie et le rôle histamine endogène libéré toutefois reste incertain et sans preuve. L'éventualité d'un passage de corps étrangers (l'histamine en est un) dans le sang suscite toujours une réaction appropriée de la part de l'organisme. Dans le cas des toxines, notamment de l'histamine, un mécanisme de détoxication (ou de détoxification) est rapidement mis en branle. La détoxication se résume en une inactivation et une élimination des composés toxiques hors de l'organisme. L'inactivation de l'histamine peut se faire par oxydation enzymatique, par acétylation ou par méthylation donnant respectivement de l'acide imidazolacétique, de l'acéthylhistamine et du

methylhistamine (NEVEU, 1960). L'histamine inactivée passe dans le milieu intérieur et subit finalement une élimination urinaire (NERISSON, 1976).

Avec cette inactivation ajoutée à la malabsorption ; le sort de l'histamine ensemble compris dans l'organisme. Cette possibilité peut se concevoir, mais à condition que le taux d'histamine soit faible. En effet, lorsque la quantité d'histamine est élevée, le système de détoxication peut être débordé et apparaissent alors la manifestation de l'intoxication histaminique (ABABOUCHE, 1989, NERISSON, 1976). Cependant, la dose seuil entraînant le débordement des systèmes de détoxication est très difficile à déterminer. Elle dépend de multiples facteurs dont la variabilité individuelle.

SIMIDU et HIBIKI (1995), estime le seuil de dose toxique d'histamine dans le poisson est 60 mg/100g (600 ppm). SHALABY (1996) révisé la dose toxique pour l'homme, lors d'ingestion d'aliments contenant l'histamine. Il considère que le seuil de toxicité en général, léger de 8 à 40 mg (bon pour consommation), modéré si inférieure à 40 mg (probablement toxique) et sévère si inférieure 100 mg/100 mg (toxique pour la consommation humaine). Selon AFSSA, on admet généralement que des teneurs en histamine inférieures à 50 mg/kg sont sans effet toxique. De 50 à 100 mg/kg, on observe quelques intoxications légères. De 100 à 1000 mg/kg, le produit est toxique

II.5.2. Méthodes de dosage

II.5.2.1 Méthodes dites de « référence »

Les méthodes de référence utilisées actuellement sont des méthodes spectrofluorimétriques, qui sont :

- La Méthode de séparation HPLC ou CLHP (Chromatographie Liquide Haute Performance) retenue par le règlement européen n°2073/2005 ;
- La Méthode AOAC 977.13 technique de référence aux Etats-Unis et pour le *Codex Alimentarius*.

Ces méthodes sont à la fois précises, sensibles et reproductibles mais demandent un équipement sophistiqué, de même qu'un personnel spécialisé. Elle permet une détermination quantitative des amines biogènes (MALLE et al., 1996, VALLE et al., 1997, DUFLOS et al., 1999). Il existe de

nombreuses méthodes de dosage de l'histamine. On peut les regrouper en fonction des technologies qu'elles utilisent.

II.5.2.1.1. Méthode de séparation HPLC ou CLHP

Cette méthode est basée sur une extraction acide de l'échantillon, suivie d'une séparation par HPLC. En raison de la structure des molécules, la détection se fait par l'intermédiaire de dérivés fluorescents préparés automatiquement en sortie de colonne de chromatographie. Cette automatisation permet de garantir une bonne répétabilité et un seuil de quantification de 5mg/kg.

- **Principe de la méthode :**

Les amines biogènes sont extraites par l'acide perchlorique 0,2 M et marquées au chlorure de dansyle ; la dérivation des amines est nécessaire pour la détection en absorption UV à 254 nm des dérivés dansylés. Après dérivation, la proline est ajoutée pour fixer l'excès de chlorure de dansyle. La solution est saturée par ajout de toluène. Après décantation, la phase organique contenant les dérivés d'amines biogènes est récupérée après congélation de la phase aqueuse puis évaporée à froid sous flux d'azote. Le résidu sec contenant les amines dérivées est redissous dans 200 ml d'acétonitrile, filtré sur membrane de porosité 0,2 mm puis injecté en HPLC. Les amines sont séparées sur une colonne en utilisant un gradient d'élution eau/acétonitrile. La durée de la séparation est de 30 mn. Le chromatogramme présente les 7 pics des amines classiques et celui de l'étalon interne.

II.5.2.1.2. Méthode AOAC

- **Principe de la méthode :**

L'histamine est extraite par broyage de 50 g de chair en présence de 50 ml d'acide trichloracétique à 10%. L'extrait trichloracétique est filtré puis purifié par transfert dans le réservoir de la colonne chromatographique contenant 5 g de résine tamponnée à pH 4,62. L'histamine est ensuite récupérée au moyen d'une solution d'acide chlorhydrique 2N dans un flacon jaugé de 20 ml qui sera complété au trait de jauge. Elle subit une réaction de condensation avec l'orthophtaldéhyde (0,1 ml) en présence de soude normale (1 ml). Au bout de 3,5 minutes, après agitation, on ajoute 2 ml d'acide

chlorhydrique 0,7 N puis on mesure la fluorescence de la solution inconnue après avoir réglé le zéro de l'appareil sur le blanc-réactif et le 100% sur la solution étalon.

II.5.2.2 Autres méthodes de séparation utilisée par les laboratoires

II.5.2.2.1. Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)

- **Principe de la méthode :**

L'histamine est extraite de l'échantillon grâce à une solution alcaline de méthanol puis injecté dans la colonne chromatographique pour être dosée. Le dosage de l'histamine ainsi contenue dans l'échantillon de chair du poisson prend moins de 20 minutes. La lecture est possible jusqu'à 5000 ppm (BAO-SHYUNG, JIH-TERNG, YOUK-MENG, 2003). C'est une méthode quantitative rapide et très fiable. Elle permet, tout comme HPLC, de détecter la présence d'autres amines biogènes.

II.5.2.2.2. Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince permet, dans certaines conditions, une bonne séparation de l'histamine. Cette méthode permet de traiter en série les échantillons, elle est peu onéreuse et demande peu de matériel spécifique. Par contre, elle est semi-quantitative.

- **Principe de la méthode :**

Sont utilisées comme références, des échantillons de poisson exempts d'histamine auxquels sont ajoutées des quantités connues d'histamine. L'échantillon à analyser et les échantillons de référence sont attaqués par l'acide trichloracétique à 10% afin de précipiter les protéines. Les acides aminés et l'histamine passent dans le filtrat. Celui-ci peut être conservé à température ambiante plusieurs semaines sans subir d'altération gênante pour le dosage de l'histamine. Les dépôts de trichloracétique sont effectués avec précision sur plaque d'alumine. Après séchage de la plaque, l'histamine est éluée à température ambiante par le mélange éthanol-ammoniaque. L'élution dure environ deux heures pour un déplacement du front de solvant de 10 cm .

II.5.2.3. Méthodes immuno-enzymatiques

II.5.2.3.1. Méthodes qualitatives

A la recherche d'un test rapide et performant, la Confédération des Industries de Traitement des Produits de la Pêche Maritime (CITPPM) a demandé à TRANSIA-DIFFCHAMB de développer un test qui pouvait répondre au cahier des charges initial suivant :

- ✓ fiable et facile à interpréter ;
- ✓ simple d'emploi (utilisable au pied du bateau) ;
- ✓ rapide (ordre de grandeur : 30 mn) ;
- ✓ faible coût (inférieur au coût de la perte qu'il prévient).

Le kit de détection rapide de l'histamine développé par TRANSIA-DIFFCHAMB et répondant au cahier des charges à été validé en 1995 par l'AFNOR.

▪ Principe du test :

Le test est basé sur une réaction immuno-enzymatique de compétition et utilise comme support réactionnel des tubes à hémolyse au fond desquels sont solidement fixés des anticorps monoclonaux spécifiques de l'histamine. Dans un premier temps, l'utilisateur doit broyer quelques grammes de poisson dans une solution d'extraction et doit, avec deux réactifs appropriés, réaliser l'opération qui consiste à complexer l'histamine préalablement extraite de la chair. Dans un deuxième temps, les extraits sont déposés dans les tubes réactionnels (1 tube par échantillon). Un tube par série est utilisé comme témoin négatif, un tube par série est utilisé pour la réalisation d'un témoin positif. Un conjugué histamine/enzyme est immédiatement ensuite ajouté dans chaque tube. L'histamine conjuguée entre alors en compétition avec l'histamine libre présente dans l'extrait pour se fixer aux anticorps spécifiques. Plus la quantité d'histamine dans l'extrait est forte, moins le conjugué histamine/enzyme peut se fixer aux anticorps. Après incubation de 45 minutes à température ambiante, un lavage des tubes est soigneusement réalisé à l'eau distillée ou déminéralisée afin que ne demeurent dans les tubes réactionnels que les éléments fixés aux anticorps. L'étape finale consiste à ajouter un mélange substrat et chromogène dans chacun des tubes et à laisser incuber 10 minutes .

II.5.2.3.2. Méthodes semi-quantitatives

La méthode immuno-enzymatique sur support solide (méthode ELISA pour *Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*) repose sur la mise en compétition de l'histamine contenue dans l'échantillon avec de l'histamine exogène marquée, toutes deux entrant en compétition pour se fixer sur des anticorps spécifiques. Elle est disponible dans des trousseaux permettant une utilisation facile et une application à des séries importantes d'échantillons.

- **Principe :**

Après extraction avec une solution d'acide trichloracétique, l'histamine est couplée à la parabenzoquinone. Le complexe est alors détecté dans un test ELISA (*Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*) par compétition, par des anticorps spécifiques, qui sont fixés à la surface de tubes en polystyrène. Les différents kits semi-quantitatifs proposés peuvent être utilisés pour des teneurs en histamine comprises entre 25 et 200 ppm. Une fois, les échantillons préparés, la densité optique est lue sur un spectrophotomètre et la valeur indiquée comparée avec les différentes valeurs de densité optique lues à partir des différentes solutions étalons (et concentration en histamine connue : 25; 50; 100 et 200 ppm).

Elle est disponible dans des trousseaux permettant une utilisation facile et une application à des séries importantes d'échantillons. La méthode HPLC est principalement utilisée comme méthode de confirmation, alors que la chromatographie en couche mince et la méthode ELISA sont plutôt utilisées comme des méthodes de « dépistage » .

CHAPITRE III : INTOXICATIONS HISTAMINIQUES

Empoisonnement par les scombridés, ou l'intoxication histaminique, est un type d'intoxication alimentaire avec des symptômes et un traitement similaire à celles qui sont associées aux allergies de fruits de mer. La consommation d'aliments renfermant de fortes quantités d'histamine peut induire des effets toxiques dans l'organisme.

III.1. Le rôle de l'histamine dans l'organisme

Histamine : 4-(2-aminoethyl)imidazole (ou Imidazolalkylamine), est une amine dibasique vasoactif et un neuromédiateur largement impliqué dans les phénomènes inflammatoires et allergiques. Dans le corps, elle est synthétisée à partir d'un acide aminé : l'histidine. L'histamine se trouve dans la plupart des tissus du corps, mais est fortement concentrée dans les poumons, la peau et des voies gastro-intestinales. Histamine est une molécule messager dans le corps humain et donc pas une toxine naturelle. Elle est stockée par les cellules immunitaires, les mastocytes, qui la libèrent lorsqu'ils sont stimulés par la présence d'une molécule étrangère comme un allergène dans les cellules entérochromaffines et les neurones. L'histamine cible une série de récepteurs histaminergiques et ses diverses actions sont effectuées par les récepteurs histaminiques H1, H2, H3 et H4 et l'histamine a de nombreuses fonctions vitales sur la santé humaine allant du contrôle de la sécrétion de l'acide gastrique à la neurotransmission dans le système nerveux central (**KATZUNG, 2007, MAINTZ et NOVAK, 2007**).

Les autres rôles vitaux de l'histamine comprennent la médiation de la perméabilité vasculaire et la sécrétion de mucus, immuno-modulation, l'hématopoïèse, la cicatrisation des plaies, la régulation de l'histamine et la polyamine induit la prolifération cellulaire et une angiogénese dans des modèles tumoraux (**KUSCHE et al, 1980, RAITHEL et al., 1998**). Selon, **KALCHMAIR et al., (2003)** l'histamine provoque également une ischémie intestinale. Pour beaucoup, la plus familière et dramatique observation de la réponse d'histamine implique le système immunitaire et, plus spécifiquement, des réactions allergiques (**WHITE, 1990**). Certaines réponses induites par l'histamine et ses récepteurs, tels que la vasodilatation, la contraction des muscles lisses, des altérations de la pression artérielle, la stimulation des fibres nerveuses nociceptives, tachycardie, arythmie et, semblent être en corrélation avec les symptômes de l'intoxication histaminique.

Les récepteurs H1 et H2 provoquent des réponses reconnaissables dans les symptômes de l'empoisonnement par l'histamine comme l'urticaire, des démangeaisons, des rougeurs (MAINTZ et NOVAK, 2007) et également des actions sur le système cardiovasculaire (TAYLOR, 1986). Bien que pas inclus dans la discussion sur les symptômes d'une intoxication histaminique (TAYLOR, 1986) car ils ont été découverts plus récemment, les récepteurs H3 modulent la libération de neurotransmetteurs dans le système nerveux central et sont connus pour causer des maux de tête, des nausées et vomissements (MAINTZ et NOVAK, 2007). De même, bien qu'on en sache moins sur eux, les récepteurs H4 peuvent jouer un rôle en cas d'intoxication par les scombridés et ne devraient pas être écartée. Du côté de ces récepteurs spécifiques histaminergiques, l'histamine se lie également aux cytochromes P 450 (CYP450) un ensemble essentiel des enzymes métaboliques (BRANDES et al., 1998).

Compte tenu du rôle de l'histamine dans l'empoisonnement par les scombridés, il est important de connaître son métabolisme dans le corps humain lors de cette intoxication (TAYLOR et al., 1989). En effet, la diamine oxydase (DAO) et l'histamine N-méthyltransférase (HNMT) sont les deux enzymes du métabolisme histaminique chez l'homme (BROWN et al., 1959, BIEGANSKI et al., 1980,1983, MAINTZ et NOVAK, 2007). La DAO n'est pas localisée dans le cytosol comme la HNMT (BROWN et al., 1959) et est excrétée directement dans la circulation (SCHWELBERGER et al., 1998). Ainsi la DAO est considérée comme l'enzyme majeur dans le catabolisme de l'histamine (BIEGANSKI et al., 1980,1983). Elle est responsable d'éliminer les déchets de l'histamine extracellulaire, après l'ingestion d'aliments riche en histamine. L'interférence avec ces enzymes peuvent avoir des conséquences graves, comme le montre l'action de divers médicaments qui inhibent la DAO (SATTLER et al., 1985; SATTLER et LORENZ, 1990, NOVOTNY et al., 1994) ou HNMT (PACIFICI et al., 1992). Il y a également eu des cas d'empoisonnement par les scombridés où les médicaments ont été clairement mis en cause comme des facteurs contribuant (URAGODA et KOTTEGODA, 1977 ; SENANAYAKE et VYRAVANATHAN, 1981 ; CHIN et al., 1989 ; STRATTON et TAYLOR, 1991) .

III.2. Symptomatologie

Les symptômes s'installent typiquement dans les 10 minutes à 1heure après la consommation de poissons toxiques (ANSDELL, 2008).

Les symptômes sont variables (**ARNOLD et BROWN, 1978 ; KIM, 1979 ; GILBERT et al., 1980 ; TAYLOR, 1986**) .

Ils comprennent le goût poivré ou métallique caractéristique perceptible dès la première bouchée, l'engourdissement orale, les maux de tête, le vertige, les palpitations, le pouls faible et rapide (pression sanguine basse), difficulté à avaler, et la soif.

Le tableau est assez varié (atteinte cutanée, neurologique cardiovasculaire et digestive) mais généralement un individu ne présente pas tous les troubles décrits par les auteurs.

- ◆ Symptômes cutanées :

Des symptômes comme l'urticaire, l'éruption cutanée, les rougeurs et les soins du visage jaunissant (**KIM, 1979 ; TAYLOR et al., 1989**).

- ◆ Symptômes neurologiques :

Les symptômes impliquant le système nerveux central (SNC) telles que l'anxiété (**RUSSEL et MARETIC, 1986 ; SABROE et KOBZABLACK, 1998 ; SPECHT, 1998**) sont moins souvent observées.

- ◆ Symptômes cardiovasculaires :

L'étourdissement ; des céphalées violentes (crises migraineuse pulsatiles ressenties au niveau du front et des tempes) et des vertiges. Ainsi qu'une sensation de chaleur vive accompagnée de sueur. De même que des palpitations cardiaques de grandes intensités (jusqu'à 150 battements) à l'origine du pouls rapide et de la modification de la tension artérielle (hypotension) ; une rougeur de la face, du cou et du thorax due à une vasodilatation intense, sensation de brûlure, démangeaisons. Il s'agit du symptôme le plus constant et le plus caractéristique de l'intoxication histaminique (**ARNOLD et BROWN, 1978, BILLON, 1978**).

Rares sont les graves complications cardiaques et respiratoires observées, exceptées les personnes ayant des conditions préexistantes (l'asthme, etc...) (**RUSELL et MARETIC, 1986, TAYLOR et al., 1989, ASCIONE et al., 1997**). Dans quelques rare cas d'hospitalisation, le traitement pour un choc anaphylactique a été nécessaire (**SANCHEZ-GUERRERO et al., 1997, OTANI et al., 2004**).

- ◆ Symptômes digestifs :

Les symptômes moins spécifiques tels que les nausées, les vomissements, les crampes abdominales et la diarrhée sont également connus (**GILBERT et al., 1980**).

La récupération est généralement complète en 24h, mais dans de rares cas peut durer pendant des jours (**TAYLOR, 1986**).

L'incidence de ce phénomène, trop souvent pris pour une allergie alimentaire, est sous estimée à cause d'un mauvais diagnostic. Les intolérances à l'histamine traduisent manifestement une prédisposition individuelle et entrent dans le cadre des maladies dites "fausses allergies alimentaires" car elles miment cliniquement l'allergie alimentaire sans mettre en jeu de mécanismes immunologiques de type IgE dépendant. Ainsi, certains patients présentent des symptômes lors de l'ingestion d'aliments contenant de l'histamine à des doses parfaitement bien tolérées par des sujets normaux. Il existe de grandes variations entre les sensibilités des individus à l'intoxication histaminiques (**MOTIL et SCRIMSCHAW, 1979**) .

Par ailleurs, l'ingestion d'aliments contenant des doses élevées d'histamine comme certains poissons ou certains fromages, peut entraîner chez tous les sujets une réaction ressemblant à une réaction anaphylactique de sévérité proportionnelle à la quantité ingérée pouvant aller au choc histaminique.

III.3. Epidémiologie

Les intoxications par l'histamine, souvent associées à une allergie alimentaire, ne donnent pas toujours lieu à une déclaration, ce qui conduit à une sous-estimation de leur nombre réel (**TAYLOR et al., 1989, GELLER et al., 1992, WU et al., 1997, LEHANE et OLLEY, 2000**). À l'échelle internationale, 4 122 cas ont été signalés au Japon de 1970 à 1980 et 1523 de 1994 à 2005 ; 489 cas l'ont été au Danemark (1986-2005), 1300 au Royaume-Uni (1976-2004), 535 à Taïwan (1986-2001) (**DALGAARD et al., 2008**). En France, 2 635 cas ont été observés de 1987 à 2005 et parmi les plus récents, on peut citer les événements suivants :

- ✓ en 2006, les intoxications de 19 personnes à la Réunion par la consommation de thon rouge et de 29 personnes par du thon servi dans le restaurant d'entreprise Sodexo à la Défense ;

- ✓ en 2007 : les intoxications de 135 personnes dans six établissements scolaires de la Martinique par du thon « basquaise », de 35 personnes en Alsace par du thon frais et de cinq personnes à Toulon;
- ✓ en 2008, l'intoxication de deux personnes en Martinique par du thon.

En Afrique, les déclarations des cas d'intoxication histaminique ne sont presque pas déclarés, ce qui conduit à une sous – estimation de leur nombre réel.

Ces chiffres, et ceux présentés dans le tableau VI, montrent l'importance de cette toxi-infection.

Tableau VI: Intoxications histaminiques par an et par nombre d'habitants

Pays	Période	Nombre de personnes touchées en moyenne, par an et pour un million d'habitants
Hawaï (USA)	1990-2003	31
Danemark	1986-2005	4 ,9
Nouvelle Zélande	2001-2005	3,1
Japon	1970-1980	3,2
	1994-2005	1,1
France	1987-2005	2,5
Finlande	1998-2005	2,1
Taïwan	1986-2001	2,1
Royaume-Uni, Suisse, Afrique du Sud, Australie, USA, Canada		<1

Source : DALGAARD, 2007.

III.4. Traitement

Le traitement des intoxications histaminiques comprend l'administration d'antihistaminique et représente une option thérapeutique majeur (**LERKE et al., 1978 ; BLAKESLEY, 1983 ;**

MONROE et al., 1997 ; GUSS, 1998). Les antihistaminiques, qui sont bien absorbés à partir de l'intestin et sont principalement métabolisés dans le foie, agissent sur une période d'environ 4-6 heures. Ils sont disponibles en tant que médicaments en vente libre ou délivrés sur ordonnance. Les tableaux VII et VIII sont des listes communes d'antihistaminiques disponibles (**ALTRUIS, 2002, NELSON, 2002, ROSSI, 2004**).

Tableau VII : Antihistaminiques présentant un effet anti-H2

Dénomination Commune	Dénomination Commerciale	Posologie (mg/j)	Voie d'administration
Cimétidine	TAGAMET	1000	Orale, parentérale
Ranitidine	RANIPLEX, AZANTAC	150-300	Orale, parentérale
Mizatidine	NIZAXID	150-300	Orale, parentérale
Famotidine	PEPDINE	20-80	Orale, parentérale

Source : **BOULAY, 1999**

Tableau VIII : Antihistaminiques présentant un effet anti-H1

Famille chimique	Dénomination Commune	Dénomination Commerciale	Posologie (mg/j)	Voie d'administration
Ethanolamine	Diphendylramines	ALLERGA, NAUTAMINE	45-250	Orale, rectale
	Carbinoxamines	ALLERGEFON	6-12	Orale
	Doxylamine	MEREPRIME	13-25	Orale
	Clémastine	TAVEGYL	1-4	Orale
Ethylènediamines	Mépyramine	PYRILAMINE, NEOANTERGAN		
	Histapyrrodine	DOMISTAN	50-150	Orale
Propylamines	Dexchlorphéniramine	POLARAMINE	6-12	Orale, parentérale
	Bromphéniramine	DIMEGAN	12-32	Orale
	Tripolidine	ACTIDILON	5-10	Orale
Phénothiazines	Prométhazine	PHENEGAN	50-150	Orale, rectale, parentérale
	Oxoméazine	DOXERGAN	10-40	Orale
	Méquitazine	PRIMALAN	5-10	Orale
	Alimémazine	THERALENE	5-40	Orale
	Isouthipendyl	ANDATOL	12-24	Orale, parentérale
	Dimétiotiazine	MIGRISTENE	20-80	Orale
Pipérazines	Chlorcyclizine	DIPARALENE	50-100	Orale
	Buclizine	LOGIFENE, APHLAN	25-100	Orale
	Cinnarizine	STUGERON, MIDRONAL	20-60	Orale, rectale
	Cyclizine	MARZINE	50-300	Orale
	Hydroxyzine HCL	ATARAX	50-100	Orale, parentérale
	Méclozine	POSTAFENE		
Pipéridines	Cyproheptadine	PERIACTINE	4-16	Orale
	Azatadine	INDULAN	1-2	Orale

Source : **BOULAY, 1999**

III.5. Prévention

L'apparition des intoxications histaminiques nécessite deux conditions majeures :

- ✓ l'existence de denrées en haute teneur en histamine ;
- ✓ la consommation de ces denrées toxiques.

Par conséquent, le seul moyen de prévention de ces intoxications implique la maîtrise simultanée de ces deux paramètres.

III.5.1. Empêcher la formation importante d'histamine dans les aliments

Pour atteindre ce but, il faudrait chercher à limiter la prolifération bactérienne par conséquent minimiser l'action des enzymes bactériennes et tissulaires. Pour ce faire, on doit pratiquer une méthode de pêche moins stressante et des moyens de capture adéquate. Avec les nouvelles méthodes de pêches (senneurs, palangriers), ne pas garder le poisson pendant longtemps sur le fond marin. Cette pêcherie doit se faire loin des continents à cause des pollutions des eaux marines.

Par ailleurs, il est important de faire la saignée car cela accélère le refroidissement du poisson. En effet, contrairement aux autres espèces, le thon est un poisson à sang chaud. La saignée permet aussi d'éliminer les toxines circulant dans le sang telles que l'acide lactique qui cause la brûlure de la chair et, surtout, d'améliorer la couleur et l'apparence de la chair (**BEVERLY et al., 2003**). On les saigne le plus souvent en pratiquant deux incisions sous le pli des nageoires pectorales (**BLANC et al., 2005**). La qualité et la durée de conservation de nombreux poissons diminuent si ces derniers n'ont pas été éviscérés. Le système digestif du poisson renferme de nombreuses bactéries productrices d'enzymes digestives. Ces dernières sont capables de créer une autolyse prononcée post mortem qui peut produire une saveur désagréable spécialement dans la région abdominale ou même causer l'éclatement du ventre. De plus, le fait d'éviscérer permet d'effectuer un contrôle visuel pour détecter la présence de parasites.

Cependant, l'éviscération a aussi ses inconvénients. Elle expose la cavité abdominale et les surfaces découvertes à l'air, les rendant susceptibles à l'oxydation et à la décoloration (**HUSS, 1999**). De ce fait, il faut considérer de nombreux facteurs tels que l'âge du poisson, son espèce, le taux de lipides, les zones et les méthodes de pêche avant de décider s'il vaut mieux l'éviscérer ou non.

D'autres paramètres peuvent augmenter l'altération tels que les dommages physiques sa finesse, la chair du poisson s'abîme facilement ; toute meurtrissure ou manipulation brutale favorise la contamination bactérienne et la production d'enzymes, ce qui accélère le taux d'altération. En outre, si l'on ne manipule pas le poisson avec soin, on risque de crever les intestins et d'en répandre le contenu dans la chair du poisson.

Bien faite et conjuguée à la destruction de la moelle épinière (méthode tanaguchi), la perforation du cerveau du thon interrompt toutes les réactions biochimiques dans le poisson et permet donc de préserver sa fraîcheur et la couleur de la chair.

Comme pour les risques liés à la santé, la meilleure lutte contre l'altération est la mise à température proche de la glace fondante le plus rapidement possible. En effet, en abaissant la température aux environs de 0°C, le développement des micro-organismes d'altération et pathogènes est réduit, diminuant ainsi le taux d'altération et réduisant ou éliminant certains risques de santé publique **(OFIMER, 2006)**.

Les différents types de refroidissement sont cités dans l'ordre de leur performance :

- La glace écaille ;
- L'immersion avec trois techniques : La saumure, l'Eau de Mer Refroidi (EMR) et la glace liquide.

Les vitesses de refroidissement dépendent surtout de la surface par unité de poids du poisson exposé à la glace ou au mélange glace/eau refroidie. Plus la surface par unité de poids est importante, plus la vitesse de réfrigération est rapide et plus le temps nécessaire pour atteindre environ 0°C au centre thermique du poisson est court. Les gros poissons comme le thon peuvent nécessiter un temps considérable de réfrigération. Les poissons avec des dépôts gras et une peau épaisse, comme le thon, mettront plus longtemps à refroidir que les poissons maigres et les poissons à peau fine de même taille. Ainsi le respect essentiel de la chaîne de froid et ne le rompre à aucun moment.

Cependant, le mode de conditionnement (notamment l'emballage sous atmosphère modifiée) peut diminuer la formation d'histamine pour quelques espèces de poisson.

Ces mesures sont indispensables et efficaces afin de prévenir les intoxications histaminiques. Mais elles s'inscrivent dans la recherche de la qualité des produits transformés, et le respecter des règles de l' HACCP.

III.5.2. Empêcher la consommation des denrées toxiques

L'objectif est de prendre des mesures préventives spécifiques.

Elles se présentent sous trois aspects :

- ✓ aspect réglementaire ;
- ✓ recherche d'histamine ;
- ✓ sensibilisation du public.

L'aspect réglementaire consiste à définir des normes en matière d'histamine et de les faire respecter lors des différentes transformations commerciales. Il est donc nécessaire de procéder à une recherche de l'histamine dans le poisson, de confronter les résultats trouvés aux normes en vigueur dans le pays et de prendre les sanctions qui s'imposent (saisie ou refoulement, destruction des stocks).

Enfin, l'Etat ou les entreprises doivent observer une politique d'éducation et d'information du public. Ainsi le consommateur averti évitera par exemple de manger du thon altéré ou fermenté séché (en tous cas pas en grande quantité) tandis que les pêcheurs ou les industriels adopteront les pratiques qui garantissent une meilleure qualité des produits.

LEHANE et OLLEY, 2000 Suggère que des améliorations peuvent être apportées avec l'analyse des risques points critiques (HACCP) et l'établissement de normes internationales. Le système HACCP est une stratégie préventive de gestion des poissons plutôt que l'inspection des produits finis. Chez les scombridés, la spécification du temps et la température définie le contrôle des points critiques(CCP) afin d'éviter la contamination (**FDA/CFSAN, 2001**).

Après cette étude détaillée sur le thon, l'histamine et les intoxications histaminiques dans la partie bibliographique, ne serait-il pas important d'évaluer le taux d'histamine contenu dans le thon à travers une étude expérimentale ?

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE I : CADRE DE L'ETUDE

I.1. Cadre d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la ville d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Abidjan est située au bord du Golfe de Guinée. Cette position avantageuse a contribué à l'implantation d'une industrie thonière importante au port de pêche situé au port autonome.

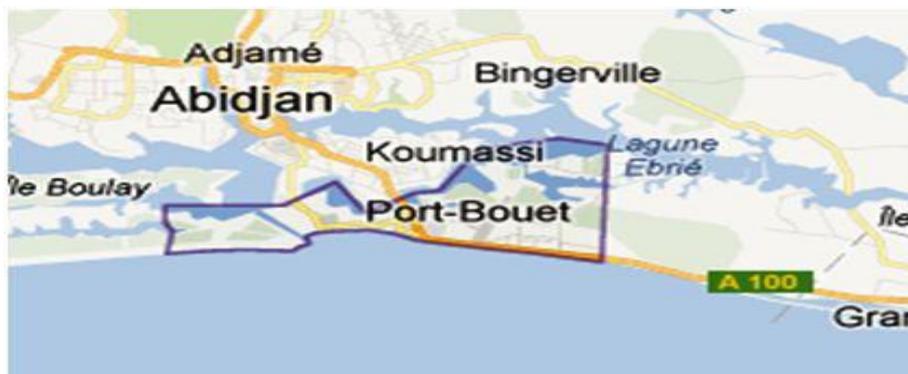


Figure 8 : Carte d'Abidjan présentant le lieu d'étude et sa périphérie
(Source : google map, 2012)

I.1.1. Présentation de la SCODI

Située au quai 15 du port de pêche, la société de conserves de Côte d'Ivoire (SCODI) a été créée en 1963. Elle était à l'origine une filiale de SAUPIQUET, qui fabriquait uniquement des conserves appertisées de thon. La création de l'entrepôt frigorifique d'une capacité de 8.000 tonnes, a permis son extension. En novembre 2005, elle fut rachetée par le groupe OMKA. Le changement d'actionnariat en novembre 2008, fait qu'elle appartient désormais à la Holding Thunnus Overseas Group (TOG). La SCODI a un effectif d'environ 600 personnes dont 300 sont des femmes. Elle est spécialisée dans la production de conserves à l'huile, à l'eau saumurée et les longues précuites surgelées. La quantité moyenne de thon frais transformée par jour est d'environ 70 tonnes par jour. L'usine comporte deux lignes de production : une ligne pour du thon précuit et une ligne pour du thon cru. Les produits sont exportés vers les pays européens.

I.2. Diagramme du process des longes surgelées

La figure 9 présente le diagramme simplifié du process des longes surgelées provenant du manuel sécurité des aliments – HACCP de la société SCODI : version 11 du 14/06/2010. (Voir annexe I)

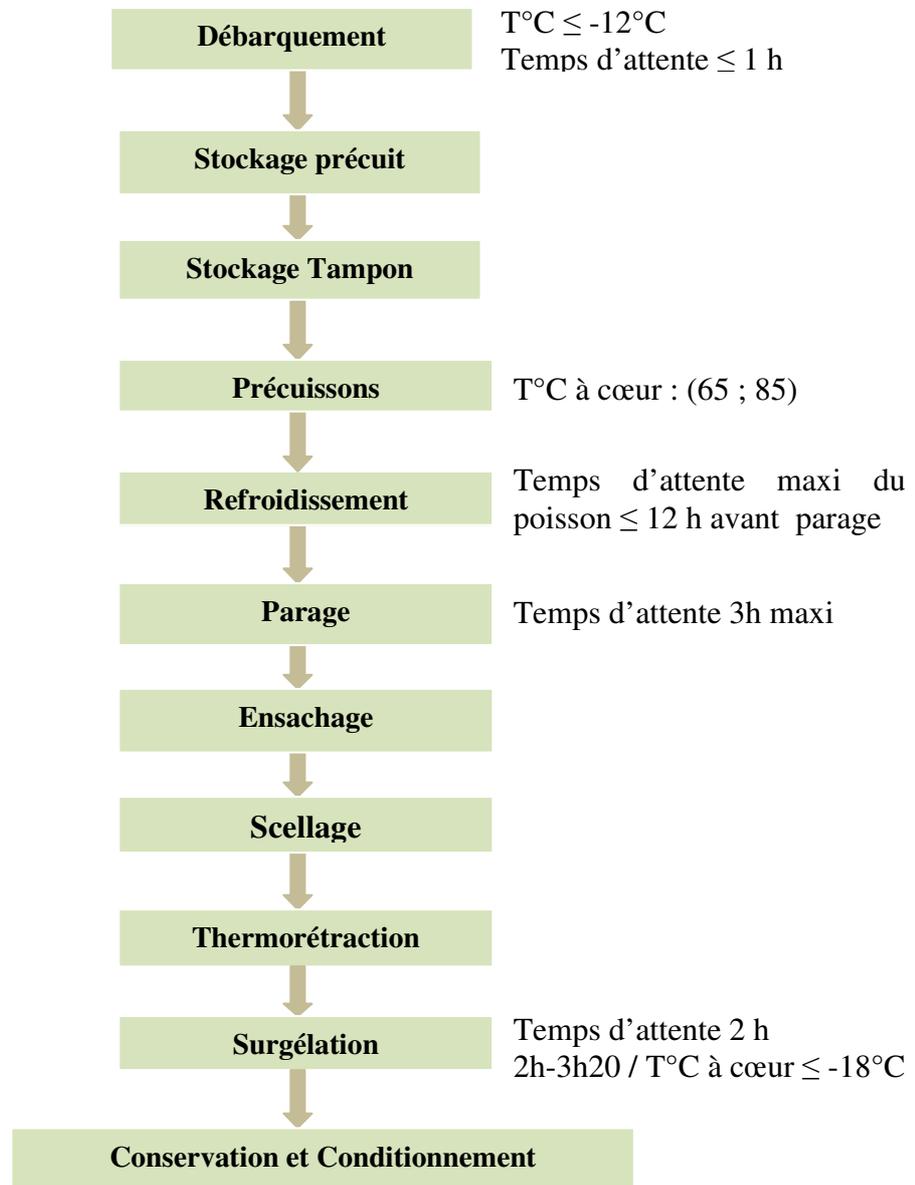


Figure 9 : Diagramme simplifié du process des longes surgelées à la SCODI, 2010 .

Le tableau IX récapitule le diagramme du process des longes et montre de façon succincte les principales opérations et leur durée.

Tableau IX : Récapitulatif du diagramme du process des longes surgelées

Etapes	Principales opérations	Température T°C	Durée moyenne
Débarquement	Vérification température avant sortie de cuves Identification des bacs	≤ -12°C	1H
Stockage précuit	Stockage en chambre froide négative Pesée entrée Pesée sortie		
Stockage tampon	Stockage en chambre froide positive		
Sizing	Tranchage Tri par taille		
Précuissons	Entrée four Sortie four	T°C à cœur : (65 ; 85)	
Refroidissement ★	Refroidissement (arrosage à l'eau)		≤12 h
Parage ★	Elimination (peau, arrêt, éviscération, muscle rouge) Pesée		3H Maxi
Ensachage ★	Tri couleur Ensachage Pesée et ajustage		
Scellage	Scellage Aplatissage Marquage		
Thermorétraction	Détecteur de métaux Thermorétraction		
Surgélation ★	Surgélation	T° 2h-3h/T°C à cœur ≤ - 18°C	2H
Conservation conditionnement	et Palettisation Identification Filmage Cerclage Chargement containers ; expédition		1H

☞ ★: Etapes où les prélèvements ont été faits.

I.2.1. Identification des étapes critiques

Le temps et la température déterminent les points critiques du process afin d'éviter la contamination.

I.2.2. Paramètres influençant l'évolution de la teneur en histamine

Différents paramètres influencent l'évolution de la teneur en histamine, durant le process de fabrication des longes qui sont : la température, le délai, la présence microbienne, le pH, la salinité.

- la température doit être surveillée tout au long de la chaîne de froid et ne doit pas être rompue :
 - ✓ au début de la décongélation (stockage) ;
 - ✓ au niveau de la surgélation ;
- le délai d'attente est à respecter scrupuleusement car ce temps ne doit pas être dépassé :
 - ✓ au début de la décongélation ;
 - ✓ au refroidissement ;
 - ✓ au parage (muscle rouge) ;
- la contamination microbienne :
 - ✓ le degré de contamination avant stockage ;
 - ✓ condition de stockage ;
 - ✓ influence de la technologie (hygiène de travail et personnel).
- le pH : permet de mesurer l'acidité ou la basicité du poisson. Un pH acide empêche une prolifération microbienne, néanmoins l'acidité présente un danger sanitaire pour l'homme. C'est pourquoi le pH est un facteur pris en compte et mesuré par les industries de conserverie.
- La salinité : Le taux de sel doit être inférieur à 1,5. Toutefois dans l'intérêt de satisfaire les exigences de la clientèle en fonction du cahier de charge, la SCODI mesure le taux de sel dans le thon au débarquement et en fin de production.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

Il s'agit du matériel biologique (échantillons), matériel technique et de laboratoire utilisés dans le cadre du travail.

II.1.1. Echantillons et conditionnements

Les prélèvements ont été effectués sur le thon (albacore ou *thunnus albacares*) au cours des stades de :

- ✓ Refroidissement-parage ;
- ✓ Parage-ensachage ;
- ✓ Ensachage-surgélation.

Suivant l'état du poisson (déterminé par le stade de fabrication), il existe un matériel adéquat pour sa conservation et son acheminement au laboratoire (Tableau X).

Tableau X : Stade de fabrication, état du poisson, matériel pour le conditionnement

Stade de fabrication	Etat du poisson	Matériel pour le conditionnement
Refroidissement-parage	Poisson cuit	1bac ,1boîte
Parage-Ensachage	Poisson cuit	1boîte
Ensachage-Surgélation	Poisson en sachet	1sachet plastique

II.1.2. Matériel de laboratoire

Il s'agit des instruments utilisés pour les prélèvements, la préparation et le dosage de l'histamine dans des différents échantillons de thon. Cela nécessite :

- ✓ une balance SARTORIUS® (balance de précision : sensibilité 0,1 mg) ;
- ✓ un broyeur Ultra-turrax® ;

- ✓ un lecteur de plaque Neogen® Corporation 650 nm ;
- ✓ des entonnoirs en plastique ;
- ✓ un chronomètre ;
- ✓ un kit veratox ;
- ✓ une micropipette de précision (20-100µL) ;
- ✓ des béchers de 50 ml ;
- ✓ des burettes de 100 ml ;
- ✓ des éprouvettes graduées de 25 ml et de 1L ;
- ✓ des tubes plastiques ;
- ✓ du papier filtre.

II.2. Méthodes

Elle se résume à un suivi d'histamine tout au long du process de fabrication des longes surgelées de thon. Le but est d'évaluer la teneur d'histamine en fonction du délai d'attente.

II.2.1. Prélèvements : mode et identification

L'échantillonnage s'est déroulé durant la période allant de septembre 2010 à Janvier 2011. Il a été réalisé, sur des poissons entiers (d'albacore) précuits utilisés au niveau de la chaîne de production. L'étude a porté sur 30 thons « albacores » (*Thunnus albacares*). Les échantillons ont été prélevés au niveau de la partie postérieure du poisson, après avoir enlevé la peau conformément aux modalités de prélèvement pour la recherche et le dosage d'histamine (**PELLISSIER, 2007**). A chaque étape du process, il a été prélevé au fur et à mesure 100 g de chair (du muscle blanc). Ainsi plusieurs séries de prélèvements (échantillonnage) sont effectuées. Pour chaque échantillon, un même lot de 3 poissons de taille à peu près identique est soumis à des prélèvements à l'étape refroidissement-parage, qui est laissé pendant 12 heures à la température ambiante. Les mêmes échantillons seront envoyés au parage où ils subiront un temps d'attente de 3 heures. Enfin, les mêmes échantillons sont restés 2h à l'ensachage. Au fur et à mesure qu'ils sont effectués, les prélèvements sont acheminés au laboratoire pour dosage de l'histamine. Par ailleurs, ils sont mis séparément dans les bacs et ne sont pas mélangés aux autres poissons de la chaîne de fabrication.

II.2.2. Dosage de l'histamine :

II.2.2.1. Principe

Les dosages immunoenzymatiques de l'histamine sont réalisés par compétition entre l'histamine modifiée de l'échantillon et le conjugué enzymatique, utilisé comme traceur, pour la liaison à l'anticorps immobilisé.

L'histamine acylé de l'échantillon et le conjugué sont ajoutés dans les micropuits revêtus d'anticorps où ils entrent en compétition pour leur liaison à un nombre limité de sites anticorps. Après incubation, le contenu de chaque puits est rincé afin d'éliminer les composants non liés. L'activité enzymatique liée est mesurée par addition de substrat chromogène. L'intensité de coloration développée est inversement proportionnelle à la concentration en histamine de l'échantillon.

Cette concentration est obtenue à l'aide de la courbe d'étalonnage réalisée simultanément avec les solutions standards acylées.

II.2.2.2. Protocole expérimental

Il existe trois grandes étapes successives :

- ✓ Préparation et extraction de l'échantillon ;
- ✓ Dilution de l'échantillon ;
- ✓ Méthode d'essai .

II.2.2.2.1. Préparation de l'échantillon à analyser

La préparation de l'échantillon consiste à peser avec précision, dans un tube en plastique de 250 ml préalablement taré, 100 g de chair (muscle blanc). A cette prise d'essai, on ajoute 90 ml d'eau distillée avec une éprouvette de 100 ml (Figure, 10) .



Figure 10 : Pesée de l'échantillon et mesure de 90 ml d'eau.

La chair est bien broyée jusqu'à homogénéité à l'aide de l'ultra-turrax[®]. Après chaque broyage, le mixeur est bien rincé avec de l'eau distillée. Le broyat a été filtré sur papier placé dans un entonnoir en plastique et un autre flacon numéroté pour recueillir le filtrat (Figure 11).



Figure 11 : Broyage de l'échantillon et filtration du broyat.

II.2.2.2. Dilution de l'échantillon

Dans plusieurs tubes en plastique propre bien numérotés, on introduit 10 ml de tampon d'acylation. Puis on ajoute 100 μ L de surnageant dans chaque tube correspondant et on procède à une bonne homogénéisation (Figure 12).



Figure 12 : Tube contenant le tampon d'acylation et ajout du surnageant de l'échantillon.

II.2.2.2.3. Méthode d'essai

Ainsi dans tous les puits, nous avons ajouté 100 μ l de solution conjuguée, néanmoins dans les cinq premiers puits de la plaque de microtitration uniquement, nous avons complété 100 μ L des standards allant de 0,1 à 50 μ M. Conséquemment, à ce mixage nous avons complété la solution tampon d'acylation (10 ml) additionné aux 100 μ L du surnageant (Figure 13).



Figure 13 : Solution conjuguée dans les puits rouges, addition du mélange tampon-surnageant.

Après à l'aide de micropipette, 100µl du mélange contenu dans les puits rouges ont été transférés dans les puits blancs contenant les anticorps. Ensuite on procède à une incubation pendant 10 min à 18-25°C. Les puits ont été lavés en utilisant une solution de lavage à l'aide d'une pissette de laboratoire (Figure 14).



Figure 14 : Transfert dans les tubes blancs contenant les anticorps et lavage de la plaque.

Renverser la plaque et la secouer fermement, puis la taper en retournant sur du papier absorbant. Dans tous les puits, pipeter 100µl de substrat, mais la répartition doit se faire de façon rapide (Figure 15).



Figure 15 : Séchage de la plaque et addition de la solution de substrat

Puis on le couvre avec une plaque et on procède à une incubation pendant 10 minutes. La réaction est stoppée en ajoutant 100µL de solution d'arrêt. La lecture des résultats s'effectue avec le lecteur de plaque Neogen® Corporation filtrante à 650 nm (Figure 16).

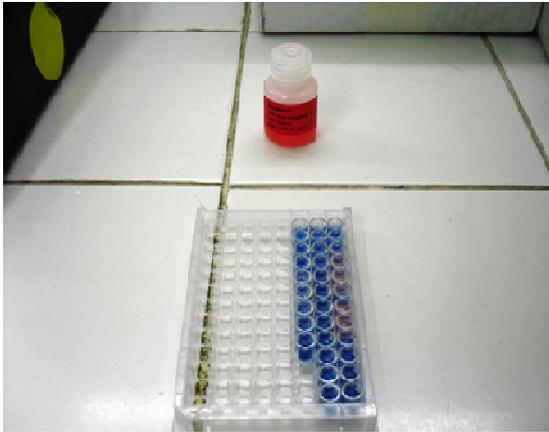


Figure 16 : Ajout de la solution d'arrêt et lecture des résultats avec le lecteur Neogen® corporation

II.3. Analyse statistique et exploitation des données

La saisie et la gestion des données sont faites grâce au logiciel Excel 2007[®]. Le test de χ^2 et le test de t apparié seront utilisés pour comparer les différents taux d'histamine mesurés. La force d'association entre les différents taux d'histamine observés aux différents stades, sera mesurée grâce au test de corrélation de Pearson. Lorsque la corrélation est comprise entre 0,8 et 1 ; la force d'association est forte. Cependant lorsqu'elle est comprise entre 0,5 et 0,8 ; elle est modérée, faible, voire très faible en dessous. Les différents intervalles de confiance (IC) seront présentés à un niveau de signification de 95%.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

Les 30 échantillons de thons « albacore » ont été repartis en une moyenne de 3 échantillons par jour, sur 10 jours de travail.

III.1.1 Niveaux de contamination du thon « albacore » par l’histamine en fonction du temps d’attente

Lors du déroulement de la méthodologie, chaque échantillon a été dosé à trois stades différents du process de fabrication des longes. Le tableau XI présente les taux d’histamine mesurés dans chaque échantillon. Il a été observé au niveau des trois stades $t_1=12$ h, $t_2=15$ h, $t_3=17$ h que l’échantillon 28 présente les teneurs d’histamine les plus basses respectivement 0 ppm, 3,4 ppm et 8,2 ppm. Cependant le taux d’histamine mesuré montre que l’échantillon 23 présente les taux les plus élevés au niveau de ces trois étapes qui sont respectivement $3,7 \pm 0,77$ ppm, $11,6 \pm 1,87$ ppm et $30,1 \pm 5,54$ ppm.

Par ailleurs, dans le but de mieux analyser l’évolution du taux d’histamine, nous avons calculé la moyenne de cette teneur par jour à chaque stade du process comme le montre le tableau XII. A jour 10 il est retrouvé les moyennes les plus basses respectivement de $0,93 \pm 0,77$ ppm, $6,4 \pm 1,87$ ppm, $13,86 \pm 5,54$ ppm aux différents stades $t_1=12$ h, $t_2=15$ h, $t_3=17$ h. Par contre, à jour 1 ($23 \pm 5,54$ ppm) à $t_3=17$ h, jour 6 ($21,3 \pm 0,77$ ppm) à $t_1=12$ h, jour 7 ($8,9 \pm 1,87$ ppm) à $t_2=15$ h, il est observé les moyennes les plus élevées.

Tableau XI : Evolution du taux d’histamine à chaque stade de fabrication

Echantillons (n)	Taux d'histamine (en ppm)		
	Refroidissement-Parage (12H)	Parage-Ensachage (+3H)	Ensachage-Surgélation (+2H)
1	1	7,9	15,8
2	1,5	10,7	29,7
3	1,6	7,2	18,2
4	2,6	8,1	17,1
5	1,4	7,4	19,4
6	0,9	10,2	20,3
7	1,3	7,6	14,2
8	0,8	7,4	18,6
9	1,1	7,3	15,2
10	1,2	8,1	17,1
11	1,5	8,2	15,8
12	0,8	7	19,2
13	2,5	10,1	27,8
14	1,9	8,9	23
15	1,5	6,1	11,5
16	1,3	7,1	11,4
17	3,1	10,9	28,6
18	2	6,2	20,4
19	0,8	10,8	18,5
20	1,9	7,8	15,6
21	1,5	8,1	17,2
22	0,8	6,2	14,2
23	3,7	11,6	30,1
24	0,6	4,5	13,1
25	0,5	5,4	10,2
26	1,2	7,2	20,4
27	1,3	7	16,2
28	0	3,4	8,2
29	1,6	7,6	17,2
30	1,2	8,2	16,2
Moyenne	1,44 ± 0,77	7,81 ± 1,87	18,10 ± 5,54

Tableau XII : Evolution du taux d’histamine à chaque stade de fabrication par jour

Période (Jour)	Taux d’histamine (ppm)		
	Refroidissement-parage (12H)	parage-ensachage (15H)	ensachage-surgélation (17H)
jour 1	1,36	8,6	21,23
jour 2	1,63	8,56	18,93
jour 3	1,06	7,43	16
jour 4	1,16	7,76	17,36
jour 5	1,96	8,36	20,76
jour 6	2,13	8,06	20,13
jour 7	1,4	8,9	17,85
jour 8	1,7	7,43	19,13
jour 9	1	6,53	15,6
Jour10	0,93	6,4	13,86

Avec l’analyse statistique (tableau XIII), il est noté une différence significative de l’évolution des teneurs moyennes d’histamine entre les trois stades de fabrication ($p < 0,001$) comme le montre les moyennes calculées à $t_1=12$ h ($1,44 \pm 0,29$ ppm), $t_2=15$ h ($7,80 \pm 1,87$ ppm), $t_3=17$ h ($18,09 \pm 5,54$ ppm). En outre, les résultats pris deux à deux montrent une différence significative entre les différentes teneurs moyennes d’histamine observées ($p < 0,001$). Cette différence entre les teneurs moyennes d’histamine est bien illustrée par la figure 16. Cette figure présente la moyenne à chaque stade du process de fabrication des longes de thon. Le pic d’histamine est observé au stade t_3 qui est l’étape ensachage-surgélation dont le délai de temps égal à 17 h.

Tableau XIII : Comparaison du taux d’histamine à différents stades de fabrication

	\bar{x}	$\bar{x} \pm IC$	P
Refroidissement-parage ≥ 12h	1,44	$1,44 \pm 0,29$	
Parage-surgélation ≥ 3h	7,80	$7,80 \pm 0,13$	$< 0,001$
Ensachage-surgélation ≥ 2h	18,09	$18,09 \pm 0,38$	

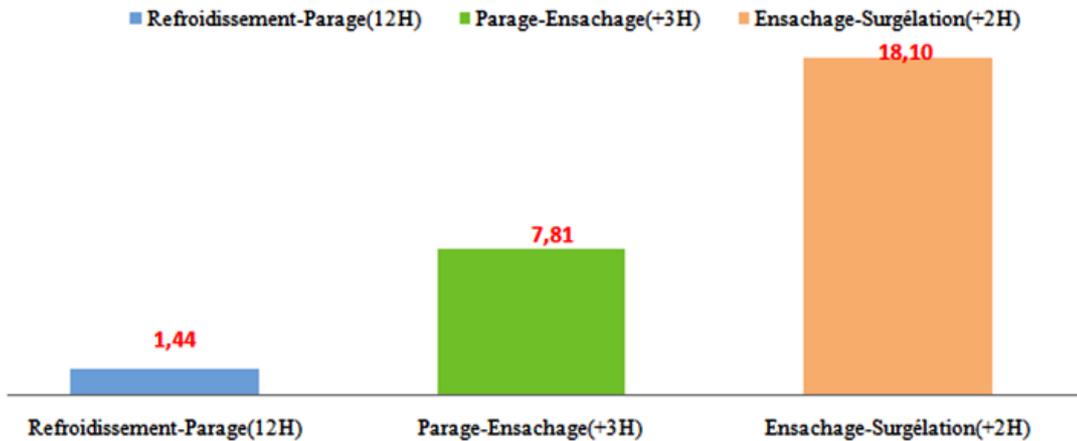


Figure 17 : Evolution du taux d’histamine en fonction des stades de fabrication

Les figures 18, 19, 20 montrent l’évolution de la teneur en histamine aux différents stades $t_1=12$ h, $t_2=15$ h, $t_3=17$ h par jour. Les taux les plus élevés aux trois étapes sont représentés par les pics au niveau des figures cités précédemment. La totalité des taux décelés dans les échantillons se retrouve dans l’intervalle constitué de la moyenne plus un écart type ($\bar{x} \pm \sigma$). Les résultats obtenus constituent une distribution homogène.

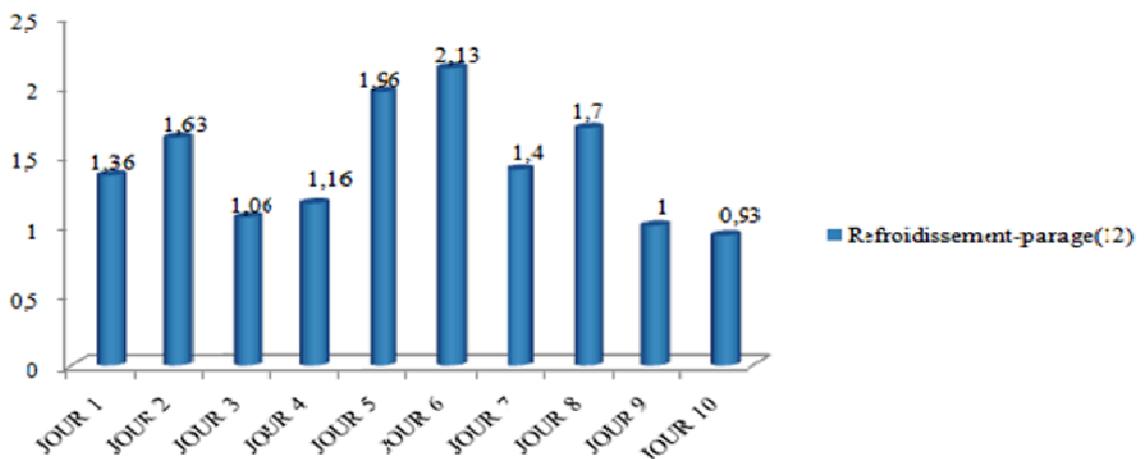


Figure 18 : Evolution du taux d’histamine au refroidissement-parage par jour

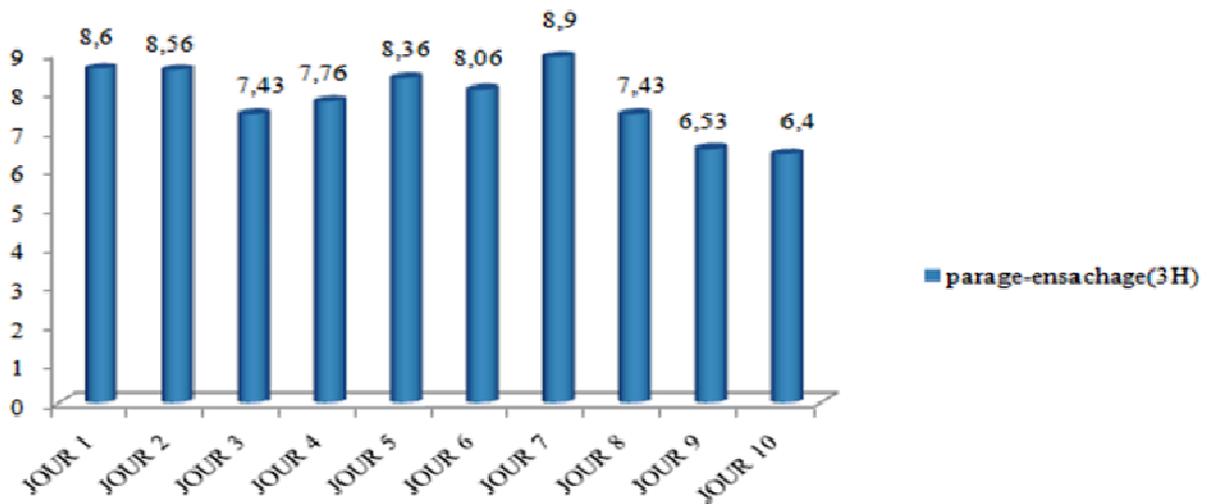


Figure 19 : Evolution du taux d’histamine au parage-ensachage par jour

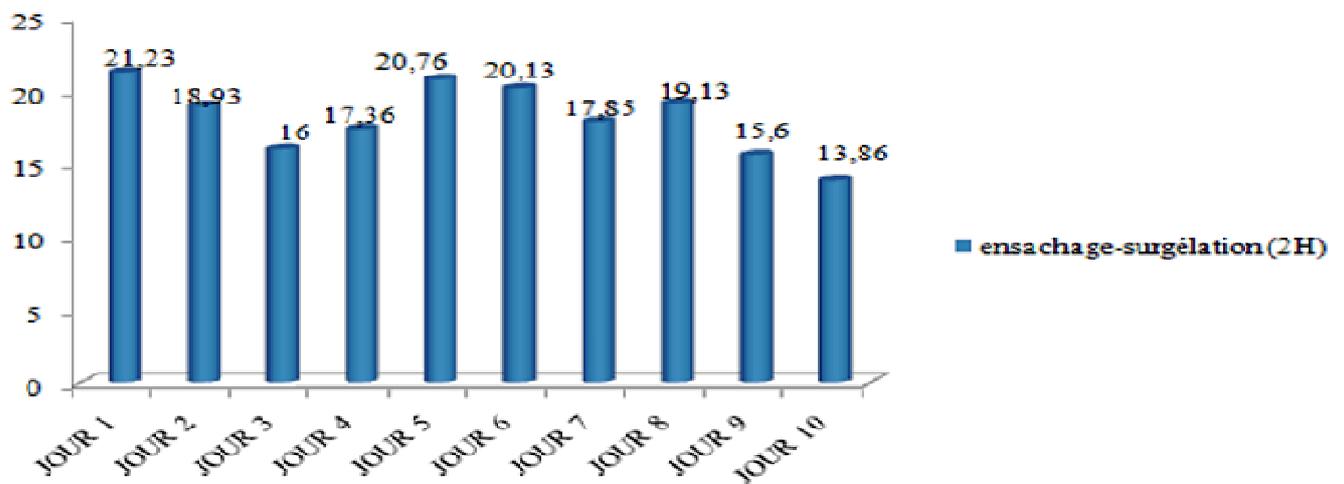


Figure 20 : Evolution du taux d’histamine à l’ensachage-surgélation par jour

La courbe de variation du taux d’histamine est une courbe exponentielle (figure 21). Celle ci montre à différentes périodes 12h, 15h, 17h l’augmentation de la teneur de cette amine aux trois stades de fabrication des longes. Cette teneur est multipliée par 16 entre 12h et 17h.

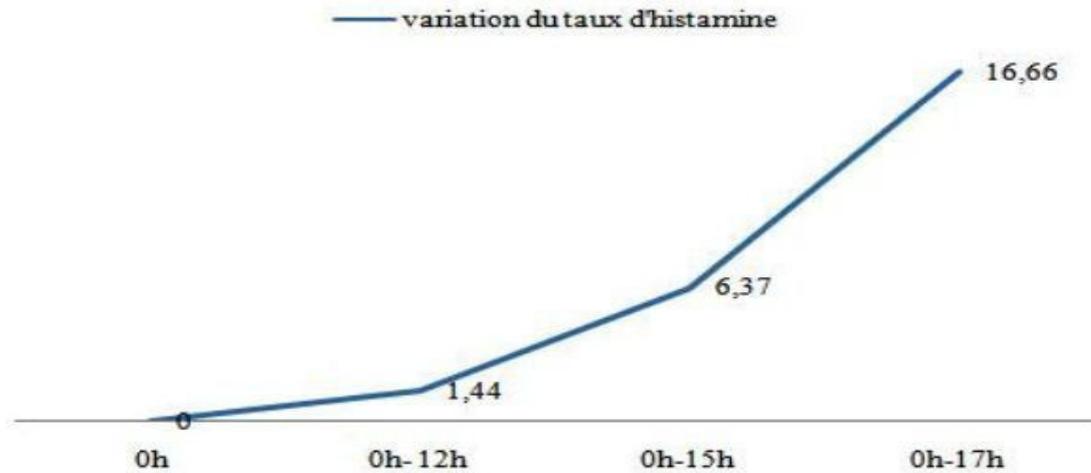


Figure 21 : Courbe de variation du taux d’histamine

Afin d’étudier la corrélation existante entre l’évolution du taux d’histamine à chaque stade du process et le délai d’attente. Le tableau XIV présente la matrice de corrélation entre les taux aux différentes étapes du processus. Le tableau XIV montre bien que la force d’association entre t_2 t_3 est forte car le coefficient de corrélation est de 0,82. La force d’association entre t_1 t_3 (0,72) et t_1 t_2 (0,64) est modérée.

Tableau XIV : Matrice de corrélation

	t_1	t_2	t_3	P
t_1	1	0,64	0,72	
t_2	0,64	1	0,82	<0 ,001
t_3	0,72	0,82	1	

III.2. Discussion

Elle se rapporte au lieu d'étude, au choix des échantillons, à la méthode de dosage de l'histamine et aux résultats obtenus.

III.2.1. Démarche de l'étude

La transformation (longes) qui est une étape (produit semi fini) de la filière poisson, présente la particularité d'entraîner des variations très importantes des principaux facteurs de la formation d'histamine (température, qualité bactériologique). En outre, elle intègre d'autres facteurs de variation tels que : le temps, la concentration en sel, le taux d'humidité, le pH, etc. Donc, à priori, elle semble avoir une grande influence sur le taux d'histamine. L'importance de cette incidence peut être appréciée en procédant à des dosages de l'histamine d'un bout à l'autre de la chaîne. Les cas de forte teneur en histamine observée dans les longes en 2009 à SCODI, tout au long de la chaîne de production entraînent des alertes sanitaires. Leaders des conserveries en Côte d'Ivoire, sa dynamique et la qualité des ressources humaines (ex : le directeur qualité qui est vétérinaire) fait de SCODI la meilleure entreprise de pêche (**océanic développement, 2005**).

III.2.2. Choix des échantillons

Plusieurs facteurs de variation du taux d'histamine interviennent au cours de la pêche, de la conservation et de la transformation industrielle du poisson. Il s'agit notamment de : l'espèce, la localisation corporelle (type de muscle ou région corporelle), le pH de la chair, la qualité bactériologique, la concentration en sel, les moyens et la zone de pêche, les conditions du stockage, les conditions, le type et le stade de transformation.

Compte tenu du thème de cette étude, de l'objectif recherché, des informations disponibles, et des possibilités (le temps d'exécution), deux paramètres ont été retenus. Ce sont : le stade de fabrication, le délai d'attente. Par ailleurs, la prise de température à cœur du poisson n'a pas été effectuée au « Sizing ». En effet, les échantillons de poissons précuits n'allaient pas s'accorder aux échantillons de thons triés. Cet écart était dû au fait qu'à SCODI, les poissons triés au « Sizing » retournaient immédiatement en chambre froide pour une utilisation ultérieure.

A partir des deux paramètres, le choix proprement dit des échantillons s'est fait sur la base des critères suivants :

- groupe, genre ou espèce de poisson utilisé régulièrement et abondamment dans l'entreprise pour la fabrication de longe ;
- chaîne de fabrication de durée relativement longue avec des stades bien définis dans le temps ;
- stades avec de grandes variations du délai d'attente et dont le dépassement de la durée autorise le dosage d'histamine sans délai ;
- poids des échantillons n'excèdent plus de 10 kg nécessaire aux différentes analyses. Pour éviter le gaspillage ;
- un nombre d'échantillons réduits pour éviter le gaspillage de kits au laboratoire car le coût des kits est excessivement élevé. Le choix de 3 échantillons, au lieu de 9 échantillons conformément aux règlements communautaires CE n°2073/2005, puis n°11441/2007 est un accord avec la direction de SCODI. En effet, l'échantillonnage de 9 poissons par jour, représentait une perte importante de matière première. Cette perte entraînait une diminution de la production finale, car les poissons échantillonnés n'étaient plus utilisés dans la chaîne production du fait de leur forte teneur en histamine. De plus le coût élevé des analyses de laboratoire a été un obstacle majeur.

Ces différents critères ont donc amené à travailler sur des séries de 3 échantillons par stade (refroidissement-parage $t_1=12$ h ; parage-ensachage $t_2=3$ h ; ensachage-surgélation $t_3=2$ h) à un niveau de la chaîne de fabrication du thon albacore cuit (YF-10 kg).

Les prélèvements qui sont réalisés au niveau de la région postérieure du poisson cuit, correspondent à 100 g environ.

III.2.3. Méthode de dosage de l'histamine

La technique de dosage immuno-enzymatique (Veratox Néogen[®]) est la méthode quantitative de dosage d'histamine utilisée dans le laboratoire de la SCODI, pour leur autocontrôle. Mais avant

d'adopter la technique de dosage immuno-enzymatique Veratox[®], un intérêt particulier a été porté sur la chromatographie sur couche mince (C.C.M) pour faire le dépistage de l'histamine dans les échantillons. Cette méthode a été abandonnée à cause des contraintes fondamentales suivantes : existence de traînées au niveau des plaques. Avec un dégagement très fort d'odeur d'ammoniac au cours de la manipulation. La durée de l'analyse est de 2 heures. Les résultats seraient difficiles à interpréter car c'est une méthode qualitative, par conséquent les données ne seraient pas quantifiées.

Cependant le Veratox Neogen[®], était la seule méthode de dosage d'histamine utilisé à SCODI.

Cette méthode présente les avantages suivants :

- elle est quantitative ;
- elle est d'exécution rapide 30 minutes environ ;
- elle n'expose pas le manipulateur aux flux de vapeurs de certains réactifs dangereux (ce qui est le cas avec le C.C.M notamment lors de la révélation des plaques). Cependant elle n'est pas la méthode de référence, contrairement à la méthode AOCA, méthode 977. 13 qui reste de loin la méthode de référence pour l'homologation de toute nouvelle autre méthode (**DOUABALE et al., 2003**).

III.2.4. Analyse des résultats

Les résultats seront confrontés d'abord avec ceux rapportés dans la littérature, puis l'analyse statistique sera utilisée pour comparer les différents taux d'histamine mesurés. Et notre point de vue sera donné. Ils seront présentés suivant les objectifs à atteindre :

- ✓ taux d'histamine suivant le stade de fabrication
- ✓ comparaison de l'évolution de la teneur en histamine en fonction du délai d'attente
- ✓ corrélation entre le taux d'histamine et le délai d'attente (temps)

III.2.4.1. Taux d'histamine suivant le stade de fabrication

Au refroidissement-parage $t_1=12$ h, la valeur moyenne trouvée est de 1,44 ppm et au parage-ensachage $t_2=15$ h, le taux moyen est de 7,81 ppm, elles concordent avec les résultats de **SHAKILA et al., (2005)**, qui démontre que dans le thon précuit, le taux d'histamine varie entre 1,6 et 8ppm. **SHAKILA et al., (2005)** va plus loin en expliquant qu'à la température ambiante ($30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), à

un délai d'attente de 6h le taux d'histamine augmente mais ne dépasse pas le seuil fixé (>50 ppm) par la Food Drug Administration (FDA). Ainsi les moyennes de la teneur d'histamine par jour calculées s'accordent avec les résultats de ce dernier. Le tableau XI et les figures 5, 6 montrent l'homogénéité des moyennes obtenues aux stades $t_1=12$ h et $t_2=15$ h. Cette homogénéité montre la qualité des échantillons prélevés et une bonne application de la méthode de dosage utilisée. Cependant les faibles taux obtenus à l'étape $t_1=12$ h qui sont de 0 à 0,9 ; sont dus au fait que la teneur en histamine est faible d'environ 1ppm dans le thon après leur mort. Ceci corrobore les propos de **CRAVEN et al., (2001)**. Par conséquent, ces valeurs montrent un bon respect de la chaîne de froid et le bon fonctionnement de la chambre froide de SCODI.

A l'ensachage-surgélation $t_3=17$ h, les résultats obtenus donne une valeur de 18,10 ppm. Cette valeur est supérieure à celle rapportée par **SETIYONO KO (2005)** qui a montré que la concentration d'histamine au scellage est de 7,5 ppm après 2,5 h. Cette différence au niveau de nos résultats peut s'expliquer par le délai d'attente qui est plus grande, qui est de 17 h après précuisson.

Par ailleurs, les différentes moyennes observées 1,44 ppm, 7,81 ppm et 18,10 ppm à ces trois stades montrent une différence. Les analyses statistiques ont permis de confirmer qu'il y a effectivement une différence significative entre les différents taux d'histamine observés ($p < 0,001$). Cela peut s'expliquer par l'impact de la manipulation du poisson tout le long de la chaîne qui rend le poisson friable. L'influence de la température ambiante sur le poisson et enfin par un délai d'attente atteignant les limites fixées par le diagramme de fabrication. **AUERSWALD et al. (2005)** ont constaté qu'en laissant pendant un jour à la température ambiante de 30°C, un échantillon d'albacore sans bactérie, la teneur en histamine augmentait jusqu'à 500 ppm. Cependant, l'augmentation de la teneur en histamine dans ces échantillons peut être également liée à l'autolyse car l'histamine exogène est aussi issue de la décarboxylation enzymatique de l'histidine qui peut être réalisée par autolyse en faible quantité (**OKUZUMI, 1984**). La production endogène de l'histamine (autolyse par les enzymes tissulaires) est beaucoup moins importante que celle par la voie exogène bactérienne (**WENDAKOON et SAKAGUCHI, 1992**). Cependant, les deux voies contribuaient à l'augmentation le taux d'histamine à t_3 .

III.2.4.2 Comparaison du taux d'histamine en fonction du délai d'attente

Une croissance rapide du taux d'histamine a été constatée entre la période t_1 (0-12h) et 3h plus tard. Cette croissance est d'un rapport de 5,4. Le croît du taux d'histamine 5h plus tard est de 12,5. Ceci corrobore avec **BEHLING et TAYLOR, (1982)** ; **YOSHINAGA et FRANK, (1982)** ; **KIM et al, (2000)**. Les auteurs ont montré que l'exposition de la chair de thon à la température ambiante (25° à 38°C) peut contribuer à la formation rapide de l'histamine. Selon, la **FDA (2001)** le temps et la température sont signalés comme les facteurs clé à contrôler dans le processus de fabrication puisque ces facteurs influencent la croissance des bactéries productrices d'histamine et formation de l'histidine décarboxylase. Ces propos sont confirmés par **DIOP et al., (2010)**. En effet, les thons peuvent présenter des concentrations musculaires élevées en histamine, en relation avec la présence en excès de bactéries dites « histaminogènes » (**SMART, 1992**). Ces observations sont confirmées par **EMBORG et DALGAARD (2006)** qui évoquaient une relation entre la qualité microbiologique et la présence d'histamine dans la chair des thons. Ainsi donc, la présence de ces bactéries histaminogènes est à l'origine de l'augmentation de la teneur en histamine dans ces échantillons. Ce qui est illustré par la courbe de variation du taux d'histamine (figure 7) qui croît de manière exponentielle. En outre, la majeure partie de la production d'histamine est liée à l'activité d'une histidine décarboxylase bactérienne produite par certaines souches bactériennes du genre *Proteus*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Vibrio* (**FLICK et al., 2001** ; **TAKAHASHI et al., 2003**). Cette enzyme possède comme cofacteur le phosphate de pyridoxal, ou le résidu pyruvoyl chez *Lactobacillus spp.* (**EITENMILLER et DE SOUZA, 1984**).

Aussi, nous avons remarqué que la teneur en histamine des échantillons prélevés à la période t_2 et deux heures plus tard est relativement faible car le rapport calculé n'est que de 2. Ces résultats peuvent être expliqués par le début de la phase de stabilité des bactéries histaminogènes présentes dans les deux premiers stades. Cela peut être dû aux conditions de travail, la salle d'ensachage est à une température (20-25°C) plus basse que celle du parage. Cette baisse de température peut entraîner aussi bien une baisse d'activité de certaines bactéries comme les thermophiles (ex : *Clostridium*) qu'une optimisation des bactéries mésophiles (coliformes) et psychrophiles (*pseudomonas*). Par conséquent, il pourrait avoir la présence de coliformes car la manipulation des poissons se fait manuellement à SCODI. En outre, **EITENMILLER et al, (1982)** montrent que la formation de l'histamine dans les filets d'albacore (*Thunnus albacares*) est négligeable durant les 6

premières heures de conservation, et la différence d'histamine dans les filets est peu significative entre 15°C, 24°C, 30°C de température de conservation. Cependant, la teneur en histamine contenue dans le filet peut tripler entre 6h et 12h.

III.2.4.3 Corrélation entre les taux d'histamine à chaque délai d'attente (temps)

La force d'association entre t_2 t_3 est élevée car le coefficient de corrélation est de 0,82. Ceci s'explique par la forte augmentation de la teneur en histamine à t_2 ce qui entraîne un fort taux 17 h après précuisson. Cette forte corrélation peut s'expliquer par l'activité bactérienne due à l'augmentation du délai d'attente et à l'effet de la température ambiante. **KLAUSSEN et HUSS, 1987** montrent que l'histidine décarboxylase produite à haute température peut toujours être active à basse température. Cela a été approuvé par **ETEINMILLER et al. (1982)** sur l'expérience de l'activité de décarboxylation et de formation de l'histamine dans l'albacore contaminé avec *Morganella morganii* autrefois appelé *proteus morganii*. Comme le montre **TIALLA (2012)**, l'évolution de la teneur en histamine est corrélée à la contamination bactérienne histaminogène. La force d'association entre t_1t_3 (0,72) et t_1t_2 (0,64) est modérée. Car le taux d'histamine trouvé à l'étape $t_1=12$ h est faible. Cette faible teneur peut être due à l'action de la chaleur sur les bactéries. Car la précuisson semble réduire la charge bactérienne. Cette corrélation entre les différents taux montre l'influence du délai d'attente sur l'activité bactérienne productrice d'histamine. Plus la teneur d'histamine croît de façon exponentielle plus la durée de transformation augmente.

RECOMMANDATIONS

A l'issue de ce travail, il s'avère que plusieurs facteurs (la température, le délai d'attente, les conditions de travail et l'espèce de thon) peuvent être à l'origine de la mauvaise qualité des thons utilisés pour la fabrication des les longes. Par conséquent, des propositions d'amélioration s'adresseront à la SCODI qui, pour maintenir la qualité des longes exportées, doit :

- Réduire le délai d'attente indiqué dans le process de fabrication de longes surgelées car à l'atteinte de la limite fixée aux stades refroidissement, parage, ensachage et surgélation le taux peut atteindre 30 ppm. Ce qui entrainerait une non-conformité selon la limite fixée par SCODI et leur cahier de charge ;
- Respecter de manière scrupuleuse la chaîne de froid tout au long de la chaîne de froid ;
- Suivre la traçabilité tout au long de cette chaîne ;
- Contrôler à l'entrée les matières premières.

CONCLUSION

De nos jours, l'amélioration de la qualité est devenue un enjeu capital pour la protection de la santé publique. Surtout défier les effets du progrès et de la concurrence dans ce contexte économique difficile de mondialisation.

En effet, le thon est devenu une source de protéines de plus en plus consommées. Ce qui entraîne un flux commercial important (**OCEANIC DEVELOPPEMENT, 2005**). Cependant, afin de protéger les consommateurs, de nombreuses normes et réglementations sur la teneur en histamine ont été mises en place par la Food Drug Administration (FDA), la communauté européenne et l'OMS. Selon le règlement communautaire 2073/2005, la teneur moyenne ne doit pas dépasser 100 mg d'histamine/kg; deux échantillons peuvent dépasser 100 mg d'histamine/kg sans atteindre 200 mg/kg ; aucun échantillon ne doit dépasser 200 mg d'histamine/kg, alors la qualité est satisfaisante. Elle est non-satisfaisante : si au moins un des 3 critères précédents n'est pas rempli. Par conséquent, la méthode de dosage de référence est la CLHP. Mais sur le plan international, les normes du Codex Alimentarius (**FAO, 2001**) ont une approche différente et fixent 2 seuils. Le premier est un seuil de qualité, indicateur d'altération du produit (100mg/kg). Le second, un critère de santé publique, ne doit pas dépasser 200 mg/kg. La méthode de référence est la méthode AOAC 977.13 qui est une technique de référence aux Etats-Unis. Ainsi, la norme ivoirienne suit les deux premières : la teneur moyenne résultant de l'analyse ne doit pas dépasser 100 ppm de produit frais (100 milligrammes par kilogramme de poids frais).

Vu l'ampleur du marché croissant des longes de thon et dans l'optique d'assurer la sécurité alimentaire, d'être compétitif sur le marché mondial. Le contrôle qualité des longes de thon s'avère important d'où l'intérêt de notre travail.

L'objectif général était d'évaluer la teneur en histamine en fonction du délai d'attente. Elle se résume à un suivi d'histamine tout au long du process de fabrication des longes surgelées de thon dans une industrie de conserverie en Côte d'Ivoire. De manière spécifique, il s'agissait de connaître :

- ✓ le taux d'histamine suivant le stade de fabrication des longes surgelées ;

- ✓ déterminer le niveau d'association entre le taux d'histamine et le délai d'attente (temps).

La réalisation de ce travail s'est fait à travers le dosage du taux d'histamine à trois stades de fabrication de longes de thon surgelé avec le délai d'attente égale au seuil limite. Cette étude a porté sur 30 échantillons de thon « albacore » (*thunnus albacares*). La recherche de la teneur d'histamine est effectuée par la méthode immuno-enzymatique : Veratox Neogen[®] qui est un test ELISA. La saisie et la gestion des données sont faites grâce au logiciel Excel 2007[®]. Le test de khi deux et le test de t apparié ont été utilisés pour comparer les différents taux d'histamine mesurés. La force d'association entre les différents taux en histamine observé, a été mesurée grâce au test de corrélation de Pearson. Les différents intervalles de confiance (IC) ont été présentés à un niveau de signification de 95%.

Après l'analyse et le dosage, les principaux résultats sont les suivants : les moyennes de la teneur en histamine au stade refroidissement - parage $t_1=12$ h a été de $1,44 \pm 0,77$ ppm, au stade parage - ensachage $t_2=15$ h de $7,80 \pm 1,87$ ppm, et au stade ensachage-surgélation $t_3=17$ h de $18,09 \pm 5,54$ ppm. Sur les 30 échantillons, les taux les plus bas sont retrouvés au niveau l'échantillon 28 qui sont respectivement 0 ppm, 3,4 ppm et 8,2 ppm aux différents stades. Cependant, il est retrouvé dans l'échantillon 23 les taux les plus élevés respectivement 3,7 ppm, 11,6 ppm et 30,1 ppm au niveau des trois stades $t_1=12$ h, $t_2=15$ h, $t_3=17$ h. Toutefois, uniquement l'échantillon 23 ($30,1 \pm 5,54$ ppm) au stade $t_3=17$ h, présente le taux d'histamine supérieur au seuil fixé par l'entreprise qui est inférieur 30 ppm. Mais qui ne dépassent pas le seuil limite de la teneur en histamine fixé par le Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques Ivoirien qui doit être inférieur à 100 ppm (MIPARH, 2010). Egalement conforme à la norme de la Food Drug Administration inférieur à 50 ppm (FDA, 1998) et à la réglementation européenne (<100 mg/kg).

Il ressort de cette étude qu'il existe une relation entre le taux d'histamine dans le thon « albacore » (*thunnus albacares*) précuit et les différents délais d'attente à chaque stade de fabrication de longes de thon surgelées.

Mais, ce travail ayant été mené sur un échantillonnage restreint et non diversifié mérite d'être étendue à toutes les étapes de la transformation, sur une variété d'espèces pélagiques plus grande et sur différents paramètres influençant l'évolution de la teneur en histamine qui sont le couple temps-température.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ABABOUC H. L., 1969.** Les biotoxines dans les produits de la pêche. Séminaire INFOPECHE/FAO sur l'organisation et la mise en œuvre de programmes nationaux d'inspection et de contrôle de la qualité des produits de la pêche. ITA/DAKAR: du 2 au 13 Octobre 1969. 20p.
2. **ABABOUC H. L., ALAOUI M.M., BUSTA F.F., 1986.** Histamine levels commercially processed fish in Morocco. *J.Food Prot*, **42** (11): 904-906.
3. **ANONYME, 1974.** Hygiène du poisson et des fruits de mer. Rapport, d'UA comité d'experts. FAO/ROME. 66p.
4. **ANONYME, arrêté numéro 065/MIPARH du 01 Juillet 2010** relatif aux critères microbiologiques et chimiques applicables à la production des produits de pêche destinés à la consommation humaine (5), Journal officiel de la république de Côte d'Ivoire 2005. (5) :11p.
5. **ANSDELL, V., 2008.** Food-borne illness. In: Keystone, J.S., Kozarsky, P.E., Freedman, D.O., Nothdurft, H.D., Connor, B.A. (Eds.), *Travel Medicine, second ed. Mosby*, Philadelphia, pp. 475–484.
6. **AOAC, 1977.** OMA 977.13, Histamine in seafood: fluorometric method. Sec. 35.1.32. In: Cunniff, P.A. (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC Int., sixteenth ed.* AOAC Int., Gaithersburg, MD, pp. 6–17. <http://www.eoma.aoc.org>.
7. **ARNOLD, S.H., BROWN, W.D., 1978.** Histamine toxicity from fish products. *Adv. Food Res.* **34**, 113–154.
8. **ASCIONE, A., BARRESI, L.S., SARULLO, F.M., DE SILVESTRE, G., 1997.** Two cases of “scombroid syndrome” with severe cardiovascular compromise. *Cardiologia* **42**, 1285–1288.
9. **AUERSWALD L., MORREN C., ANDREAS L. LOPATA A., 2005.** Histamine levels in seventeen species of fresh and processed South African seafood. *Food Chemistry.* **98**, 231–239.
10. **BAO-SHYUNG H., JIH-TERNG W., YOUK-MENG C., 2003.** A rapid gas chromatographic method for the determination of histamine in fish and fish products. Department of Food Science and Technology, Tajen Institute of Technology, 20 Wei-Shin Road, Yan-Puu Hsiang, Pingtung 907, Taiwan.
11. **BARANOWSKI, J.D., 1985.** Low-temperature production of urocanic acid by spoilage bacteria isolated from mahimahi (*Coryphaena, hippurus*). *Appl. Environ. Microbiol.* **50** (2), 546–547.

12. **BARTHOLOMEV B. A., BERRY P. R., RODHOUSE J. C., ET GILHOUSE R. J., 1987.** Scombrototoxic fish poisoning in Britain: Features of over 250 suspected incidents from 1976 to 1986. *Epidemiology and Infection*, **99**,775–782.
13. **BEHLING, A. R., ET TAYLOR, S. L. (1982).** Bacterial histamine production as a function of temperature and time of incubation. *J. Food Sci.*, **47**(4), 1311–1314.
14. **BEVERLY S., CHAPMAN L. ET SOKIMI W., 2003.** La pêche à la palangre horizontale, Méthodes et techniques - Manuel à l'intention des pêcheurs. Chapitre 4. P79-92.
15. **BIEGANSKI, T., KUSCHE, J., FEUSSNE, K.D., HESTERBERG, R., RICHTER, H., LORENZ, W., 1980.** The importance of human intestinal diamine oxidase in the oxidation of histamine and/or putrescine. *Arch. Immunol. Ther. Exp.* **28**, 901–906.
16. **BIEGANSKI, T., KUSCHE, J., LORENZ, W., HESTERBERG, R., STAHLKNECHT, C.D., FEUSSNER, K.D., 1983.** Distribution and properties of human intestinal diamine oxidase and its relevance for the histamine catabolism. *Biochim. Biophys. Acta* **756**, 196–203.
17. **BILLON J., 1978.** Intoxications alimentaires d'origine histaminique étiologie-recherche et dosage de l'histamine. *RT.V.A.*, (143): 112-116.
18. **BJELDANES L.F., SCHUTZ D.E., MORRIS M.M., 1978.** On the etiology of scombroid poisoning: cadaverine potentiation of histamine toxicity in the guinea pig. *Food Cosmet. Toxicol.* **16** (2), 157–159.
19. **BJORNUM M., 1980.** Poisson: un spécialiste danois parle du traitement à bord et à terre. *FRANCE PECHE*, Décembre 1979- Janvier 1980, (246): 30-36.
20. **BLAKESLEY M.L., 1983.** Scombroid poisoning: prompt resolution of symptoms with cimetidine. *Ann. Emerg. Med.* **12**, 104–106.
21. **BOIVERT J.P.J., 1980.** Le thon. Biologie et pêche-Hygiène et transformation. Th. Méd. Vét : Toulouse 54p.
22. **BONNATERRE J.P., 1788** Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature. Ichtyologie, Paris. 215p.
23. **BRANDES L.J., QUEEN G.M., LABELLA F.S., 1998.** Potent interaction of histamine and polyamines at microsomal cytochrome P450, nuclei and chromatin from rat hepatocytes. *J. Cell Biochem.* **69**, 233–243.
24. **BROWN, D.D., TOMCHICK, R., AXELROD, J., 1959.** The distribution and properties of a histamine-methylating enzyme. *J. Biol. Chem.* **234**, 2948–2950.

25. **CHEFTEL J.C., CHEFTEL H., 1976.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume1. Technique et Documentation. Paris : Entreprise moderne d'édition. 381 p.
26. **CHEFTEL J.C., CHEFTEL H., BESANCON P., 1977.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume 2. Technique et Documentation. Paris : Entreprise moderne d'édition, 420 p.
27. **CHIN K.W., GARRIGA M.M., METCALFE D.D., 1989.** The histamine content of oriental foods. *Food Chem. Toxicol.* **27**, 283–287.
28. **CHU C.H., BJELDANES L.F., 1981.** Effect of diamines, polyamines and tuna fish extracts on the binding of histamine to mucin in vitro. *J. Food Sci.* **47**, 79–88.
29. **CLIFFORD, M.N., WALKER, R., IJOMAH, P., WRIGHT, J., MURRAY, C.K., HARDY, R., 1991.** Is there a role for amines other than histamines in the etiology of scombrototoxicosis? *Food Addit. Contam.* **8** (5), 641–652.
30. **CRAVEN C., HILDERBRAND K., KOLBE E., SYLVIA G., DAESCHEL M., GLORIA B., ANH J., 2001.** Understanding and controlling histamine formation in troll-caught albacore tuna: a review and update of preliminary findings from the 1994 season. Oregon State University Sea Grant; Publication No. ORESU-T-01-001.
31. **DALGAARD, P. 2007.** In Proceedings of the 52nd atlantic fisheries technology conference, Partland (USA).1–16.
32. **DALGAARD P., EMBORG J., KJOLBY A., SORENSEN N., LARSEN., 2008.** Result of biogenic amine concentration and microflora in seafood causing histamine fish poisoning. SEAFOOD plus Publication series, report 3.4.2: 1-9.
33. **DALGAARD P., EMBORG J., KJØLBY A., SØRENSEN N.D., BALLIN N.Z., 2008.** Histamine and biogenic amines: formation and importance in sea- food. In: Børresen, T. (Ed.), *Improving Seafood Products for the Consumer*. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge.
34. **DIOP M.B., DESTAIN J., TINE E., THONART P., 2010.** Les produits de la mer au Sénégal et le potentiel des bactéries lactiques et des bactériocines pour la conservation. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **14**(2) : 341-350.
35. **DIRECTION DE LA PRODUCTION HALIEUTIQUE, 2010.** Country Report. Actual Situation of the Country and Basic Information/Statistical Data on Fisheries. Côte d'Ivoire, 1p.
36. **DOUABALÉ. S.E., DIONE. M., COLY. A., TINE. A., 2003.** *Talanta* **60**, 581-590.

37. **DUFLOS G., DERVIN C., MALLE P., BOUQUELET S., 1999.** Relevance of matrix effect in determination of biogenic amines in plaice (*Pleuronectes platessa*) and withing (Merlangus merlangus). *J. AOAC Int.* **82**, 1097–1101.
38. **DURAND G., LEBEL B., MORDELET- DAMBRINE M., et PARROT L., 1973.** Histamine inactivation by binding. In : Histamine (Maslinski G., ed.) Dowden, Hutchinson et Ross, Pennsylvania, p 149 - 160.
39. **EITENMILLER R.R., DE SOUZA S.C., 1984.** Enzymatic mechanisms for amine formation in fish. ACS symposium series 262. Washington, DC, p. 431-442.
40. **EMBOG J., DALGAARD P., AHRENS P., 2006.** *Morganella psychrotolerans sp. nov.*, a histamine producing bacterium isolated from various seafoods. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **56**, 2473–2479.
41. **EYRE P., 1982.** The distribution and function of histamine receptors. Les colloques de l'I.N.R.A. Pharmedecle et toxicologie vétérinaire. Deuxième congrès européen. Toulouse: 13-17 Septembre 1982. 497p.
42. **FAO, 2001.** Normes codex pour le thon et la bonite en conserve (codex stan 70). Rome, 79-85p.
43. **FAO, 2008.** Profil de la pêche par pays: la république de Côte d'Ivoire. Rapport FAO, Rome; Janvier 2008.
44. **FAO, 2009.** Collection statistique mondiale et captures mondiales de thon par stocks. Janvier 2009.
45. **FDA (CFSAN) 2001, June 2001.** Scombrototoxin (histamine) formation. In: Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guide, third ed. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutr., Office of Seafood, Washington, DC, p. 73.
46. **FEDERATION FRANÇAISE DES INDUSTRIES D'ALIMENTS CONSERVES –** Bilan 1999 des industries de la conserve appertisé – produits de la mer appertisés – Mai 2000.
47. **FLICK G.J., ORIA M.P., DOUGLAS L.S., 2001.** Potential hazards in cold-smoked fish: biogenic amines. *J. Food Sci.* Supplement to **66** (7), 1088-1099.
48. **FRANCE AGRIMER, 2011.** Le marché mondial du thon, production et échanges. Zoom sur le marché français. Aquaculture et pêche. Edition juillet 2011. N° 2 .p 7

49. **FRANK H. A., YOSHINAGA D. H., ET NIP W. K. (1981).** Histamine formation and honeycombing during decomposition of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, at elevated temperatures. *Mar. Fisheries Rev.* **43**, 9–14.
50. **FRANK H.A., YOSHINAGA D.H., 1984.** Histamine formation in tuna. Seafoods toxins, (37): 443-451.
51. **GELLERT G.A., RALLS J., BROWN J.C., HUSTON J., MERRYMAN R., 1992.** Scombroid fish poisoning. Underreporting and prevention among non commercial recreational fishers. *West. J. Med.* **157**, 645–647.
52. **GESSNER B., HOKAMA Y., ISTO S., 1996.** Scombrototoxicosis-like illness following the ingestion of smoked salmon that demonstrated low histamine levels and high toxicity on mouse bioassay. *Clin. Infect. Dis.* **23**, 1316–1318.
53. **GILBERT R.J., HOBBS G., MURRAY C.K., CRUICKSHANK J.G., YOUNG S.E.J., 1980.** Scombrototoxic fish poisoning: features of the first 50 incidents to be reported in Britain (1976–1979). *Br. Med. J.* **281**, 70–73.
54. **GUSS D.A., 1998.** Scombroid fish poisoning: successful treatment with cimetidine. *Undersea Hyperb. Med.* **25**, 123–125.
55. **HUI J.Y., TAYLOR S.L., 1985.** Inhibition of in vivo histamine metabolism in rats by foodborne and pharmacologic inhibitors of diamine oxidase, histamine N-methyl transferase, and monoamine oxidase. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **8**, 241–249.
56. **HUSS H.H. 1999** La qualité et son évolution dans le poisson frais. FAO Documents techniques sur les pêches. -198 p
57. **IJOMAH, P., CLIFFORD, M.N., WALKER, R., WRIGHT, J., HARDY, R., MURRAY, C.K., 1991.** The importance of endogenous histamine relative to dietary histamine in the etiology of scombrototoxicosis. *Food Addit. Contam.* **8** (4), 531–542.
58. **IJOMAH, P., CLIFFORD, M.N., WALKER, R., WRIGHT, J., HARDY, R., MURRAY, C.K., 1992.** Further volunteer studies on scombrototoxicosis. In: Burt, J.R., Hardy, R., Whittle, K.J. (Eds.), *Pelagic Fish: The Resource and its Exploitation*. Fishing News Books, Oxford, p. 194–199.
59. **JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPEENNE 2005.** Règlement (CE) n° 2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005 relatif aux critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, J.O, p.11.
60. **KALCHMAIR B., KLOCKER, J., PERKMANN, R., 2003.** Alterations in plasma amine oxidase activities in a compartment syndrome model. *Inflamm. Res.* **52** (suppl) (1), S67–S68.

61. **KATZUNG B.G., 2007.** Histamine, serotonin, and ergot alkaloids. In: Katsung, B.G. (Ed.), Basic and Clinical Pharmacology. Mc Graw Hill, New York, pp. 255–264.
62. **KIM R., 1979.** Flushing syndrome due to mahi-mahi (scombroid) poisoning. *Arch. Dermatol.* **115**, 963–965.
63. **KIM S.H., BEN-GIGIREY B., BARROS-VELA'ZQUEZ B.J., PRICE R.J., AN H., 2000.** Histamine and biogenic amine production by *Morganella morganii* isolated from temperature-abused albacore. *J.Food Prot.* **63**, 244–25.
64. **KLAUSEN N.K., HUSS H.H., 1987.** Growth and histamine production by *Morganella morganii* under various temperature conditions. *International J. Food Sci. Technol.*, **5**, 147-156.
65. **KO S.I., 2006.** Factors affecting histamine level in Indonesian canned albacore tuna. *Th. Méd. Vét. : Indonésie*; 51.
66. **KUSCHE J., BIEGANSKI T., HESTERBERG R., 1980.** The influence of carcinoma growth on diamine oxidase activity in human gastrointestinal tract. *Agents Actions* **10**, 110–113.
67. **LAURENT G., BENNASAR M., 1995.** Teneur en histamine dans les thons frais et conserves. *Med. Nutr.* **31** (1) : 23-33.
68. **LEGROUX R., LEVADITI J.C., BOUDIN G., BOVET O., 1946.** Intoxications histaminiques collectives consécutives à l'ingestion de thon frais. *Press. Med* **39** : 545-546.
69. **LERKE P.A., WERNER S.B., TAYLOR S.L., GUTHERTZ L.S., 1978.** Fish: The Resource and its Exploitation, Fishing News Books, Scombroid poisoning. Report of an outbreak. *West. J. Med.***129**, 381–386
70. **LOWE R. T., 1839 (OCT.).** A supplement to a synopsis of the fishes of Madeira. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 1839 (pt 7): 76-92.
71. **LYONS D.E., BEERY J.T., LYONS S.A., TAYLOR S.L., 1983.** Cadaverine and amino guanidine potentiate the up take of histamine in vitro in perfused intestinal segment of rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.***70**, 445–458.
72. **M. BLANC, DESURMONT A. ET BEVERLY S., 2005.** Le traitement à bord pour le thon de qualité sashimi - Guide pratique à l'usage des membres d'équipage. Manuels et guides pratiques. SPC Coastal fisheries Programme.
73. **MAINTZ L., NOVAK N., 2007.** Histamine and histamine intolerance. *Am. J. Clin. Nutr.* **85**, 1185–1196.

74. **MALLE P., VALLE M., BOUQUELET S., 1996.** Assay of biogenic amines involved in fish decomposition. *J. AOAC Int.* **79**, 43–49.
75. **MONROE E., DALY A., AND SHALHOUB R., 1997.** Appraisal of the validity of histamine-induced wheal and flare to predict the clinical efficacy of antihistamines. *J Allergy Clin. Immunol.* **99** (2): S789-806.
76. **MOTIL K.J., SCRIMSHAW N.S., 1979.** The role of exogenous histamine in scombroid poisoning. *Toxicol. Lett.* **3**, 219–223.
77. **NELSON, WL (2002).** In Williams DA, Lemke TL (Eds.). *Foye's Principles of Medicinal Chemistry* (5 éd.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
78. **NERISSON P., 1976.** L'histamine comme indicateur d'altération. *Rév. Trav. Inst. Pêches marit.* **39** (4): 471-482.
79. **NIVEN C.F., JEFFREG M. B., & CORLETT D.A., 1981.** Differential plating medium for quantitative detection of histamine - producing bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* **41**, 321–322.
80. **NOVOTNY W.F., CHASSANDE O., BAKER M., LAZDUNSKI M., BARBRY P., 1994.** Diamine oxidase is the amiloride-binding protein and is inhibited by amiloride analogues. *J. Biol. Chem.* **269**, 9921–9925.
81. **OCEANIC DEVELOPPEMENT, POSEIDON AQUATIC RESSOURCE MANAGEMENT LTD ET MEGAPESCA LDA, 2005.** Etude de la filière thonière Européenne. Rapport final FPA 12, p - 331.
82. **OFIMER, 2000.** CONSEIL DE DIRECTION Séance du 24 Mai 2000. Le point sur le marché du thon. Document interne. 6p
83. **OFIMER, 2004.** Le marché du thon. Document interne. 10 pages
84. **OFIMER, 2005.** CONSEIL DE DIRECTION Séance du 21 septembre 2005 Le point sur le marché du thon germon. Document interne. 3p
85. **OFIMER, 2006.** Guide pratique de l'hygiène à bord des navires de pêche. OFIMER. 117p.
86. **OKUZUMI M., YAMANAKA H., KUBOZUKA T., OZAKI H., MATSUBARA K., 1984.** Changes in numbers of histamine-forming bacteria on/ in common mackerel stored at various temperatures. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **50** (4), 653–657.
87. **OTANI N., ASANO T., MOCHIZUKI T., SHIINO, Y., AOKI, M., ISHIMATSU, S., 2004.** *J. Jpn. Assoc. Acute Med.* **15**, 636–640.

88. **PACIFICI G.M., DONATELLI P., GIULIANI L., 1992.** Histamine N-methyltransferase: Inhibition by drugs. *Br. J. Clin. Pharmacol* **34**, 322–327.
89. **PAIK J.H.-Y., BJELDANES L.F., 1979.** Effects of cadaverine on histamine transport and metabolism in isolated gut sections of the guinea-pig. *Food Cosmet. Toxicol.* **17**, 629–632.
90. **PAQUOTE P., 2000.** Situation du marché du thon, veille internationale pour les produits de la pêche et l'aquaculture (VIPPA – CFCE), 1999, OFIMER 2000. N°12, P 6-9.
91. **PARROT J., NICOT G., 1966.** Pharmacology of histamine. In: Eichler, O., Farah, S (Eds.), *Handbook of Experimental Pharmacology*. Springer- Verlag, New York, pp. 148–161.
92. **PELLISSIER P., 2007.** Synthèse bibliographique : Mécanismes d'accumulation post-mortem d'histamine dans les poissons et méthodes de dosage. Master II : Biologie géo - sciences agro-ressources et environnement spécialité productions animales en région chaudes ; Montpellier (CIRAD).
93. **PETIT A., 1967.** Microbiologie des poissons. R.T.V.A., (227): 22
94. **R.JEYA SHAKILA, GEEVARETHINAM JEYASEKARAN, S. AUNTO PRINCY VYLA, R. SARAVANA KUMAR, 2005.** Effect of Delayed Processing on Changes in Histamine and Other Quality Characteristics of 3 Commercially Canned Fishes. *J. Food Sci.* **70**, (1), 24–29.
95. **RAITHEL M., ULRICH P., HOCHBERGER J., HAHN E.G., 1998.** Measurement of gut diamine oxidase activity. Diamine oxidase as a new biologic marker of colorectal proliferation? *Ann. NY Acad. Sci.* **859**, 262–266.
96. **ROSSI S., 2004.** Australian Medicine Handbook. Adelaide: Australian Medicine Handbook.
97. **ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., 1985.** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris: sepeic, 230p.
98. **RUSSELL, F.E., MARETIC, Z., 1986.** Scombroid poisoning: mini review with case histories. *Toxicon* **24**, 967–973.
99. **RYSER E.T., MARTH E.H., TAYLOR S.L., 1984.** Histamine pro Stratton, J.E., Taylor, S.L., 1991. Scombroid poisoning. In: Ward, duction by psychrotrophic pseudomonads isolated from tuna D., Hackney, C. (Eds.), *Microbiology of Marine Food Prodfish. J. Food Prot.* **47**, 8–80.
100. **SABROE R.A., KOBZA BLACK A., 1998.** Scombrototoxic fish poisoning. *Clin. Exp. Dermatol.* **23**, 258–259.

- 101. SANCHEZ-GUERRERO I.M., VIDAL J.B., ESCUDERO A.I., 1997.** Scombroid fish poisoning: a potentially life-threatening allergic-like reaction. *J. Allergy Clin. Immunol.* **100**, 433–434.
- 102. SATTLER J., HAFNER D., KLOTTER H.J., LORENZ W., WAGNER PK., 1988.** Food-induced histaminosis as an epidemiological problem: plasma histamine elevation and haemodynamic alterations after oral histamine administration and blockade of diamine oxidase (DAO). *Agents Actions* **23** : 361-365.
- 103. SATTLER, J., HESTERBERG, R., LORENZ, W., SCHMIDT, U., CROMBACH, M., STAHLKNECHT, C.D., 1985.** Inhibition of human and canine diamine oxidase by drugs used in an intensive care unit: relevance for clinical side effects? *Agents Actions* **16**, 91–94.
- 104. SATTLER, J., LORENZ, W., 1990.** Intestinal diamine oxidases and enteral- induced histaminosis: studies on three prognostic variables in an epidemiological model. *J. Neural Transm. Suppl.* **32**, 291–314.
- 105. SCHWELBERGER, H.G., HITTMAIR, A., KOHLWEIN, S.D., 1998.** Analysis of tissue and subcellular localization of mammalian diamine oxidase by confocal laser scanning fluorescence microscopy. *Inflamm. Res.* **47** (suppl), 60–61.
- 106. SENANAYAKE N., VYRAVANATHAN S., 1981.** Histamine reactions to ingestion of tuna fish (*Thunnus argentivittatus*) inpatients on anti-tuberculosis therapy. *Toxicon* **19**, 184–185.
- 107. SHALABY A.R., 1996.** Significance of biogenic amines in food safety and human health. *Food Res. Int.* **29** (2), 675–690.
- 108. SIMID W., HIBIKI S., 1955.** Studies on putrefaction of aquatic 353–358. products. 23. On the critical concentration of poisoning for histamine. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **21**, 365–367.
- 109. SMART D.R., 1992.** Scombroid poisoning. A report of seven cases involving the Western Australian salmon, *Arripidtruttaceus*. *Med. J. Aust.* **157**, 748–751.
- 110. SPECHT D., 1998.** Scombroid fish poisoning. *J. Emerg. Nurs.* **24**, 118–119.
- 111. STRATTON J.E., TAYLOR S.L., 1991.** Scombroid poisoning. In: Ward, D., Hackney, C. (Eds.), *Microbiology of Marine Food Products*. Spectrum, New York, pp. 331–351.
- 112. TAKAHASHI H., KIMURA B., YOSHIKAWA M., FUJI T., 2003.** Cloning and sequencing of the histidine decarboxylase genes of gram-negative, histamine-producing bacteria and their application in detection and identification of these organisms in fish. *Appl. Environ. Microbiol.* **69**, 2568–2579.

- 113. TAYLOR S.L., 1986.** Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *Crit. Rev. Toxicol.* **17**, 91–128.
- 114. TAYLOR S.L., LIEBER E.R., 1979.** In vivo inhibition of rat intestinal histamine-metabolizing enzymes. *Food Cosmet. Toxicol.* **17**, 237–240.
- 115. TAYLOR S.L., SUMNER S.S., 1986.** Determination of histamine, putrescine, and cadaverine. In: Kramer, D.E., Liston, J. (Eds.), *Seafood Quality Determination*. Elsevier, Amsterdam, pp. 235–245.
- 116. TAYLOR, S.L., STRATTON, J.E., NORDLEE, J.A., 1989.** Histamine poisoning (scombroid fish poisoning): an allergy-like intoxication. *Clin. Toxicol.* **27**, 225–240.
- 117. TIALLA D., 2012.** Etude de la relation entre le taux d’histamine dans le thon frais et le niveau de contamination par les bactéries histaminogènes. Master II en qualité des aliments de l’homme, spécialité : produits d’origine animale ; Dakar (EISMV).-30p.
- 118. URAGODA C.G., KOTTEGODA S.R., 1977.** Adverse reactions to isoniazid on ingestion of fish with a high histamine content. *Tubercle* **18**, 83–89.
- 119. VALLE M., MALLE P. AND BOUQUELET S. (1997).** Optimization of a Liquid Chromatographic Method for Determination of Amines in Fish. *J. AOAC Int.* **80** : 49-56.
- 120. WEI C.I., CHEN C. M., KOBURGER, OTWELL W.S., MARSHALL M.R., 1990.** Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged Tuna. *J. Food Sci.*, **55** (1): 59-63.
- 121. WENDAKOON C. ET SAKAGUCHI M., 1992.** Effect of spices on growth and biogenic amines formation by bacteria in fish muscle. *Quality assurance in the fish industry* **30**: 305–313.
- 122. WHITE M.V., 1990.** The role of histamine in allergic diseases. *J. Allergy Clin. Immunol.* **86**, 599–605.
- 123. WU M.L., YANG C.C., YANG G.Y., GER J., DENG J.F., 1997.** Scombroid fish poisoning: an overlooked marine food poisoning. *Vet. Hum. Toxicol.* **39**, 236–241.
- 124. YOSHINAGA D.H., ET FRANK H.A., (1982).** Histamine-producing bacteria in decomposing skipjack tuna (*Katsuwonus pelamia*). *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 447–452.

WEBOGRAPHIE

1. **ALTUIS 2004.** [en ligne] : <http://www.antihistamine.org>. Consulté le 10/10/2011
2. **AOAC, 2007.** PTM070703, Neogen Veratox_ quantitative histamine test. [en ligne] : <http://www.aoac.org/testkits/testedmethods.html>. Consulté le 18/08/2011
3. **BOULAY, 1999.** [en ligne] : www.bibli.vet-nantes.fr/theses/1999/boulay999/part1.pdf. Consulté le 15/12/2011.
4. **FISH PIX, 2012**
[en ligne] :
http://fishpix.kahaku.go.jp/fishimagee/detail?START=17&FAMILY=Scombridae&SPECIES=&LOCALITY=&FISH_Y=&FISH_M=&FISH_D=&PERSON=&PHOTO_ID=&JPN_FAMILY_OPT=1&FAMILY_OPT=0&JPN_NAME_OPT=1&SPE (Consulté le 02 /04/ 2012)
5. **MALLE P. 2006** fiche histamine. [en ligne] : www.afssa.fr
6. **PHOTOS DE POISSONS DE LA MER MEDITERANNEE.** [en ligne] : <http://www.marseille-sympa.com/poissons.html> . Consulté le 1/03/2012.
7. **WIKIPEDIA, 2012**
Encyclopédie : wikipedia [en ligne] : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunnus_alalunga.jpg
Consulté le 2/03/2012
8. **WIKIPEDIA, 2012**
Encyclopédie : wikipedia [en ligne] : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunnus_alalunga.jpg
Consulté le 2/03/2012

ANNEXE I :

DIAGRAMME DETAILLE DU PROCESS DE LONGES SURGELEES



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. »

EVOLUTION DE LA TENEUR EN HISTAMINE DANS LE PROCESS DE FABRICATION DES LONGES DE THON SURGELEES

RESUME

Le secteur thonier ivoirien occupe une bonne position en Afrique et dans le monde. Cependant, la consommation des thons peut engendrer des risques potentiels d'intoxication histaminique. De ce fait, un contrôle de la qualité de cette denrée apparaît nécessaire. C'est ainsi que nous nous sommes proposés d'étudier la relation entre le taux d'histamine dans les longes thon précuits surgelées et le délai d'attente à différents stades du process de fabrication de longes de thon surgelées. Cette étude a porté sur 30 échantillons de thon « albacore » (*thunnus albacares*). La recherche de la teneur d'histamine est effectuée par la méthode immuno-enzymatique : Veratox Neogen[®] qui est un test ELISA. La saisie et la gestion des données sont faites grâce au logiciel Excel 2007[®]. Le test de khi deux et le test de t apparié sont utilisés pour comparer les différents taux d'histamine mesurés. La force d'association entre les différents taux histamines observés, est mesurée grâce au test de corrélation de Pearson. Les principaux résultats sont les suivants : les moyennes de la teneur en histamine au stade refroidissement - parage $t_1=12$ h a été de $1,44 \pm 0,77$ ppm, au stade parage -ensachage $t_2=15$ h de $7,80 \pm 1,87$ ppm, et au stade ensachage-surgélation $t_3=17$ h de $18,09 \pm 5,54$ ppm. Sur les 30 échantillons, les taux les plus bas sont retrouvés au niveau l'échantillon 28 qui sont respectivement 0 ppm, 3,4 ppm et 8,2 ppm aux différents stades. Cependant, il est retrouvé dans l'échantillon 23 les taux les plus élevés respectivement 3,7 ppm, 11,6 ppm et 30,1 ppm au niveau des trois stades $t_1=12$ h, $t_2=15$ h, $t_3=17$ h. Toutefois, uniquement l'échantillon 23 ($30,1 \pm 5,54$ ppm) au stade $t_3=17$ h, présente le taux d'histamine supérieur au seuil fixé par l'entreprise qui est inférieur 30 ppm. Mais qui ne dépassent pas le seuil limite de la teneur en histamine fixé par le ministère de la production animale et des ressources halieutiques ivoirien qui doit être inférieur à 100 ppm (MIPARH, 2010). Egalement conforme à la norme de la Food drug administration inférieur à 50 ppm (FDA, 1998) et à la réglementation européenne (<100 mg/kg). Pour confirmer ces résultats, cette étude doit être étendue à toutes les étapes de la transformation, sur une variété d'espèces pélagiques et sur le couple temps-température.

Mots clés : Histamine, longes, thon précuit, temps, transformation, Côte d'ivoire.

Adresse de l'auteur : BP 352 Aboisso – CÔTE D'IVOIRE

Tel : (00225) 46 30 30 23 / (00225) 49 25 55 73

Email : ogoumont @ yahoo.fr