

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E.I.S.M.V.)



ANNEE 2014

N° 07

BIOECOLOGIE, PECHE ET TOXICITE DES POISSONS

DIODONTIDAE ET TETRAODONTIDAE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le samedi 05 Avril 2014 à 10H

Devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de

Dakar

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR VETERINAIRE

(DIPLÔME D'ETAT)

Par

SERIGNE ABDOU KHADRE MB DIALLO

MEMBRES DU JURY

Président :

Monsieur AMADOU DIOUF

Professeur à la Faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar

Directeur et

Rapporteur de Thèse :

Madame Rianatou BADA ALLAMBEDJI

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membre :

Monsieur Yalacé Yamba KABORET

Professeur à l'EISMV de Dakar

Co-directeur de thèse :

Dr Massal Fall

Directeur du C .R.O. D.T - I S.R.A



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR

BP: 5077-DAKAR (Sénégal)

Tel: (00221) 33 865 10 08 Télécopie (221) 825 42 83

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR GENERAL



Professeur Louis Joseph PANGUI

LES COORDONNATEURS



Professeur Germain Jérôme SAWADOGO

Coordonnateur des Stages et des
Formations Post-Universitaires



Professeur Yalacé Yamba KABORET

Coordonnateur de la Coopération Internationale



Professeur Serge Niangoran BAKOU

Coordonnateur des Etudes et de la Vie Estudiantine



Professeur Yaghouba KANE

Coordonnateur de la Recherche/Développement

Année Universitaire 2013 – 2014

PERSONNEL ENSEIGNANT

❖ PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'E.I.S.M.V

❖ PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

❖ PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

PERSONNEL ENSEIGNANT-EISMV

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Papa El Hassane DIOP, Professeur

SERVICES

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Maître-Assistant
M. Jean Narcisse KOUAKOU	Vacataire
Mlle. Ghislaine MBEURNODJI	Monitrice

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Maître - Assistant
Salifou KABORE	Moniteur

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur(en disponibilité)
M. Walter OSSEBI	Assistant
Mlle. Carole NYONSE	Monitrice

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maître – Assistant

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Adama SOW	Maître-Assistant
Zounongo Marcelin ZABRE	Vacataire

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simplice AYSSIWEDE	Maitre - Assistant
M. Bekpable BANGUE LAMBONI	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT
CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

SERVICES

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

Serigne Khalifa Babacar SYLLA	Maître - Assistant
Bellancille MUSABYEMARIYA	Maître - Assistante

**2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE
INFECTIEUSE**

Rianatou BADA ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Maître - Assistant

**3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-
ZOOLOGIE APPLIQUEE**

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant
M. Jean Nepomusene HAKIZIMANA	Moniteur

4. PATHOLOGIE

MEDICALE-ANATOMIE

**PATHOLOGIQUE-
CLINIQUE AMBULANTE**

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghoubia KANE	Maître de conférences agrégé
Mireille KADJA WONOU	Maître – Assistante
Abdourahmane SECK	Moniteur
Mr Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Assiongbon TEKOU AGBO	Chargé de recherche
Dr Gilbert Komlan AKODA	Maître - Assistant
Abdou Moumouni ASSOUMY	Assistant
M. Arnaud TALNAN	Vacataire

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur Yalacé Yamba KABORET

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF

Ingénieur Documentaliste (Vacataire)

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ÉLEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

M. Théophraste LAFIA

Chef de la scolarité

M. Mohamed Makhtar NDIAYE

Stagiaire

Mlle Astou BATHILY

Stagiaire

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG
Faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie
UCAD

Assistant

2. BOTANIQUE

Dr Kandoura NOBA
Dr César BASSENE
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Maître de Conférences (Cours)
Assistant (TP)

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME
Institut de Science de la Terre (I.S.T.)

Maître-assistant

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG
ENSA-THIES
Alpha SOW
PASTAGRI
El Hadji Mamadou DIOUF
SEDIMA

Maître de conférences agrégé

Docteur vétérinaire vacataire

Docteur vétérinaire vacataire

5. H. I. D. A. O. A.:

Malang SEYDI
E.I.S.M.V – DAKAR

Professeur

6. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Amadou DIOUF
Faculté de Médecine, de Pharmacie
et d'Odonto-Stomatologie UCAD

Professeur

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

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

Maître de Conférences

Mame Diatou GAYE SEYE

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

Maître - Assistant (Cours)

Dr Ngansomana BA

Assistant Vacataire (TP)

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

6. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU
EISMV – DAKAR

Maître de conférences agrégé

7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Malick FALL
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Maître de Conférences

8. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE
EISMV – DAKAR

Professeur

9. ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Professeur

10. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU
EISMV – DAKAR

Maître de conférences agrégé

Oubri Bassa GBATI
EISMV – DAKAR

Maître - Assistant

Gualbert Simon NTEME ELLA
EISMV – DAKAR

Maître-Assistant

11. GEOLOGIE : FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Raphaël SARR
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Maître de Conférences

HYDROGEOLOGIE

Abdoulaye FAYE
Faculté des Sciences et Techniques

Maître de Conférences

DEDICACES

Je Dédie ce modeste Travail :

➤ A Mes Parents :

Cette page ne saurait suffire pour vous exprimer ma gratitude. Vous êtes à la base même de cette œuvre pour avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

➤ A toute la Famille :

➤ Mes frères, mes sœurs, mes cousin (es)

➤ A toutes mes amis et oncles :

En reconnaissance de la grande compréhension et du soutien qu'ils n'ont cessé de me manifester.

➤ A tous les étudiants de L'EISMV

➤ A la Quarantième Promotion

➤ A tous mes Camarades et Enseignants

REMERCIEMENTS

Je remercie Vivement tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce Travail :

- Au Dr Colonel Massal Fall, Directeur du Centre de recherche Océanographique de Dakar, vous m'avez inspiré ce travail et votre aide tout au long de sa réalisation mérite ma profonde gratitude.
- Aux Agents du C.R.O.D.T – I.S.R.A , Mr Alassane DIENG, Mr Fallou NIANG ,
-

Mr Pape Samba SOW et Mr Bouré DIOUF (marayeurs).

- Au Professeur Rianatou BADA ALLAMBEDJI de l'EISMV de Dakar
- Au Professeur Yalacé Yamba KABORET de L'EISMV de Dakar
- Au Docteur Khalifa Ababacar Sylla Maitre- assistant à L'EISMV

A NOS MAITRES ET JUGES

- A notre maître et président du jury, **Monsieur AMADOU DIOUF** Professeur titulaire à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de l'UCAD : Vous nous faites un honneur aujourd'hui en acceptant de présider notre jury de thèse malgré vos multiples occupations. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.
- A notre maître et directeur de thèse, **Madame Rianatou BADA ALLAMBEDJI , Professeur à l'EISMV de Dakar** : vous nous avez fait le grand honneur de suivre et diriger ce travail. Dont l'enseignement et les conseils ont été un guide précieux pour nous au cours de ce travail. Veuillez trouver ici, l'expression de notre profonde admiration.
- A notre maître et juge, **Monsieur Yalacé Yamba KABORET, Professeur à L'EISMV de Dakar** Nous apprécions à sa juste valeur l'honneur que vous nous faites de juger ce travail, malgré votre emploi de temps chargé. Vos qualités scientifiques imposent admiration et respect. Hommages respectueux.
- **A notre Co-directeur de thèse le Vétérinaire Colonel Massal Fall** Directeur du Centre de recherche Océanographique de Dakar. Ce travail est le vôtre, vous nous avez assisté de près et avez guidé ce travail. Vos qualités intellectuelles et humaines seront pour nous un souvenir inoubliable. Sincères remerciements et profonde gratitude.

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

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

- % : Pourcentage
- °C : Degré Celsius
- AC : Anticorps
- ADP : Acide Adénosine Di phosphorique
- ALT : Alanine amine-transférase
- ALP : Phosphatase alcaline
- ANDS: Agence national de statistique et de la démographie
- ATP : Adénosine Tri phosphorique
- C : Carbone
- CLOFETA : Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic
- Cm : Centimètre
- COPACE : Comité des pêches de l'atlantique centre - est
- CRODT : Centre de Recherches Océanographiques de Dakar – Thiaroye
- Da : Dalton
- DCP : Dispositif de concentration des poissons
- DL50 : Dose Létale 50
- EP : Epervier
- FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
- FDA : Food and Drug Administration
- FDF : Filet dormant de fonds
- FDS : Filet dormant de surface
- FMDF: Filet maillant dérivant de fonds
- FMDS :Filet maillant dérivant de surface
- FME :Filet maillant encerclant

- GPS : Global Positioning System. Appareil servant à orienter les unités de pêche et à enregistrer leurs positions en termes de latitudes et longitudes
- GSH : Glutathion peroxydase
- H : Heure
- H : Hydrogène
- IG: Immunoglobuline
- IUPA : Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture
- IUPAC :International Union of Pure and Applied chemistry
- Kgp : Kilogramme pesé
- Km : Kilomètre
- LABEP – AO/IFAN : Laboratoire d'Étude des Poissons de l'Afrique de l'Ouest
- LCS : Ligne casier seiche
- LNERV : Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires
- LPG : Ligne pirogue glacière
- LPO: Ligne poulpe
- LR: Ligne à *Rhinobatos* (raies)
- LSM : Ligne simple motorisée
- LSNM: Ligne simple non motorisée
- LST : Longueur standard des poissons téléostéens
- LTR: Ligne de traîne
- L : Litre
- MG : Matière grasse
- Nacl : Chlorure de sodium
- N : Azote
- PA : Pêche artisanale
- PAL : Ligne palangre
- PI : Pêche industrielle

- PIB : Produit intérieur brut
- PSM : Pêche sous-marine
- SNDES : Stratégie nationale de développement social
- SOD : Super oxyde dimutase
- SP : Seine de plage
- ST: Senne tournante
- TBARS : Thiobarbituric acid reactive substances
- TJB : Tonnage de jauge brut, en tonneaux. Indicateur du volume intérieur d'un bateau
- TM : Trémail
- TTX : Tétrodotoxine
- UE : Union Européenne
- USA : United states of America
- ZEES : Zone économique exclusive sénégalaise

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Morphologie générale d'un poisson	5
Figure 2 : Illustration de <i>Diodon holocanthus</i> et <i>Chilomycterus antennatus</i> (<i>Diodontidae</i>).....	8
Figure 3 : Illustration de la différence des dents entre <i>Diodontidae</i> et <i>Tetraodontidae</i>	10
Figure 4 : Illustration de 3 espèces de <i>Tetraodontidae</i>	11
Figure 5 : Aires de répartition géographique des Diodontidés et Tétraodontidés (liseré rouge)	13
Figure 6: Poids en % des espèces de poissons <i>Diodontidae</i> et <i>Tetraodontidae</i> .	15
Figure 7 : Illustration de la croissance du rendement horaire ou PUE du nord au sud	17
Figure 8 : Etapes du développement larvaire des poissons Diodontidés et Tétraodontidés.....	22
Figure 9 : Illustration de l'effet direct de la pêche sur les poissons les plus âgés	26
Figure 10 : Côte sénégalaise avec ses parties nord, centre et sud	28
Figure 11 : Bouche de compère lisse ouverte avec ses dents coupantes	32
Figure 12 : Illustration de quelques composantes de la ligne classique	33
Figure 13 : Importance relative des <i>Tetraodontidae</i> débarqués en PA sénégalaise	35
Figure 14 : Répartition des débarquements de <i>Tetraodontidae</i> par site de débarquement en PA	36
Figure 15 : Répartition des débarquements de <i>Tetraodontidae</i> par type d'engin en PA	37
Figure 16 : Répartition des débarquements de <i>Tetraodontidae</i> par mois en PA	38

Figure 17 : Répartition des débarquements de poissons <i>Tetraodontidae</i> par année en PA	38
Figure 18 : Schéma d'un aquarium.....	39
Figure 19 : Vraie lotte ou baudroie	44
Figure 20 : Queue de lotte (à gauche et au milieu) et queue de compère lisse (à droite).....	44
Figure 21 : Etêtage (A), éviscération (B), ovaire (C) et chair morcelée (D) de compère lisse.....	45
Figure 22 : Illustration des poissons <i>Tetraodontidae</i> salés séchés vendus sur le marché	46
Figure 23 : Le poisson – lune <i>Mola mola</i> avec ses nageoires dorsale et anale bien visibles	48
Figure 24 : Illustration de quelques poissons de la famille des <i>Canthigasteridae</i>	49
Figure 25 : Illustration d'un poisson fugu.....	49
Figure 26 : Formule chimique et forme cristalline de la TTX.....	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Familles constitutives du Sous – Ordre des <i>Tetraodontoidei</i>	8
Tableau II : Aires de répartition géographiques des <i>Diodontidae</i> et des <i>Tetraodontidae</i>	14
Tableau III : Poids en kg des poissons <i>Diodontidae</i> et <i>Tetraodontidae</i>	15
Tableau IV : Profondeurs de pêche (m) minimale, maximale et moyenne des taxons étudiés.....	16
Tableau V : Variations taxonomiques du rendement horaire en kg/h selon la zone.....	17
Tableau VI: Variations taxonomiques du rendement horaire en kg/h selon la saison	18
Tableau VII: Comportement et vie sociale des <i>Diodontidae</i> et des <i>Tetraodontidae</i>	19
Tableau VIII : Principaux engins de pêche artisanale des poissons Odontiformes au Sénégal.....	31
Tableau IX : Caractéristiques des chalutiers démersaux côtiers capturant accessoirement les poissons <i>Diodontidae</i> et <i>Tetraodontidae</i>	34
Tableau X : Répartition des débarquements de <i>Tetraodontidae</i> par site de pêche	36
Tableau XI : Types d'aquarium, normes, nourriture et comportement de <i>Diodontidae</i>	40
Tableau XII : Types d'aquarium, normes, nourriture et comportement de <i>Tetraodontidae</i>	41
Tableau XIII : Différents modes de cuissons applicables aux poissons Tétraodontidés.....	46
Tableau XIV : Genres de poissons <i>Tetraodontidae</i> et <i>Diodontidae</i> pouvant renfermer de la TTX.....	54

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYSTEMATIQUE ET BIOECOLOGIE	4
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES POISSONS	5
CHAPITRE II : POSITION SYSTEMATIQUE DES <i>DIODONTIDAE</i> ET DES <i>TETRAODONTIDAE</i>	7
2.1. Rappel sur l'ordre des Tétraodontiformes	7
2.2. Caractères généraux des <i>Diodontidae</i> et des <i>Tetraodontidae</i>	8
2.2.1. <i>Diodontidae</i>	8
2.2.2. <i>Tetraodontidae</i>	10
CHAPITRE III: BIOECOLOGIE DES DIODONTIDES ET DES TETRAODONTIDES	13
3.1. Aire de répartition géographique.....	13
3.2. Distribution spatio-temporelle.....	14
3.2.1. Répartition taxonomique des captures.....	14
3.2.2. Profondeurs de pêche.....	15
3.2.3. Rendement horaire	16
3.3. Habitat	18
3.4. Comportement et vie sociale	18
3.5. Proies	19
3.6. Prédateurs	20
3.7. Croissance.....	20
3.8. Reproduction.....	21
DEUXIEME PARTIE : PECHE, AQUACULTURE, COMMERCIALISATION ET CONSOMMATION	23
CHAPITRE 1 : PÊCHE ET AQUACULTURE.....	24
1.1. Pêche	24
1.1.1. Définition.....	24

1.1.2. Tendances actuelles	25
1.1.3. Pêche maritime au Sénégal	26
1.1.3.1. Importance	26
1.1.3.2. Côte et plateau continental	27
1.1.3.3. Données et saisons hydrologiques	28
1.1.3.4. Typologie des ressources	29
1.1.4. Pêche des <i>Diodontidae</i> et des <i>Tetraodontidae</i> au Sénégal	30
1.1.4.1. Pêche artisanale	30
1.1.4.2. Pêche industrielle	34
1.1.4.3. Résultats	35
1.2. Aquaculture	39
1.2.1. Définition	39
1.2.2. Aquariophilie liée aux poissons ciblés	40
CHAPITRE 2 : CONSOMMATION, COMMERCIALISATION ET REGLEMENTATION INTERNATIONALE	43
2.1. Commercialisation	43
2.2. Consommation	44
2.3. Revue de la réglementation internationale	47
2.3.1. Union Européenne	47
2.3.2. Etats – Unis	49
2.3.3. Japon	50
2.3.4. Sénégal	51
TROISIEME PARTIE : TOXICITE DES POISSONS <i>DIODONTIDAE</i> ET <i>TETRAODONTIDAE</i>	52
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA TETRODOTOXINE	53
1.1. Définition, nature	53
1.2. Espèces animales pouvant renfermer de la TTX	54
1.3. Modalités de la formation de la TTX	55
1.4. Mode d'action de la TTX	55

CHAPITRE 2 : EFFETS TOXIQUES RECHERCHES OU NON.....	58
2.1. Intoxication à la térodotoxine.....	58
2.1.1. Facteurs favorisants	58
2.1.1.1. Alimentation et zone de pêche	58
2.1.1.2. Environnement	58
2.1.2. Symptomatologie.....	60
2.1.3. Pronostic.....	61
2.1.4. Diagnostic.....	61
2.1.4.1. Anamnèse	62
2.1.4.2. Clinique	62
2.1.4.3. Laboratoire	62
2.1.4.4. Différentiel	62
2.1.5. Traitement	63
2.1.6. Prophylaxie.....	63
2.2. Zombification	64
2.2.1. Notion de zombie.....	64
2.2.2. Description du phénomène.....	65
2.3. Comportements irréfléchis, jeux suicidaires et exploitation médiatique	66
CONCLUSION GENERALE	67
BIBLIOGRAPHIE	71
ANNEXES.....	79
Annexe I : Liste des espèces de <i>Diodontidae</i>	79
Annexe II : Liste des Sous – familles et genres de poissons <i>Tetraodontidae</i> ...	80
Annexe III : Questionnaire relatif aux poissons Diodontidés et tétraodontidés .	82

INTRODUCTION

Le Sénégal dispose d'une côte poissonneuse longue de 718km. Ses populations, tant côtières que rurales, ont toujours été de grands consommateurs de produits halieutiques. Le *tiébou dieune* ou riz au poisson local, qui a grandement contribué à la réputation du pays, a toujours été préparé avec des poissons de grande qualité comme les mérours, les daurades, les barracudas, les vivaneaux, etc.

Toutefois, du fait de la raréfaction des ressources et de la conjoncture économique de plus en plus difficile, ces poissons « nobles » sont de plus en plus délaissés en faveur de poissons quasiment inexploités jusqu'au début des années 1970 – 1980.

Parmi ceux –ci figurent des poissons appartenant aux familles des Tétrodontidés (poissons globes), Diodontidés (poissons porc-épics) et Molidés (poissons lunes). Par exemple, la consommation du *boune fokki* ou compère lisse *Lagocephalus laevigatus* (Tétrodontidés) est devenue assez courante dans les foyers sénégalais.

Or, l'ingestion de la chair de poissons des familles précitées, les Tétrodontidés et les Diodontidés notamment, n'est pas totalement exempte de danger comme en attestent la législation de plusieurs Etats, les cas d'intoxications postérieures à la consommation de ces poissons, la situation dramatique des zombies dans le cadre du rite vaudou (Haïti, Bénin, etc.) ainsi que les effets souvent létaux dus à une prise de risque alimentaire irréfléchie de certains consommateurs japonais.

C'est conscient qu'au Sénégal les populations ne sont pas très bien renseignées sur ces aspects précités que nous avons, principalement, décidé d'orienter nos travaux de thèse dans cette direction.

En effet, et sans être alarmiste, il semble fortement indiqué de faire le point sur ces poissons et, notamment, leur bioécologie, pêche, commercialisation, mode de préparation et toxicité potentielle pour mieux édifier les consommateurs locaux et prévenir tout risque d'intoxication.

Ce faisant, la rédaction du document est organisée en (trois) 3 grandes parties :

- La première partie traite des généralités relatives à la position systématique et à la bioécologie des poissons *Diodontidae* et *Tetraodontidae*
- La deuxième partie est centrée sur la pêche, l'aquaculture, la commercialisation et la consommation de ces poissons
- La troisième partie, enfin, aborde leur toxicité potentielle, à travers une large revue des connaissances sur la tétrodotoxine, cette puissante neurotoxine et de ses effets recherchés (état de zombie, goût du risque suicidaire) ou non (intoxication), sans occulter la législation internationale (Union européenne, USA, Japon et Sénégal, en particulier)

PREMIERE PARTIE :
SYSTEMATIQUE ET BIOECOLOGIE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES POISSONS

Les poissons (Figure 1) sont des animaux vertébrés aquatiques, poïkilothermes, de taille variable (quelques mm à une dizaine de mètres). Dotés de branchies et de nageoires, leur corps est, le plus souvent, couvert d'écailles. La poïkilothermie signifie que leur métabolisme dépend de la température de l'eau environnante : on parle encore d'animaux à sang froid, contrairement à l'homme, par exemple, qui est un animal à sang chaud. Les branchies, qui remplacent les poumons, servent à absorber l'eau et à filtrer l'oxygène nécessaire au sang des poissons.

Leur forme générale varie selon l'habitat, le mode de vie, le type d'alimentation, la façon de nager, etc. Les poissons plats (ex : soles *Cynoglossus sp*) vivent généralement sur le fond, quasiment à l'état enfouis. Les poissons « fusiformes » évoluent dans la colonne d'eau et peuvent nager de longues distances. Les poissons « anguilliformes » sont généralement présents dans les interstices des roches. Ceux ayant de grandes nageoires ou aux formes extravagantes (hippocampe, diodon, etc.) sont généralement sédentaires, etc.

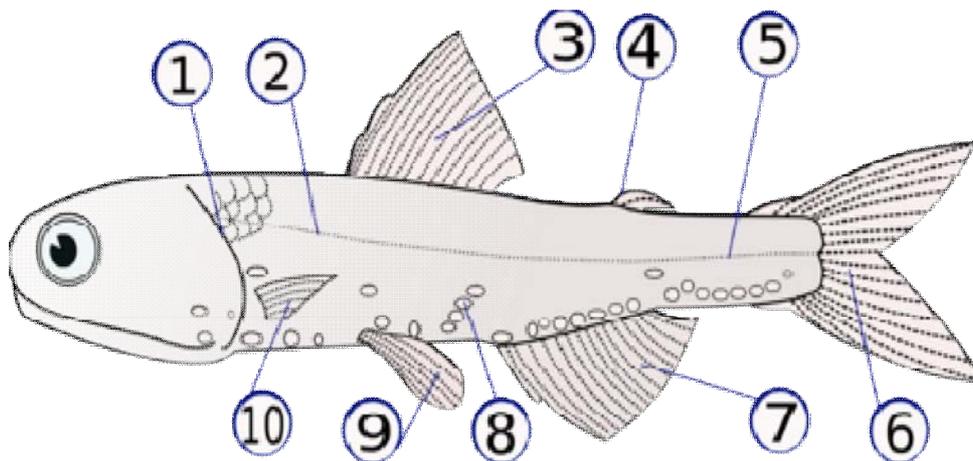


Figure 1 : Morphologie générale d'un poisson

Légende : 1 Opercule, 2 Ligne latérale, 3 Nageoire dorsale, 4 Nageoire molle ou adipeuse, 5 Pédoncule caudal ou queue, 6 Nageoire caudale Nageoire pectorale (par paire), 7 Nageoire anale, 8 Photophores, 9 Nageoire ventrale ou pelvienne, 10 Nageoire pectorale

On distingue des poissons maigres (plats en général, tels que soles et turbot avec < de 5% de matières grasses/MG), des poissons demi – gras (5 à 10 % de MG, ex : lotte, loup et daurade) et des poissons gras (> de 10% de MG, ex : thons, sardines, sardinelles et maquereaux).

Ils peuvent aussi être des poissons osseux ou Ostéichthyens (à squelette et arêtes osseux, distincts. Cas de la plupart des poissons) ou cartilagineux ou Chondrichthyens (ex : chimères, requins et raies, les arêtes de ces dernières étant soudées entre elles par du cartilage).

Les poissons jouent un rôle fondamental pour les hommes en tant que (i) nourriture, qu'ils soient pêchés dans la nature, c'est-à-dire à l'état sauvage ou élevés en pisciculture (ii) source de revenus et d'occupation (pêche commerciale) (iii) source de distraction ou de loisir (pêche sportive, aquariophilie) (iv) symboles culturels et/ou religieux pour nombre de populations côtières, dont celles du Sénégal (iv) élément important des écosystèmes aquatiques en raison de leur contribution aux cycles biogéochimiques (celui du carbone en particulier et au puits de carbone océanique) et de leurs statuts variés de proies – prédateurs.

Ils sont présents dans tous les types de milieux aquatiques ou halieutiques (salés, doux et saumâtres) dont les sources de montagnes et les fonds abyssaux. Outre les taxons disparus, environ 28 000 espèces sont actuellement recensées dont 27 000 poissons osseux ou ostéichthyens, 970 poissons cartilagineux ou chondrichthyens (requins, raies et chimères) et 108 lamproies et myxines. Le nombre total d'espèces de poissons en existence serait, en réalité, de 32 500 selon Nelson (2006). Le tiers des espèces appartient à 9 familles : Cyprinidés, Gobiidés, Cichlidés, Characidés, Loricaridés, Balitoridés, Serranidés (ex : mérous), Labridés et Scorpénidés (ex : rascasses).

Le point est fait ci-après sur les poissons ciblés dans la présente étude, c'est-à-dire ceux des familles *Diodontidae* et *Tetraodontidae*.

CHAPITRE II : POSITION SYSTEMATIQUE DES *DIODONTIDAE* ET *DESTETRAODONTIDAE*

2.1. Rappel sur l'ordre des Tétraodontiformes

Sauf mention particulière, les principales références consultées sont extraits (i) des travaux d'auteurs : Ship (1974), Leis (1978), Leis (1984), Ship (1984), Leis (1986), Paekpe (1999), Leis (2006) (ii) et du site www.fr.wikipedia.org.

Les poissons Diodontidés et les Tétraodontidés appartiennent :

- au règne Animal
- à l'Embranchement des *Chordata*
- au Sous – Embranchement des *Vertebrata*
- à la Sous – Classe des *Osteichthyes*
- à la Classe des *Actinopterygii*
- à la Sous – Classe des *Neopterygii*
- à l'Ordre des poissons Tétraodontiformes

L'Ordre des poissons Tétraodontiformes se caractérise par la présence de nageoires rayonnées appelées *plectognathi*. La plupart des espèces, marines, demeurent à l'intérieur et autour des récifs coralliens, le reste évoluant en milieu d'eau douce (ruisseaux), voire dans les estuaires.

Les poissons de cet Ordre n'ont pas de parents proches, mais descendent d'une lignée d'espèces des récifs coralliens qui a émergé il y a 40 millions d'années environs. Leur diversité biologique est maximale dans la zone intertropicale hormis quelques espèces signalées sous des latitudes plus nordiques, mais également dans des milieux non strictement marins, en eau douce ou à salinité variable. On y dénombre 360 espèces environ réparties en 2 Sous – Ordre et 10 familles :

- 7 pour le Sous – Ordre des *Tetraodontoidei* qui regroupe les familles étudiées (Tableau I)
- 3 pour le Sous – Ordre des *Triacanthoidei*

Tableau I : Familles constitutives du Sous – Ordre des *Tetraodontoidei*

Familles	Exemples
<i>Balistidae</i>	Balistes <i>Balistes sp</i>
<i>Diodontidae</i>	Diodon sp et <i>Chilomycterus sp</i>
<i>Molidae</i>	Mole <i>Mola mola</i>
<i>Monacanthidae</i>	<i>Aluterus sp</i>
<i>Ostraciidae</i>	<i>Acanthostracion sp</i>
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Lagocephalus sp, Ehippion sp et Pachygaster sp</i>
<i>Triodontidae</i>	<i>Triodon macropterus</i>

2.2. Caractères généraux des *Diodontidae* et des *Tetraodontidae*

2.2.1. *Diodontidae*

Venant des termes du grec ancien « di » (= deux) et « odontos » (= dent), le mot *Diodontidae* (Linné, 1758) désigne des poissons ayant 2 dents fusionnées en forme de bec de concassage avec une structure sans suture médiane divisant les mâchoires supérieure et inférieure en moitiés gauche et droite.

Leur corps est couvert d'épines massives localisées sous la peau (Figure 2), d'où leur nom commun de « **poissons porc – épics** », poissons hérissons ou hérissons des mers en français, porcupine fishes ou burr fishes en anglais. Il existe 2 types d'épines (i) les premières, plus petites, sont ancrées par 3 racines et sont maintenues dressées (ii) les secondes, plus longues, ont 2 racines et ne se dressent que sous l'effet du gonflement.



Diodon holocanthus

Chilomycterus antennatus

Figure 2 : Illustration de *Diodon holocanthus* et *Chilomycterus antennatus*
(*Diodontidae*)

Cette famille regroupe actuellement une vingtaine d'espèces (Annexe I) réparties en différents genres de poissons. Ceux – ci sont établis à partir de la distinction entre les épines inamovibles et les épines érectiles, ainsi que sur la base de l'aire de distribution géographique :

- le genre *Diodon* rassemble les poissons porc-épic dont toutes les épines sont érectiles
- les genres *Allomycterus*, *Dicolyichthys*, *Lophodiodon* et *Tragulichthys* ont un mélange d'épines érectiles et inamovibles
- le genre *Chilomycterus* (Figure 2) regroupe des poissons de la zone tropicale dont presque toutes les épines sont inamovibles.
- les genres *Cyclichthys* (zone indo-pacifique) et *Lyosphaera* (Océan Atlantique, parfois regardés comme étant les *Diodontidae* les plus primitifs) ayant le même type d'épines que le précédent.

Le genre *Lyosphaera* n'est pas, à l'heure actuelle, considéré comme un genre à part entière. Il est pratiquement inclus dans le genre *Chilomycterus* en tant que *Chilomycterus atlantiques*, quoique ce ne soit qu'une solution provisoire.

Outre la forme spéciale des dents et la présence d'épines massives, les autres signes de reconnaissance des *Diodontidae* sont les suivants :

- taille moyenne : 20 à 50 cm
- tête large et arrondie
- yeux larges
- bouche grande et large
- nageoires dorsales et anales, sans épines, situées très en retrait sur le corps
- nageoires arrondies (y compris la caudale), souvent sans épine
- absence totale de nageoires pelviennes
- ouïes sous la forme de petites fentes verticales
- couleur : beige à brune, voire grise. Pas de discontinuité de couleur particulière là où se trouvent les épines. Présence possible de points, tâches

ou lignes noires, de nuances vertes ou jaunes. Ventre blanc mais, dos bleu des poissons vivant en zone pélagique

- ventre de couleur blanche, souvent avec une tache jaune
- capacité à se gonfler d'air ou d'eau, épines en saillie, pour effaroucher leurs ennemis (Séret et Opic, 1990).

2.2.2. *Tetraodontidae*

Le mot *Tetraodontidae* dérive également du grec ancien, notamment des termes « tétra » (= quatre) et « odontos » (=dent), encore appelé. Il qualifie des poissons dits (i) poissons-globes ou poissons ballons en français (ii) globefish, balloonfish, blowfish (poisson qui souffle), swellfish (poisson qui gonfle) et pufferfish (poisson gonflé) en anglais (iii) fugu ou « *takifugu* » au Japon.

Ils sont dotés de 4 grandes dents fondues dans un plan supérieur et inférieur (2 au-dessus et 2 en dessous) formant un bec de 4 puissantes dents (Figure 3).

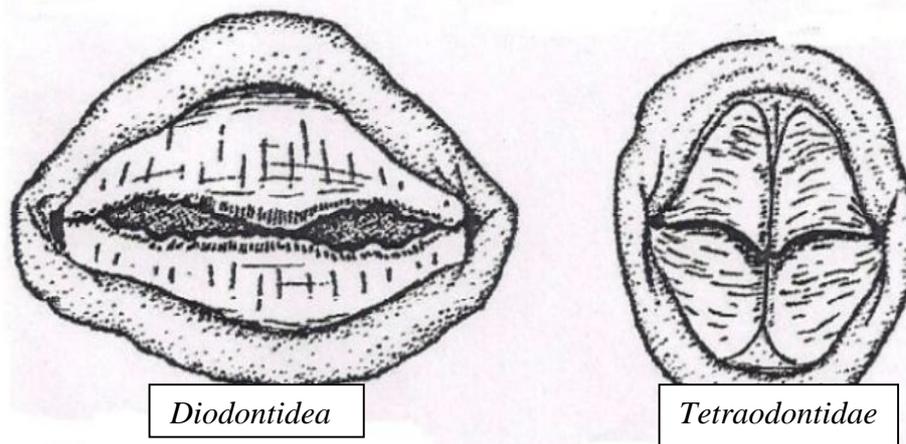


Figure 3 : Illustration de la différence des dents entre *Diodontidae* et *Tetraodontidae*

Les *Tetraodontidae* comprennent au moins 121 espèces (dont 28 qui vivent exclusivement dans les eaux dulçaquicoles, c'est-à-dire douces) réparties en 19 genres (**Annexe II**). Quelques spécimens sont illustrés dans la Figure 4.

En sus de la disposition spéciale de leurs 4 dents, déjà mentionnée, les poissons de cette famille sont également reconnaissables par les traits suivants (Blache et coll., 1970 – Schelly et Marcello, 1989):

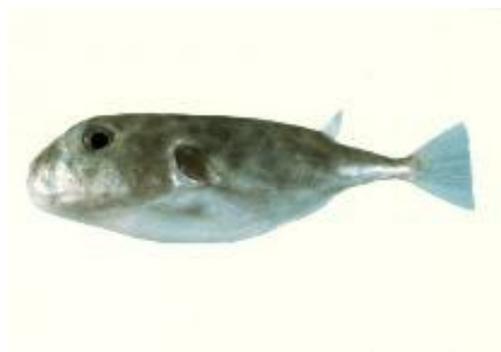
- taille moyenne : 60 à 100 cm
- corps dépourvu d'épines
- yeux situés au niveau de la tête haute



Lagocephalus laevigatus



Ehippion guttifer



Sphoeroides pachygaster

Figure 4 : Illustration de 3 espèces de *Tetraodontidae*

- absence de nageoires pelviennes
- nageoires dorsale et anale situées loin en arrière du corps, sans épines mais avec 7 – 15 rayons mous
- pour nager ils n'utilisent pas leur nageoire caudale, mais leurs nageoires pectorales, ventrales et dorsales.
- La caudale peut être repliée sur elle-même et former un U.
- Ils ont également la capacité de pouvoir nager en arrière.
- coloration variable, le plus souvent marbré, sinon varie sur le dos et les côtés, parfois avec la présence de taches de tailles et de couleurs diverses, tandis que d'autres sont de coloration ordinaires et uniformes.
- capacité à se gonfler également pour les mêmes motifs
- la plupart des espèces sont tachetées, panachées ou rayées sur les surfaces supérieures et latérales, souvent avec des taches de différentes tailles et couleurs ; les surfaces ventrales sont presque toujours non pigmentée

CHAPITRE III: BIOECOLOGIE DES DIODONTIDES ET DES TETRAODONTIDES

3.1. Aire de répartition géographique

Les poissons des familles des *Diodontidae* et des *Tetraodontidae* se retrouvent dans les Océans Atlantique, Indien et Pacifique, incluant les zones tropicales ou assimilées, notamment les côtes africaines incluant les côtes sénégalaises ($12^{\circ}20' N - 16^{\circ}04' N$). Toutefois, la 2^{ème} famille aurait une plus large aire de distribution (Figure 5, Tableau II).

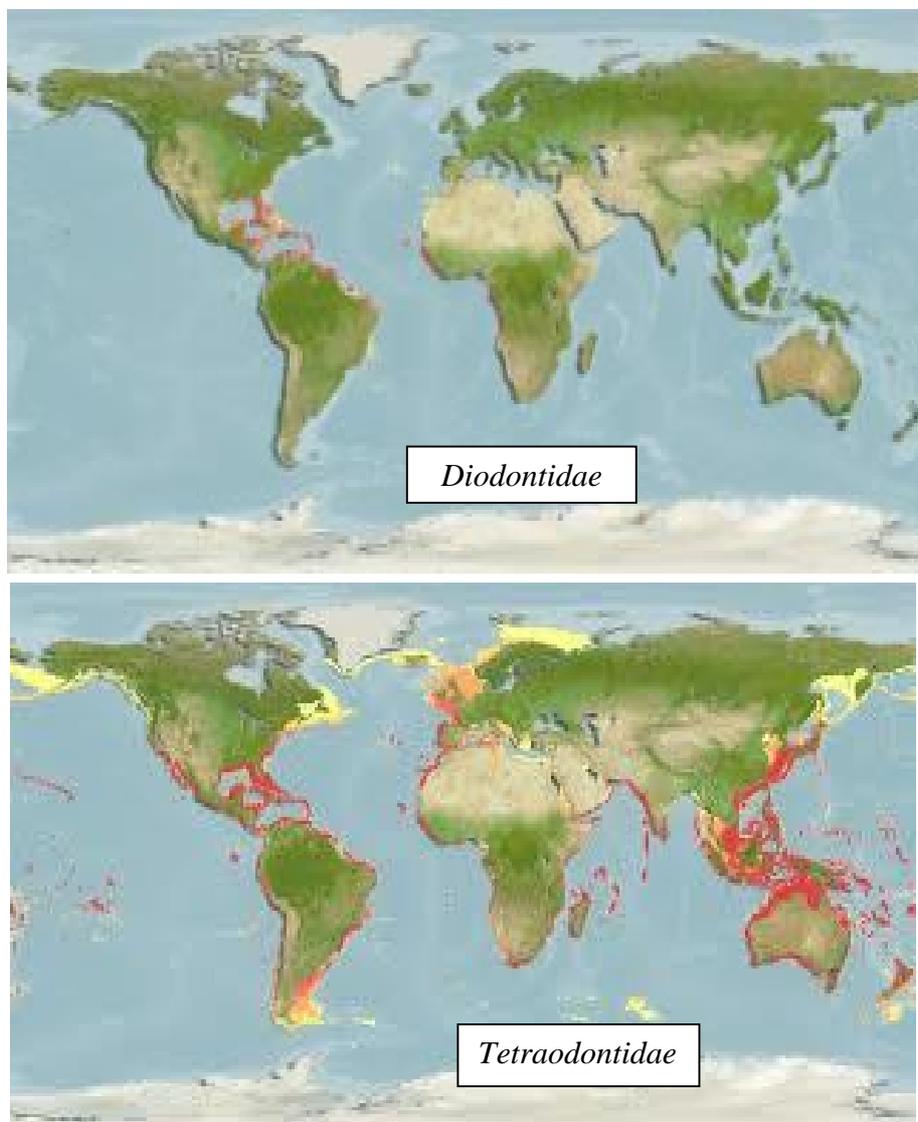


Figure 5 : Aires de répartition géographique des Diodontidés et Tétraodontidés
(liseré rouge)

Source : Quéro, Du Buit et Vayne 1998

Tableau II : Aires de répartition géographiques des *Diodontidae* et des *Tetraodontidae*

	<i>Diodontidae</i>	<i>Tetraodontidae</i>
Répartition (distribution géographique)	<ul style="list-style-type: none"> - Océans Atlantique, Indien et Pacifique - Pays tropicaux et subtropicaux (ex : Brésil, Floride du nord, zone ouest de l'Atlantique) - Nombreuses îles des Caraïbes (Bahamas, Guadeloupe, etc.), Australie etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atlantique – Ouest et Est, de l'Afrique du Sud à l'Ecosse - Mer Méditerranée - Océans Indien et Pacifique - Afrique : Basse – Guinée (endémisme), rivière Cross (entre le Cameroun et le Nigéria) et bassin du fleuve Congo

3.2. Distribution spatio-temporelle

Les résultats présentés ci-après proviennent de données de campagnes de chalutages scientifiques de type démersal côtier effectuées de 2001 à 2010 au large des eaux maritimes sénégalaises par l'équipe du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar – Thiaroye (CRODT). Dans le cadre de ces campagnes, l'engin de pêche est un chalut à poisson de fonds standard type Le Drezen® ciblant plus généralement des espèces benthodémersales, c'est-à-dire du fonds ou de son voisinage. Celles-ci sont ici présentes à des profondeurs comprises entre 10 et 200 m (zone du plateau continental qui, par convention, va de 0 à 150 – 200 m). Les stations de pêche ou traits de chaluts sont au nombre de 669.

3.2.1. Répartition taxonomique des captures

La capture totale est de 4.6 tonnes (t) environ dont 14 % pour les *Diodontidae* (*Chilomycterus sp* et *Diodon sp*, 14 % globalement) et 86 % pour les *Tetraodontidae* (*Ephippion guttifer*, *Lagocephalus sp* et *Sphoeroides sp*). Le genre *Sphoeroides sp* représente un peu plus de la moitié de la capture, suivi par *Ephippion guttifer* (près du ¼), *Chilomycterus sp* (1/10 environ), *Lagocephalus sp* (8 %) et *Diodon sp* (3 %) (Tableau III) (Figure 6).

Tableau III : Poids en kg des poissons *Diodontidae* et *Tetraodontidae*

Espèces	<i>Diodontidae</i>	<i>Tetraodontidae</i>	Total
<i>Chilomycterus sp</i>	494	*	494
<i>Diodon sp</i>	146	*	146
<i>Ephippion guttifer</i>	*	1 195	1 195
<i>Lagocephalus sp</i>	*	375	375
<i>Sphoeroides sp</i>	*	2 397	2 397
Total général	639	3 968	4 607
%	14%	86%	100%

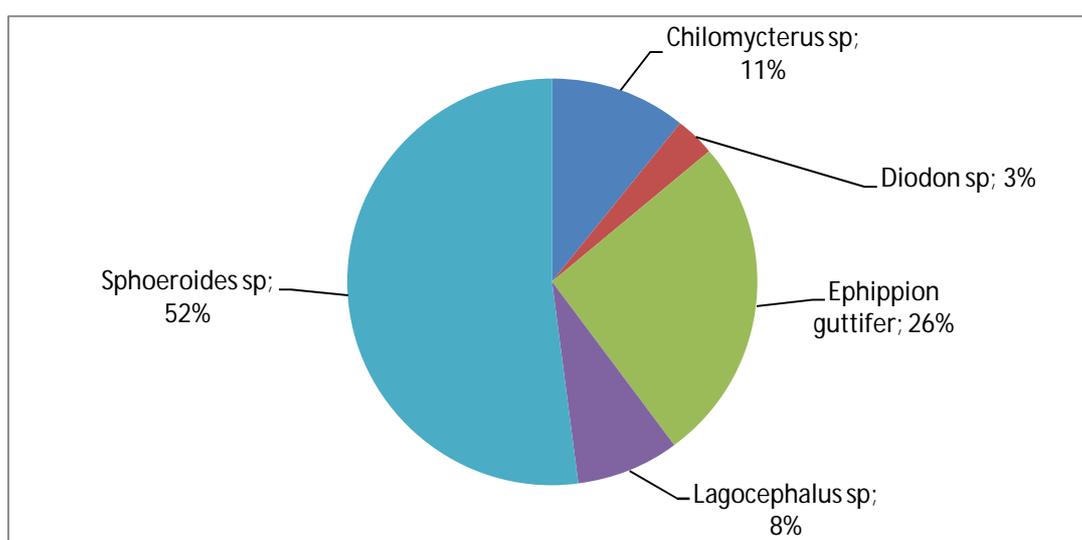


Figure 6: Poids en % des espèces de poissons *Diodontidae* et *Tetraodontidae*

3.2.2. Profondeurs de pêche

Les profondeurs de pêche minimale, maximale et moyenne relatives aux taxons identifiés, assimilables à des genres, sont présentées dans le Tableau IV. Ainsi, *Chilomycterus sp*, *Lagocephalus sp* et *Sphoeroides sp* semblent présentes sur toute la gamme de profondeur chalutée (11 à 200 m, globalement). En revanche, *Diodon sp* et *Ephippion guttifer* paraissent plus côtières en raison de leurs profondeurs de pêche qui vont d'une dizaine à une soixantaine de mètres. *Ephippion sp* serait le taxon qui a la répartition la plus côtière (15 m de profondeur de pêche moyenne) et *Sphoeroides sp* celui qui est le plus profond (86 m).

Tableau IV : Profondeurs de pêche (m) minimale, maximale et moyenne des taxons étudiés

Espèces	<i>Profondeur minimum</i>	<i>Profondeur maximum</i>	<i>Profondeur moyenne</i>
<i>Chilomycterus sp</i>	11	200	48
<i>Diodon sp</i>	15	65	32
<i>Ephippion guttifer</i>	11	56	15
<i>Lagocephalus sp</i>	11	200	41
<i>Sphoeroides sp</i>	14	200	86

3.2.3. Rendement horaire

Le rendement horaire est un indice d'abondance obtenu en divisant la capture (kg) par le nombre de stations dont la durée est standardisée en heures (h) ; d'où son unité en kg/h.

En termes de zone (paramètre spatial), il augmente du nord (Saint-Louis à Dakar, 4 kg/h) au sud (région naturelle de la Casamance, 9 kg/h) en passant par le centre (Dakar à la frontière nord avec la Gambie, 8 kg/h) ; ce qui laisse présager une abondance moindre des poissons étudiés au nord comparativement aux 2 autres zones (Tableau V) ; Figure 7

).On trouvera sur la Figure 10 et dans la partie 1.1.3.2 de la 2^{ème} partie plus de données sur les zones indiquées.

Tableau V : Variations taxonomiques du rendement horaire en kg/h selon la zone

Espèces	Zone Centre	Zone Nord	Zone Sud
<i>Chilomycterus sp</i>	277	91	126
<i>Diodon sp</i>	104	41	
<i>Ephippion guttifer</i>	147	*	1048
<i>Lagocephalus sp</i>	53	120	203
<i>Sphoeroides sp</i>	1288	498	612
Total (kg)	1868	750	1988
Nombre de stations de pêche	237	199	233
Rendement horaire (kg/h)	7,88	3,77	8,53

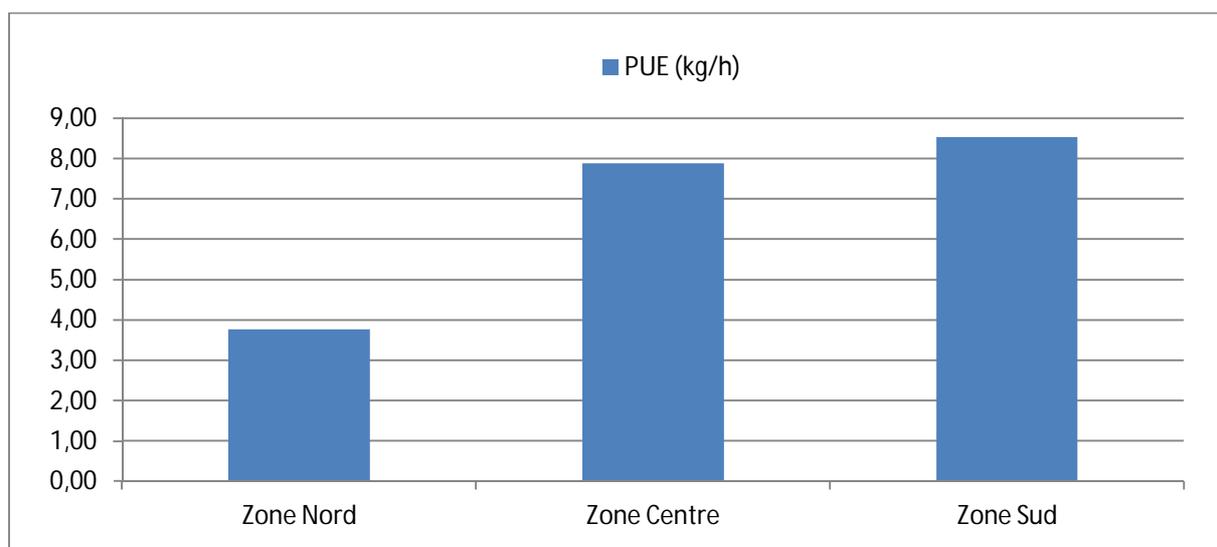


Figure 7 : Illustration de la croissance du rendement horaire ou PUE du nord au sud

En termes de saison (paramètre temporel), en revanche, le rendement horaire est quasiment le même, que l'on soit en saison chaude ou en saison froide (7 kg/h partout) (Tableau VI). La saison froide va de décembre à mai et la saison chaude de juin à octobre.

Tableau VI: Variations taxonomiques du rendement horaire en kg/h selon la saison

Espèces	Saison Chaude	Saison Froide
<i>Chilomycterus sp</i>	314	180
<i>Diodon sp</i>	70	76
<i>Ephippion guttifer</i>	1097	99
<i>Lagocephalus sp</i>	178	197
<i>Sphoeroides sp</i>	676	1721
Total (kg)	2335	2272
Nombre de stations	349	320
Rendement horaire (kg/h)	6,69	7,10

3.3. Habitat

Les *Diodontidae* vivent, de préférence, dans les lagons et sur la pente externe au niveau des récifs ou des coraux. Tous – sauf une espèce – sont benthiques. Ils fréquentent aussi les algues ou les fonds sableux et vaseux et peuvent évoluer jusqu'à 100 m de profondeur (Ship, 1974).

Les *Tetraodontidae* évoluent dans les eaux saumâtres et douces des zones tropicales (chaudes), rarement en zone tempérée (elles sont même absentes des eaux froides). En termes de profondeur, ils sont présents de quelques mètres jusqu'à 500 m(www.wikipedia.com).

3.4. Comportement et vie sociale

Les poissons étudiés sont, globalement, capables de se gonfler d'air ou d'eau pour impressionner leurs ennemis, sans être spécialement farouches (*Tetraodontidae*) tout en ayant des mœurs solitaires et une activité peu nocturne (*Diodontidae*) (Tableau VII).

Tableau VII : Comportement et vie sociale des *Diodontidae* et des *Tetraodontidae*

	<i>Diodontidae</i> (poissons porc-épic)	<i>Tetraodontidae</i> (poissons globe)
Comportement	Effrayés, ils se gonflent en avalant de l'eau (voire d'air, sur le pont d'un bateau par exemple) qu'ils stockent dans leur estomac. Leurs épines ou piquants se dressent alors et ressemblent à une boule épineuse insaisissable	Ce sont des poissons pacifiques mais mordillant parfois certaines espèces avec lesquelles ils cohabitent. Ils sont également capables de se gonfler d'eau ou d'air, sauf qu'ils sont moins impressionnants que les <i>Diodontidae</i> en raison de l'absence d'épines
Vie sociale	Vie en solitaire. Poissons plus actifs à l'aube et au crépuscule, moins durant la nuit	Peu farouches, se laissant très facilement approcher par les plongeurs. Vie en solitaire, en petits bancs ou en groupes désorganisés

Sources : www.vieocéane.free.fret wikipédia.com

3.5. Proies

Les *Diodontidae* se nourrissent d'invertébrés à carapace dure tels que les crustacés (crabes et pagures ou Bernard Lhermitte, par ex), les oursins et les gastéropodes (ex : volutes *Cymbium sp* ou yeet). *Diodon histrix* utilise des jets d'eau pour rechercher les animaux enfouis dans le sable ou retourner les oursins afin d'exposer leur zone buccale non protégée (www.vieoceane.free.fr/paf/fichef4e.html).

Les *Tetraodontidae*, réputés voraces, consomment principalement des escargots (gastéropodes), de petits invertébrés incluant des crustacés et des larves, à l'état vivant si possible. Certaines espèces se nourrissent de coraux branchus, notamment d'*Acropora* et de *Pocillopora* dont ils cassent l'extrémité (*Arothron meleagris*, *A. nigropunctatus* et *A. hispidus*) (www.vieoceane.free.fr/paf/fichef4e.html).

Au bilan, les poissons de ces 2 familles ont des régimes alimentaires comparables en termes de composition, sauf que les *Tetraodontidae* sont un peu plus exigeants (proies vivantes, coraux, etc.). Tous utilisent leur armature dentaire spéciale pour briser les coquilles (mollusques en général, dont les gastéropodes), carapaces (crustacés) ou tests (oursins) de leurs proies.

3.6. Prédateurs

Les *Diodontidae*, tout comme les *Tetraodontidae*, sont consommés par l'homme, sous certaines conditions précisées par ailleurs. Le thon, le marlin, le requin et le balistes ont également des prédateurs des poissons de ces 2 familles. Ils attaquent très souvent les *Diodontidae* en visant leurs gros yeux.

3.7. Croissance

Selon Séret et Opic (1990), au Sénégal et dans la sous-région ouest-africaine, les espèces *Chilomycterus antennatus*, *Lagocephalus laevigatus* et *L. lagocephalus* peuvent atteindre 60 cm de long, *Ephippion guttifer* 80 cm, *Sphoeroides cutaneus* 25 cm tandis que *Sphoeroides spengleri* est commune à 20 cm.

Chez *E. guttifer*, le corps nu du jeune se couvre, au fur et à mesure de la croissance, de granulations puis de plaques osseuses formant, par la suite, un sorte de carapace dorsale.

Diodon holocanthus plus communément connu sous le nom de poisson – globe ou spiny puffer et qui a une distribution tropicale (selon Hobson 1974, cité par J.

Kenzie¹, University of Michigan-Ann Arbor), peut atteindre des tailles de 30.5 à 61 cm (Hobson, 1974). Selon Baker (2008) synthétisant plusieurs informations, pour *Diodon nicthemerus* Cuvier, 1818 du Sud australien, ces tailles sont de 31 à 40 cm pour une taille record de 1.45 kg (Hutchins and Swainston, 1986 - May and Maxwell, 1986, cités par Froese and Pauly, 2008).

3.8. Reproduction

Au Sénégal, la biologie de la reproduction de *Lagocephalus laevigatus* a été étudiée par Diagne (1997). L'espèce présente 2 périodes de ponte, la 1^{ère}, la plus importante a lieu de juillet à octobre (saison chaude et pluvieuse), la 2^{ème}, de décembre à janvier (saison froide et sèche) après une légère reprise de la maturation sexuelle en novembre. L'activité testiculaire est également marquée par 2 périodes coïncidant avec celles de la ponte. La sex-ratio est favorable aux mâles.

En référence à la taille standard du corps, la différenciation sexuelle survient à 20-25 cm, la taille de 1^{ère} maturité sexuelle à 24.5 cm pour les mâles et à 27.5 cm pour les femelles.

L'espèce est un bel exemple de gonochorisme (sexes séparés) ne présentant ni hermaphrodisme, ni changement de sexe à l'instar des autres Tétraodontidés.

En aquariophilie (Ivanov, 2006), ces poissons peuvent vivre jusqu'à 15 ans. Ils forment des couples pendant la saison de reproduction. Toutefois, le mâle, qui peut cohabiter aussi avec un harem, se montre généralement agressif envers les autres mâles, surtout en période de frai (= ponte).

Les parades sexuelles peuvent être assez remuantes : le mâle, parfois un peu agressif et brutal, mordille la femelle qui ne cède pas assez vite à ses avances. C'est elle qui choisit le site de ponte après avoir exploré avec son conjoint, qui la suit pour féconder les ovules émis, tous les coins sombres, les massifs et les cachettes du bac d'élevage.

¹ Cf. site http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Diodon_holocanthus/

Les œufs pondus sont dispersés en pleine eau (vie pélagique). Au bout de 5 à 6 jours à 26°C, ils éclosent et donnent naissance à des larves transparentes, mesurant moins de 1.5 mm de long et évoluant près du sol pendant les premiers jours. Puis, petit à petit, la tête et le pédoncule caudal des larves se colorent de jaune.

Après 4 – 5 jours, le sac vitellin se résorbe, les larves commencent à se déplacer dans les 3 dimensions et montent souvent vers la surface. Elles atteignent 3 – 4mm après une semaine.

Le sexage est difficile en deçà de la taille de 5 cm car toutes les espèces arborent les mêmes caractères .Cependant, la femelle est généralement plus ronde avec des taches ressemblant à des ponctuations rondes alors qu’elles ont tendance à s’allonger et à se rejoindre chez les mâles (Ivanov, 2006)

La Figure 8_ illustre les formes générales des alevins de 10 jours à moins d’un mois d’âge.

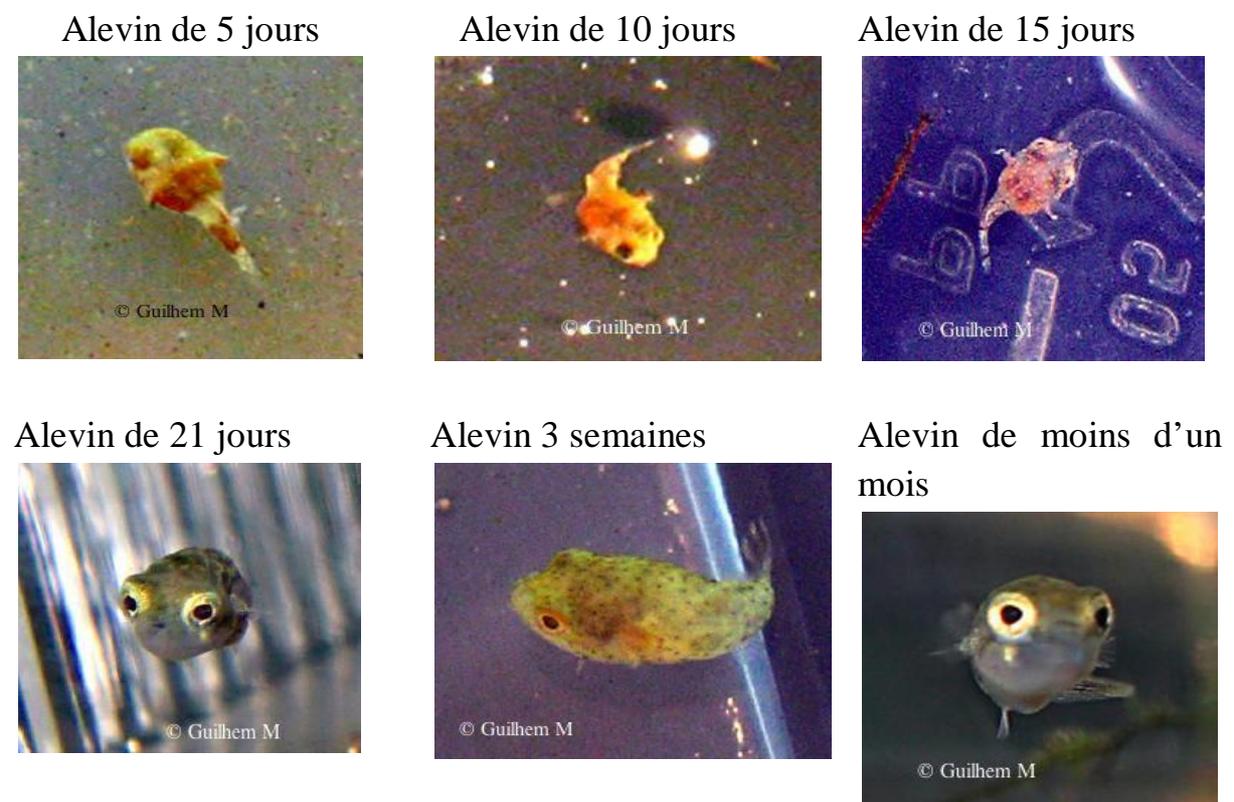


Figure 8 : Etapes du développement larvaire des poissons Diodontidés et Tétrodontidés

DEUXIEME PARTIE :
PECHE, AQUACULTURE,
COMMERCIALISATION ET CONSOMMATION

CHAPITRE 1 : PÊCHE ET AQUACULTURE

1.1. Pêche

1.1.1. Définition

La pêche est une activité de cueillette et/ou de chasse qui se fait en milieu aquatique, c'est à dire en eaux de mer, douce ou saumâtre. Elle fonctionne comme un système prédateur – proie dans lequel l'homme (= prédateur) s'empare violemment d'êtres vivants aquatiques animaux ou végétaux (= proies). L'Article 4 de la Loi 98 – 32 portant Code de la Pêche Maritime au Sénégal la définit comme une "*activité qui consiste à capturer ou chercher à capturer, extraire ou tuer, par quelque moyen que ce soit, des espèces dont le milieu de vie normal ou dominant est l'eau*".

La pêche est très sévèrement réglementée voire, interdite pour certains animaux (tortues, requins, mammifères aquatiques, etc.), des catégories de tailles ou de poids (ex : poissons juvéniles), voire des stades de maturité sexuelle (ex : femelles grainées de langoustes). Elle s'intéresse essentiellement à 3 groupes zoologiques (poissons, crustacés et mollusques) et se fait, le plus souvent :

- à bord d'embarcations/unités de pêche, plus rarement à pied
- à des fins lucratives, alimentaires (subsistance), sportives ou culturelles
- avec un accès libre et gratuit (rare) ou, de plus en plus, un permis, une licence, etc.
- à l'aide de divers moyens: compas, sondeur, GPS², radar, sonar, hélicoptère, DCP³, etc.
- avec des engins actifs ou passifs: chaluts, sennes, casiers, lignes, palangres, etc.
- voire, d'oiseaux dressés, d'explosifs, de poisons, etc.

² Global Positioning System

³ Dispositif de Concentration des Poissons : cf. pêche au thon

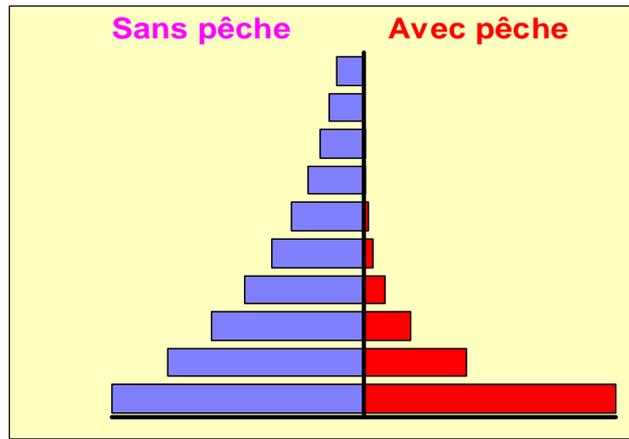
1.1.2. Tendances actuelles

A l'échelle de toutes les pêcheries mondiales, les impacts de la pêche sur les stocks exploités sont indiscutables. On note, du fait de la pêche :

- une situation critique de la plupart des stocks dont le ¼ seulement est encore sous-exploité contrairement aux ¾ qui sont exploités à surexploités, selon la FAO. La production mondiale plafonne à 90 – 100 millions de t/an sur fond de rejets en mer (animaux morts/ayant peu de chance de survivre) estimés à 5 millions de t/an...

Un stock est dit (i) **sous-exploité** si son rendement maximal constant n'est pas atteint (ii) **pleinement exploité** si celui-ci est atteint. Là, aucun pêcheur ne peut le voir augmenter d'une année à l'autre (iii) **surexploité** s'il est exploité au-delà de la limite de pêche estimée viable à long terme. Là, il y a un risque élevé d'épuisement et d'effondrement du stock.

- des modifications écologiques majeures: remplacement d'une espèce A par une autre espèce B (compétition), explosion démographique d'une espèce C (proie) du fait de la raréfaction d'une espèce D (prédateur), etc. Ce dernier cas se serait produit au large des eaux nord-ouest-africaines où les Serranidés et les Sparidés, prédateurs potentiels des céphalopodes, se sont raréfiés au profit (hypothèse) des céphalopodes (poulpe, seiche et calmars), notamment de leurs stades juvéniles qui sont les plus exposés à la prédation (Caverivière, 1990)
- une modification des structures de taille/ou d'âges: les tailles moyenne et maximale des principales espèces débarquées ne cessent de baisser. En clair, on pêche de plus en plus des juvéniles (cf. situation du thiof *Epinephelus aeneus* et des espèces « nobles » en général). En termes d'âge, la Figure 9 illustre à partir d'un stock fictif la disparition des poissons de > 6 ans du fait de la pêche.



(Âge échelonné de 1 à 10 en commençant par le bas)

Figure 9 : Illustration de l'effet direct de la pêche sur les poissons les plus âgés

- une dégradation des habitats, du fait par exemple des engins peu sélectifs tels que les arts traînants (chaluts, dragues, etc.) qui, outre leurs impacts négatifs sur les ressources, détruisent les biotopes critiques : mangroves, frayères, nourriceries, aires de reproduction et/ou de grossissement, etc.

1.1.3. Pêche maritime au Sénégal

1.1.3.1. Importance

La pêche maritime sénégalaise est créditée des points positifs ci-après :

- trait culturel majeur des populations côtières des régions de Saint-Louis, Thiès, Dakar, Fatick, Kaolack et Ziguinchor. Les acteurs les plus actifs sont, indéniablement, ceux des communautés de pêcheurs *guet – ndariens, lébous et niominkas*
- source de 600 000 emplois directs ou non (près de 17 % de la population active) dont les 2/3 sont logés dans les filières de production et transformation artisanales marquées par une forte présence de femmes
- rangement parmi les premiers postes en termes de rentrées de devises jusqu'en 2010 avec 116 milliards de FCFA, soit 20 % de celles-ci (ANSD, 2010)

- le segment de la production représente 1,8% du Produit Intérieur Brut (PIB) national et 12% du PIB du secteur primaire (ANSD, 2010)
- contribution à hauteur de 1.4 % du PIB national pour un chiffre d'affaires de 124 milliards FCFA⁴ et un volume de captures de 373 000 t en 2006
- assurance d'une consommation per capita estimée à 26 kg de poisson frais/habitant/an
- couverture de 75 % environ des besoins en protéines animales des populations et génère près de 600 000 emplois directs et indirects.

1.1.3.2. Côte et plateau continental

La côte sénégalaise, longue de 718 km, est incluse dans la zone ou région du Comité des Pêches de l'Atlantique Centre-Est (COPACE) – subdivision 34 – organisation halieutique de la FAO allant du Maroc au Congo. Elle s'étend entre les positions 16°04'N (Saint-Louis, frontière nord avec la Mauritanie) et 12°20'N (Cap Roxo, frontière sud avec la Guinée-Bissau) qui enserrent les eaux gambiennes (13°05'N – 13°36'N). Basse et bordée en général d'un cordon dunaire, elle comprend 3 zones (Domain, 1976):

- la zone nord (= côte nord, grande côte), s'étendant de Saint-Louis (16°04'N) à la pointe des Almadies (14°36'N) en région dakaroise.
- la zone centre (= petite côte) allant de Dakar (14°36'N) à la frontière maritime nord de la Gambie (13°36'N)
- la zone sud (= côte sud, région naturelle de la Casamance), comprise entre les limites 13°04'N (frontière sud de la Gambie) et 12°20'N (frontière nord de la Guinée-Bissau)

Le plateau continental, peu accidenté, couvre une superficie de 23 600 km², soit 12 % de la superficie terrestre du pays (196 000 km²) qui est comparable à celle de l'espace maritime (198 000 km²). Compris entre le rivage et l'isobathe 200

⁴ Franc CFA, unité monétaire du Sénégal et de certains pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre : 1 € = 656 FCFA

m, il est ainsi réparti selon la profondeur : 15 % entre 0 – 10 m, 49 % entre 10 – 50 m et 36 % entre 50 – 200 m (Domain, 1978).



Figure 10 : Côte sénégalaise avec ses parties nord, centre et sud

Légende : la zone nord (grande côte) va de Saint-Louis à Dakar, la zone centre de Dakar à la frontière nord de la Gambie (Petite Côte + Saloum), la zone sud (région naturelle de la Casamance), de la frontière sud de la Gambie à la frontière nord de la Guinée – Bissau

1.1.3.3. Données et saisons hydrologiques

Les eaux sont de type (i) continental, étalées sur près de 600 km, proviennent de l'estuaire du fleuve Saloum et des embouchures des fleuves Sénégal, Casamance et Gambie (ii) ou marin, ces eaux étant elles – mêmes réparties en couches :

- profondes, mélange d'eaux très froides, salées et pauvres en oxygènes
- superficielles, soumises à l'action directe de l'atmosphère, de type tropical chaud (> 24 °C, salinité > 35 ‰, de fin mai à août), guinéen chaud (> 24 °C, salinité < 35 ‰, d'août à décembre) et canarien froid (< 24 °C, salinité > 35 ‰, de décembre à mai)

Le phénomène d'upwelling, très marqué en saison froide le long des côtes sénégalaises, se traduit par la remontée en surface, sous l'influence des alizés (continental et surtout maritime), d'eaux profondes riches en sels nutritifs (phosphates et nitrates) qui favorisent le développement du plancton tant végétal qu'animal (Rossignol, 1973 – Rébert, 1979).

Les saisons hydrologiques sont globalement les suivantes : saison froide (décembre à mai), réchauffement (mai à juin), saison chaude (juin à novembre) et refroidissement (novembre à décembre) (Rossignol et Aboussouan, 1965–Rébert, 1979)

1.1.3.4. Typologie des ressources

Les ressources halieutiques du Sénégal peuvent être catégorisées comme suit⁵ :

- ressources pélagiques côtières (chinchards, maquereaux, sardinelles rondes et plates, etc.) qui font des migrations saisonnières entre la Mauritanie (Nord) et les îles Bissagos (Sud). Ce sont les ressources les plus abondantes, les moins chères et les plus utilisées en alimentation humaine : état frais, transformation artisanale, conserverie, etc.
- ressources pélagiques hauturières comme les thons tropicaux (albacore, patudo, listao) et les espèces apparentées (thonine, maquereau bonite, voilier, marlin, bonite, etc.). Ce sont des espèces migratrices à large aire de distribution. Conserverie surtout
- ressources démersales côtières comprenant divers crustacés (crevette blanche, crabes, langouste), céphalopodes (poulpe et seiche) et poissons (rouget, dorades, mérours, soles, capitaines, etc.). Trop convoitées (valeur marchande moyenne à forte, point focal des accords de pêche Sénégal/UE, etc.), elles sont globalement surexploitées

- ressources démersales profondes regroupant des crustacés (crevettes gambas et alistado, crabe Géryon, etc.) les dentés profonds, la langouste rose, les merlus, les rascasses, etc. Beaucoup plus ciblées par les flottilles espagnoles, elles sont quasiment hors de portée

Des pêcheurs artisanales : cf. distribution plus au large, autonomie relative des pirogues, technique de pêche, etc.

☞ Les poissons Tétrodontidés et Diodontidés font partie des ressources démersales côtières

1.1.4. Pêche des *Diodontidae* et des *Tetraodontidae* au Sénégal

1.1.4.1. Pêche artisanale

La famille des *Tetraodontidae* renferme les principales espèces de poissons Odontiformes pêchées au Sénégal pour des raisons alimentaires. Il s'agit, notamment, de *Lagocephalus laevigatus*, *L. lagocephalus* et *Ephippion guttifer*. Les *Diodontidae* (4 espèces de poissons porc-épics des genres *Diodon sp* et *Chylomycterus sp*, principalement) sont généralement des captures accessoires récupérées par certains taxidermistes à des fins décoratives ou ornementales (vente aux touristes).

Tout le littoral sénégalais est concerné mais, principalement, les zones de pêche de la côte nord (Kayar et Saint – Louis, par ex), de la Petite Côte (Mbour et Joal, notamment) et de Dakar (Yoff, Soumbédioune et Hann, principalement) où les compères *Lagocephalus laevigatus* et *L. lagocephalus* font particulièrement l'objet d'une pêche intensive.

L'essentiel des informations rapportées ici est extrait d'un questionnaire soumis à des pêcheurs (**Annexe III**) .

Les poissons ciblés sont pratiquement présents toute l'année. La période idéale de pêche est, toutefois, la saison froide (février à mai) et du début (juin à juillet, voire mai) au milieu (août) de la saison des pluies ou hivernage.

Suivant les localités, les profondeurs de pêche varient de 2 à 20 brasses, soit près de 4 à 40 m ; une brasse valant environ à 2 mètres (m).

En dehors des lignes déjà mentionnées (lignes à main classiques et palangres), les *Tetraodontidae* et les *Diodontidae* peuvent être capturés par des engins du type sennes de plage et filets dormants à poissons (Tableau VIII).

Tableau VIII : Principaux engins de pêche artisanale des poissons
Odontiformes au Sénégal

Taxons	Tailles	Engins
<i>Diodontidae</i>	Jusqu'à 100 cm	Lignes à main côtière à des profondeurs de l'ordre de 100 m
<i>Ephippion guttifer</i>	70 cm au maximum, commune jusqu'à 55 cm	Lignes, filets maillants dormants et seines de plage
<i>Lagocephalus laevigatus</i> et <i>L. lagocephalus</i>	70 cm au maximum, commune jusqu'à 60 cm	

Les **filets dormants à poissons** (en nylon, 110 m de long et 50 mm de diamètre en moyenne) sont surtout utilisés en pêche de nuit, calés au fonds ou en surface. Ils peuvent capturer, outre les poissons *Tetraodontidae*, des otolithes, mâchoirons, brochets et *Carcharhinidae* comme *M. mustellus*.

La **palangre** (palangre *sensu stricto* et ligne palangre glacière) comprend, en général, une ligne principale de 300 à 500 m de long, faite de nylon tressé le plus souvent, avec des avançons de 0.3 m espacés de 1.80 m, des flotteurs et des plombs à chaque extrémité. Elle porte une multitude de hameçons appâtés (sardinelles, ethmaloses, seiche = appât de choix), le tout étant immergé pendant 5 – 6 heures, relevé et remis à l'eau. En raison de sa longueur, la palangre est exposée à être emportée par les chaluts de fond, les sennes ou filets dérivant.

Outre les compères, leurs prises peuvent être des raies, requins, mâchoirons *Arius sp*, capitaine *Polydactylus quadrifilis*, *Drepane africana*, brochets, thiof *Epinephelus aeneus*, etc.

Fall (2009) a, ainsi, pu identifier à Saint – Louis une tactique composite⁶ « Thiof + Lagocephalus » (sur 63 tactiques) à base de thiof *Epinephelus aeneus* (18 %) et *Lagocephalus sp* (10 %) capturés à l'aide de lignes à main (classiques et palangres).

Les **lignes à main classiques** comprennent un fil de nylon ou du mono filament, des hameçons, du plomb (servant de lest) et de l'appât. En sus, le pêcheur place un fil en acier ou de fer entre l'hameçon n° 9 ou l'hameçon n° 10 et le fil à pêche de 20 kg pour parer à l'attaque des puissantes dents de ces poissons (Figure 11), capables de rompre l'engin de pêche en une simple morsure. Les pêcheurs eux – mêmes peuvent souffrir de ces désagréments qui les obligent à recourir à des soins locaux avec injection de sérum anti tétanique pour prévenir tout risque de complication.



Figure 11 : Bouche de compère lisse ouverte avec ses dents coupantes

Le fil en acier de couleur vert n° 37 peut être un fil de fer ou un des fils composant un câble de vélo très mince de diamètre 0,5 mm. Les photos de la Figure 12 donnent une illustration de ces différentes composantes.

⁶On parle aussi de tactique plurispécifique, par opposition à une tactique monospécifique dans la quelle dominant les captures d'une seule espèce (ex : 67 % de pageot)



Figure 12 : Illustration de quelques composantes de la ligne classique

Légende : Câble de vélo (à gauche), hameçons + fil de fer (au centre) et hameçon + fil de fer + ligne (à droite)

Les compères lisses ou *Lagocephalus laevigatus* sont ciblées par la ligne normale lorsque (i) il y a raréfaction des produits de la pêche traditionnellement ciblés : Serranidés, Sparidés, Lutjanidés, etc. (ii) il y a une demande forte du marché (iii) de grandes colonies envahissent les lieux de pêche et détruisent les filets de pêche des acteurs artisans. D'après un pêcheur interrogé sur la plage de Hann et de Yoff, c'est une technique assez intéressante car il peut y avoir jusqu'à 20 kg de poissons par séance de pêche.

Le poisson est attiré vers l'hameçon par stimulation visuelle, soit avec un appât naturel ou, le plus souvent, avec des imitations artificielles de proies, comme les leurres, les turlottes, les vers en caoutchouc, etc. Pour l'appât naturel, les pêcheurs utilisent les Clupéidés (sardinelle ronde *Sardinella aurita* en général), d'autres poissons ou les viscères des Yeet *Cymbium* sp (très facile à appâter).

Les embarcations ou unités de pêche utilisées sont des pirogues en bois classiques, motorisées ou non, de 6 à 10 m de long avec, à bord 2 à 4 personnes. Le matériel se résume en général à un appareil dit *Global Positioning System* (GPS), des gilets de sauvetage, engins de pêche (lignes classiques ou palangres), câbles ou fils métalliques (de rechange), seaux (enlever l'eau), machines hors – bord (éventuellement), carburant, lampes et gourdins.

Les prises par pirogue se composent, généralement, de quelques caisses (3 à 10, 4 en moyenne) de compères plus une caisse ou un peu plus d'espèce diverses

(chinchards *Trachurus sp* et *Decapterus rhonchus*, balistes, thiof, pagres, trachinotes, *Eucinoptomus melanopterus*, mulets *Mugil sp* et *Liza sp*, sars *Diplodus sp*, selon *Brachydeuterus auritus*, *Serranus scriba*, *P. nigri*, *Pomadasys sp*, *Hemiramphus brasiliensis*, etc.).

1.1.4.2. Pêche industrielle

Ici, les unités de pêche sont des chalutiers démersaux côtiers pouvant être des rougetiers, des poissonniers céphalopodiers côtiers voire des palangriers de fonds et des crevettiers dont les traits essentiels sont résumés dans le (Tableau IX). Leur engin de pêche est un chalut de fonds à poissons standard ou ayant subi des modifications au niveau de son gréement suivant la cible (poisson en général, rouget en particulier, poulpe, crevette, etc.). Il reste constant, toutefois, que les poissons *Tetraodontidae* et *Diodontidae* en sont strictement des prises accessoires, voire des rejets.

Tableau IX : Caractéristiques des chalutiers démersaux côtiers capturant accessoirement les poissons *Diodontidae* et *Tetraodontidae*

Métiers	Informations diverses
Rougetiers (= petits poissonniers céphalopodiers)	Glaciers ou congélateurs – Tonnage de jauge brut (TJB) ≤ 50 tonneaux (tx) – coût de la licence : 8 000 à 9 000 FCFA/TJB/an – cible : rouget <i>Pseudupeneus prayensis</i> – dimension de la maille de cul = 70 mm
Poissonniers céphalopodiers (classiques)	Dominance des congélateurs – TJB > 50 tx – Licence : 18 000 à 21 000 FCFA/TJB/an – cibles = poissons et céphalopodes – même maillage (70 mm) – interdiction de la pêche des merlus
Palangriers de fond	Rarissimes – 21 000 FCFA/TJB/an
Crevettiers	Dominance des congélateurs – 35 000 à 40 000 FCFA/TJB/an – cible = crevette blanche côtière <i>Penaeus notialis</i> – maille de cul = 50 mm – interdiction de la capture de crevettes profondes

1.1.4.3. Résultats

Extraits de la base de données du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar – Thiaroye (CRODT), ils concernent exclusivement la pêche artisanale (PA) où les espèces de la famille des *Tetraodontidae*, même non ciblées, sont de plus en plus recherchées et ne font pas l'objet de rejets, contrairement à la pêche industrielle (PI). Les principales caractéristiques des données ayant permis l'obtention des résultats analysés ici sont résumées ci – après :

- 11 156 marées ou sorties enquêtées
- Unités de pêche = pirogues :
- 35 années (1974 à 2008)
- 12 mois, soit toute l'année (janvier à décembre)
- 8 sites de débarquement dont 2 au nord (Saint – Louis et Kayar), 4 en région dakaroise (Yoff, Ouakam, Soubédioune et Hann) et 2 sur la Petite Côte (Mbour et Joal)
- 18 engins de pêche : 18, utilisés de manière isolée ou combinée (on parle de mixité dans ce dernier cas).
- 3 taxons mentionnés, tous des *Tetraodontidae*, désignés comme suit :
Ephippion guttifer, *Lagocephalus laevigatus* et *Tetraodontidae* divers

Les captures spécifiques débarquées sont quasiment à base de *Lagocephalus laevigatus* (92 %), accessoirement d'*Ephippion guttifer* (6 %) et de divers *Tetraodontidae* (2 %) (Figure 13)

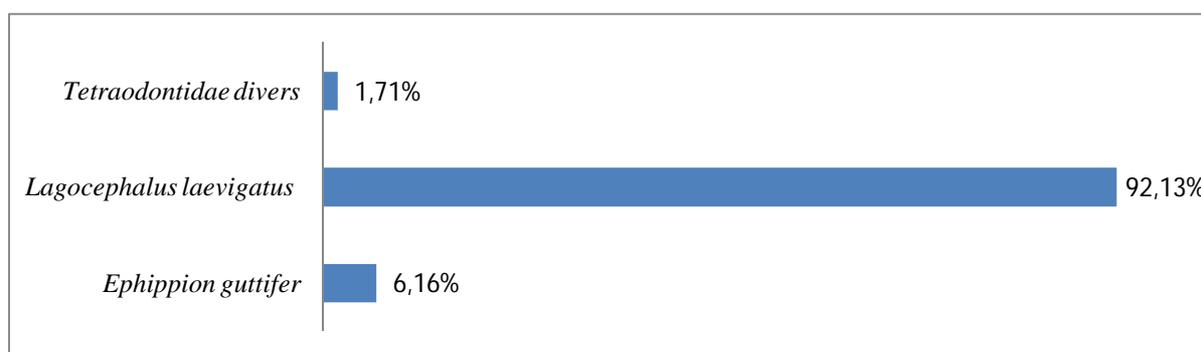


Figure 13 : Importance relative des *Tetraodontidae* débarqués en PA sénégalaise

En termes de sites, celui de Kayar au nord vient en tête avec près du 1/3 (31 %) des 14 t de *Tetraodontidae* débarquées, suivi des sites de Yoff, de Joal et de Mbour qui affichent pratiquement les mêmes proportions (20 % environ, soit 1/5 pour chaque site). A l'exclusion de Saint – Louis (10 % environ), les autres sites ont des niveaux de débarquement particulièrement faibles (1 % à Ouakam et Soubédioune, 2 % à Hann) (Figure 14) (Tableau X). Au bilan, la zone nord (39 %) et la Petite Côte (37 %), quasiment au même niveau, devançant la région dakaroise (24 %) .

Tableau X : Répartition des débarquements de *Tetraodontidae* par site de pêche

Sites de débarquement	<i>Ehippion guttifer</i>	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	<i>Tetraodontidae divers</i>	Total
Hann	6,147728681	255,9581812	9,161067499	271,266977
Joal	578,7909978	2239,759161	3,941082913	2822,49124
Kayar	74,80075036	4289,066286	3,587095314	4367,45413
Mbour	65,68704503	2170,857966	151,9174159	2388,46243
Ouakam	12,15517308	65,31769384	0,1263	77,5991669
Saint Louis	31,56298411	1037,121119	9,40850241	1078,09261
Soubédioune	20,98186563	146,5917064	0,904	168,477572
Yoff	75,76052692	2742,039327	60,67647949	2878,47633
Total général	865,8870716	12946,71144	239,7219435	14052,3205

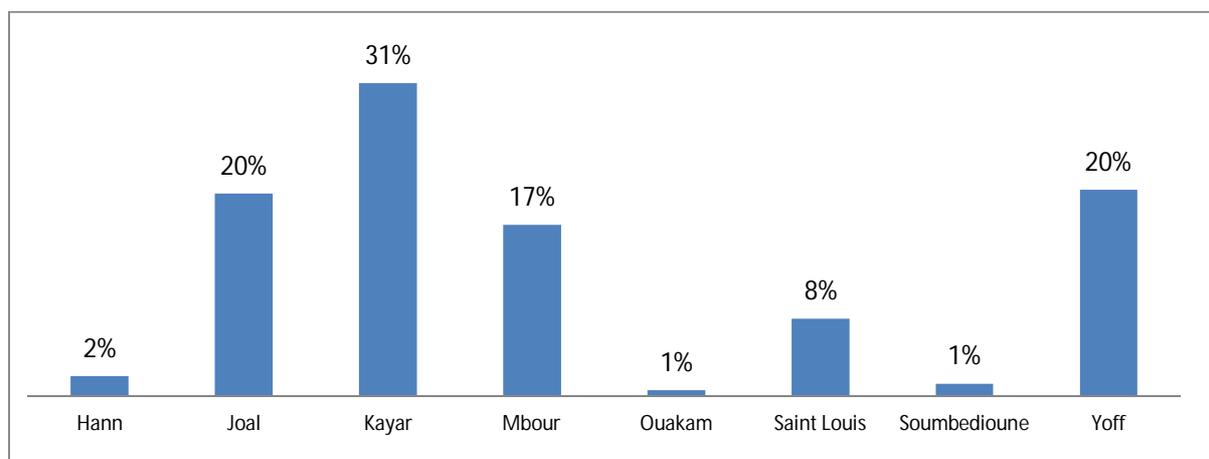


Figure 14 : Répartition des débarquements de *Tetraodontidae* par site de débarquement en PA

En termes d'engins de pêche, la ligne simple motorisée (LSM) est créditée de plus des 2/3 (68 %) des débarquements de poissons *Tetraodontidae*, suivie de la ligne simple non motorisée (LSNM, 1/10), de la senne tournante (ST, 5 %), de la ligne pirogue glacière (LPG, 4 %), du filet dormant de surface (FDS, 3 %) et du filet maillant encerclant (FME, 3 %); les 12 autres engins de pêche, qui affichent des proportions très faibles, se partageant le reste, soit 7 % (Figure 15).

En résumé, les captures sont principalement le fait des diverses variantes de lignes (LSM, LSNM, LPG, etc.).

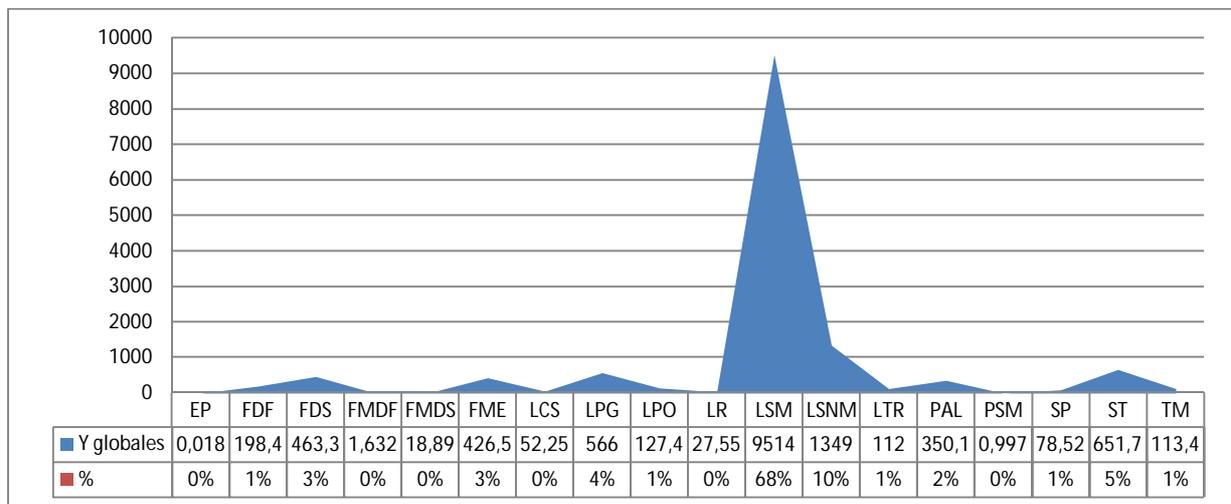


Figure 15 : Répartition des débarquements de *Tetraodontidae* par type d'engin en PA

Légende : EP = épervier, FDF = filet dormant de fonds, FDS = filet dormant de surface, FMDS = filet maillant dérivant de surface, FMDF = filet maillant dérivant de fonds, FME = filet maillant encerclant, LCS = ligne casier seiche, LPG = ligne pirogue glacière, LPO = ligne poulpe, LR = ligne à *Rhinobatos*, LSM = ligne simple motorisée, LSNM = ligne simple non motorisée, LTR = ligne de traîne, PAL = ligne palangre, PSM = pêche sous-marine, SP = seine de plage, ST = senne tournante et TM = trémail

En termes de mois, près des 2/3 (64 %) des mises à terre ont lieu durant les mois allant de janvier à mai, notamment en février où l'on note le pic de production (17 %). Ces mois correspondent globalement à la saison froide et à celle du

début du réchauffement (pré-hivernage). L'allure générale des débarquements est ainsi marquée par une tendance assez nette à la décroissance de janvier à décembre (Figure 16).

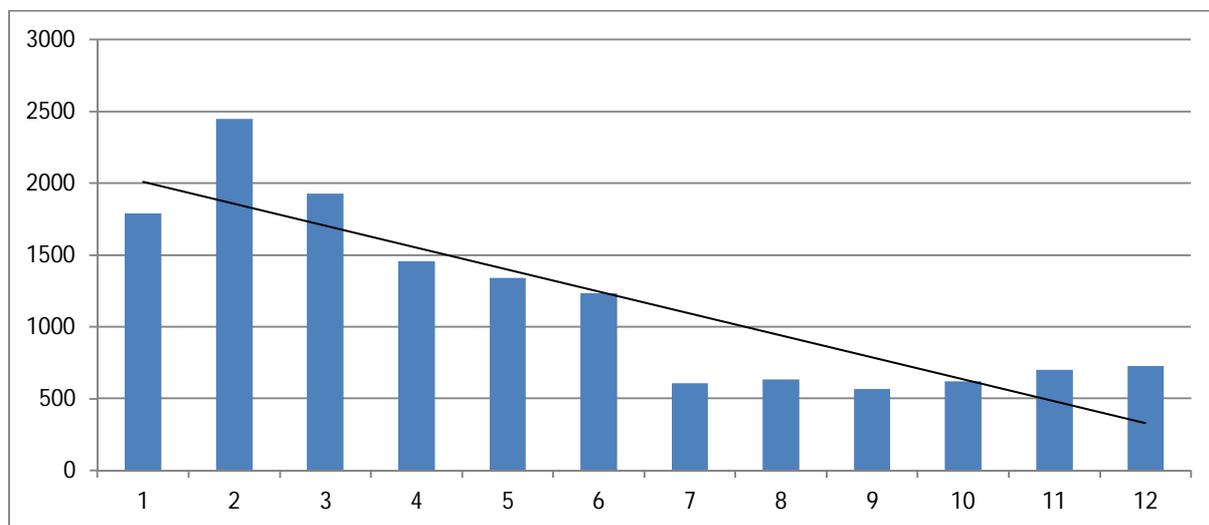


Figure 16 : Répartition des débarquements de *Tetraodontidae* par mois en PA

Légende : 1 = janvier, 2 = février, 3 = mars.....10 = octobre, 11 = novembre et 12 = décembre

Enfin, en termes de mois, la tendance est plutôt à une certaine augmentation des captures débarquées, malgré quelques chutes notables (1993 à 1994), avec le pic de production qui se situe en 2006 avec 2 243 tonnes, soit 16 % de la production des années 1974 à 2008 (Figure 17).

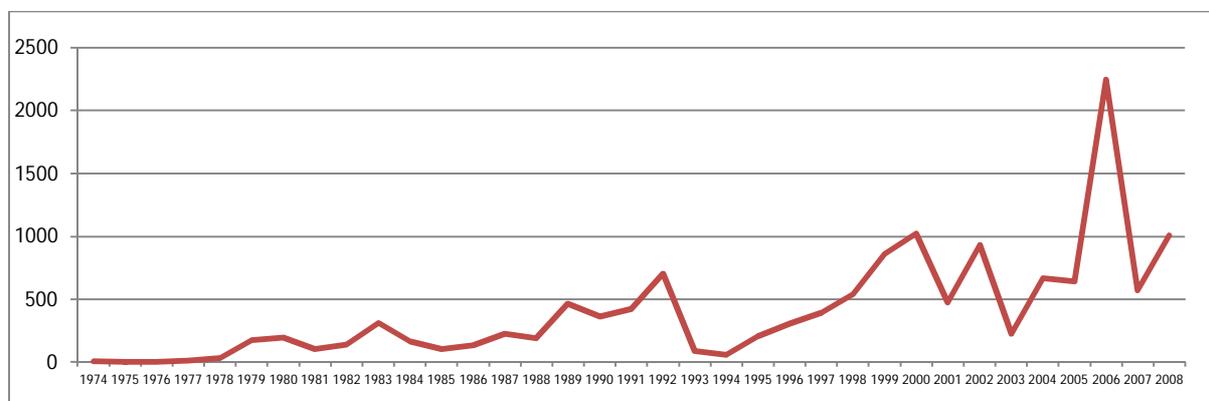


Figure 17 : Répartition des débarquements de poissons *Tetraodontidae* par année en PA

1.2. Aquaculture

1.2.1. Définition

L'aquariophilie est le loisir qui consiste à s'occuper d'animaux et de plantes aquatiques dans un aquarium (Figure 18) ou un étang en mettant en valeur l'aspect esthétique d'un milieu aquatique.

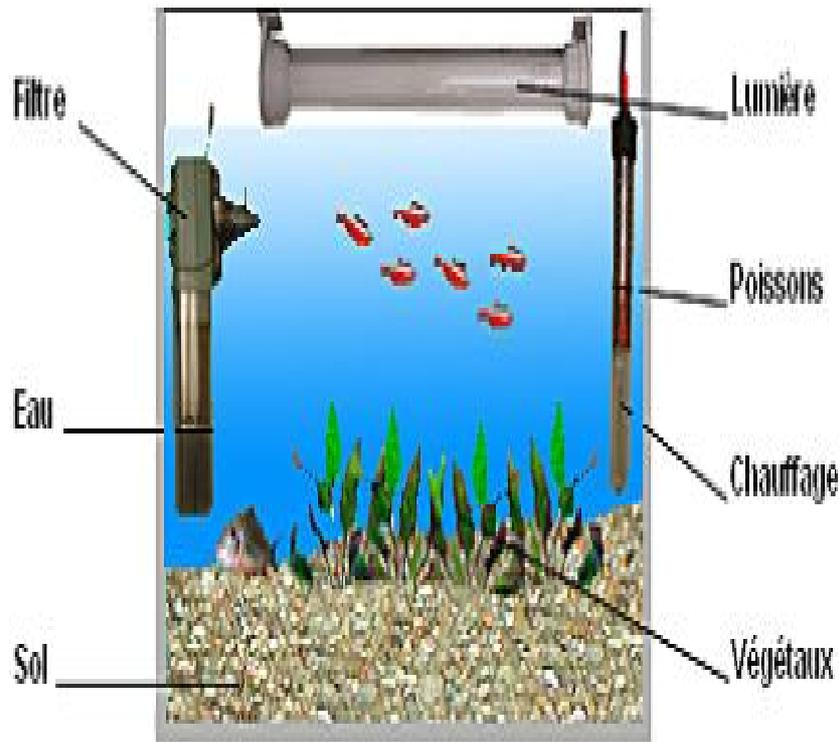


Figure 18 : Schéma d'un aquarium

Source : Muséum-Aquarium de Nancy, livret aquariums

Depuis les années 1850, le nombre d'aquariophiles amateurs ou éclairés n'a cessé d'augmenter et la découverte de l'électricité a permis des avancées techniques importantes comme les systèmes d'éclairage et de filtration indispensables à la santé des animaux aquatiques.

La reconstitution d'une nature sauvage et lointaine transporte l'observateur, le fait rêvé et le relaxe. Le marché de l'aquariophilie connaît une croissance constante et forte (15 % par année) depuis le début des années 1950 et ce loisir est devenu populaire aux États-Unis, en Europe et en Asie.

1.2.2. Aquariophilie liée aux poissons ciblés

Le Tableau XI et le Tableau XII illustrent les principales caractéristiques physico-chimiques (volume, pH, oxygénation, densité, températures, etc.), le comportement et les types de nourritures consommés par les poissons *Diodontidae* et *Tetraodontidae* élevés en bassins d'aquariophilie (Source : www.aquaportail.com/fiche-poisson, www.aquabase.org et www.forum.aquaportail.com).

Tableau XI : Types d'aquarium, normes, nourriture et comportement de *Diodontidae*

Poissons	<i>Diodon holocanthus</i>	<i>Diodon hystrix</i>
Type d'aquarium et normes	Bac spécifique, pH = 8.2, oxygéné, densité = 1 024 et à la température (T°) de 28°C	Grand aquarium (1 000 l), eau saline, riche en nitrates, température de 24 à 28°C
Nourriture	Dans la nature : invertébrés (moules, huitres, bécards, crevette, bernard-l'ermite) et méduses. En aquarium : coquillages, pattes, antennes et vers (terre, de farine, etc.)	Moules entières, morceaux de chair de poisson, crevettes roses entières, escargots type « petit gris ». Nourriture naturelle : gastéropodes, oursins, crabes, pagures et bivalves.
Comportement	Ni paisible, ni agressif. A ne pas mettre dans un bac surpeuplé. Poisson curieux qui, bien acclimaté, vient manger dans les mains du soigneur. À ne faire cohabiter sous aucun prétexte avec (i) des <i>Heniochus</i> (poisson – cocher, récifal) ou des balistes qui lui mangent les yeux ou la peau (ii) des labres nettoyeurs (iii) tout type d'invertébrés (oursins, étoile de mer, anémones, coraux, crevettes, crabes, etc.) qui se feraient manger. Gros pollueur, cachettes pas à négliger + zones d'ombres (espèces assez nocturnes), se cognant parfois sur les parois et rochers, surtout quand il se dépêche pour fuir se cacher.	De nature calme, facilement apprivoisé. Accepte aussi de manger dans la main, très lentement et se laisse sa nourriture. Leur aménager de nombreuses cachettes, qu'ils fréquentent régulièrement. Agressif envers ses congénères et les autres Diodontidés, très souvent attaqué par les balistes qui visent surtout leurs grands yeux. Les jeunes, ne supportent pas la compagnie de poissons actifs et rapides.

Tableau XII : Types d'aquarium, normes, nourriture et comportement de
Tetraodontidae

Poissons	<i>Tetraodon biocellatus</i>	<i>Tetraodon lorteti</i>	<i>Tetraodon nigroviridis</i>	<i>Tetraodon savahensis</i>
Type d'aquarium et normes	Qualité parfaite, pH 6.7 à 7.5, T°: 22 à 29 °C. bac de 60 l, fortement planté avec des racines et des cachettes + espaces de nage	Peu important, pH 6.0 à 7.5, GH : 2à10, T° 24 à 28°C. Mini bac de 56 l	Densité de 1008 – 1010 pH : 7.6 à 8, T°C :24 à 28 °C	Densité de 1005 à1010, pH : 7.5 – 8, T° : 23 – 28°C. Mini bac de 56 l
Nourriture	Coquillages, vers et autres nourritures vivantes et congelées. escargots, crevettes ou crabes non décortiquées	Crustacés, vers et autres nourritures vivantes et congelées. escargots, vivants (coquille)	Crustacés, vers et autres nourritures vivantes et congelées	Vers divers adaptés à sa taille, crustacés (vivant ou congelé), divers mollusques
Comportement	Le plus sociable (pas agressif avec ces compagnons	Pas adaptée à l'aquarium communautaire! Espèce exceptionnellement	Accepte aquarium communautaire, tolère le sel, mais tend à	Cf. <i>Tetraodon biocellatus</i> + aquarium spécifique

	de la même espèce) des tétrodons, à maintenir avec des espèces qui n'ont pas de longues nageoires ou qui sont trop lents, en aquarium spécifique	territoriale et belliqueuse, à garder dans un aquarium spécifique avec suffisamment de cachettes.	consommer les nageoires des poissons lents ou les longues nageoires. Certains sont parfois très agressifs avec l'âge. Idéal : le placer avec des poissons robustes (scatophage <i>Scatophagus argus</i> , poisson archer, poisson chat <i>Arius</i> , etc.)	
--	--	---	---	--

CHAPITRE 2 : CONSOMMATION, COMMERCIALISATION ET REGLEMENTATION INTERNATIONALE

2.1. Commercialisation

Avec la raréfaction du poisson « noble » (Sparidés, Serranidés, Lutjanidés, etc.), la caisse de 50 kg de poissons *Tetraodontidae* (compères lisses *Lagocephalus sp*, notamment) peut coûter entre 20 000 et 40 000 FCFA (1 euro = 655 FCFA). Au plan local, ces poissons sont communément appelés « lottes ». Ceci est, toutefois, un abus de langage ou une tentative déguisée de vendre les compères avec une appellation commerciale plus connue sur le plan mondial. La confusion est, par ailleurs, vite entretenue par la couleur de la chair et le mode de présentation et de vente des compères lisses (« boune fokki ») et des vraies lottes sous la forme de spécimens débarrassés de leurs tête, peau et viscères.

La vraie lotte est un poisson démersal profond, encore appelé baudroie (*Lophius piscatorius* ou *Lophiodes kempi*, par ex au Sénégal). Sa chair tendre et délicate est comparable, pour certains, à celle du homard dont le prix est, toutefois, beaucoup plus élevé. On voit bien sur la

que la baudroie, avec ses nombreuses dents, la forme de sa bouche, ses excroissances cutanées diffère significativement des poissons de la famille des *Tetraodontidae* dont la queue coupée peut, toutefois, prêter à confusion pour un non spécialiste (Figure 19 : Vraie lotte ou baudroie

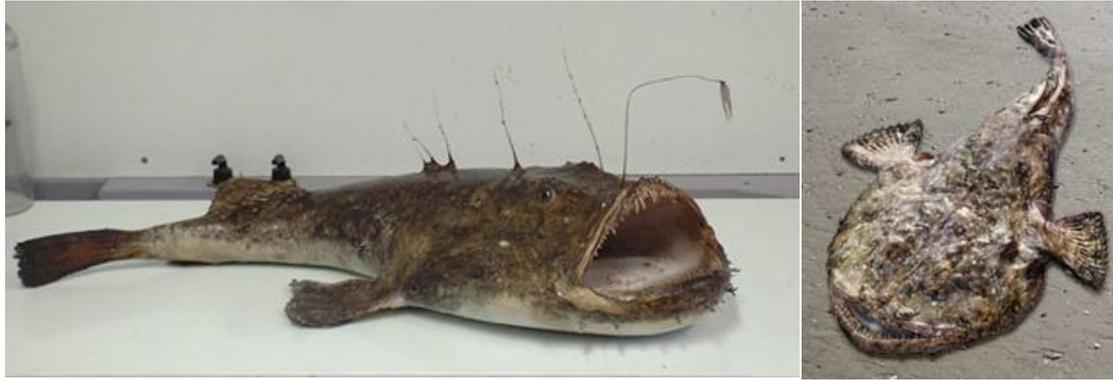


Figure 19 : Vraie lotte ou baudroie

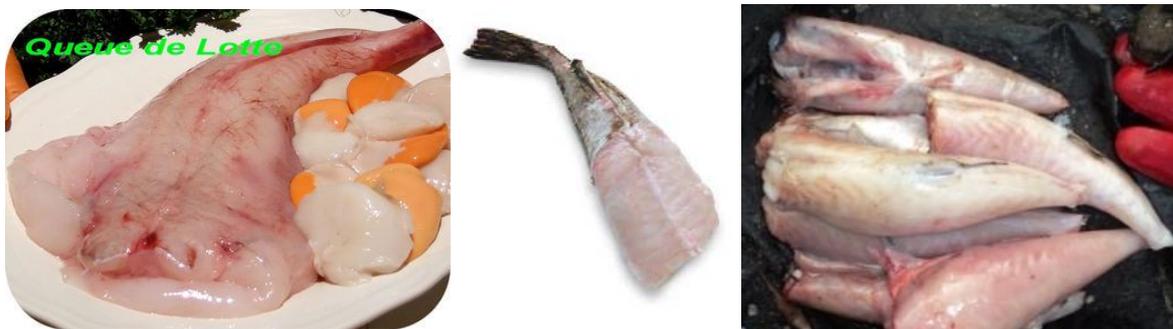


Figure 20 : Queue de lotte (à gauche et au milieu) et queue de compère lisse (à droite)

Le prix au kg d'*Ephippion guttifer* est trois fois plus élevé que celui des compères *Lagocephalus sp.* Le compère lisse est très souvent vendu par caisse dont le prix varie entre 6 000 et 15 000 FCFA tout en étant plus commun à 8 000 FCFA. Au détail et selon la période de pêche, le prix au kg de la pièce non éviscérée varie de 400 à 700 FCFA, celui de la pièce éviscérée de 1 500 à 1 800 FCFA.

2.2. Consommation

Les poissons *Diodontidae*, qui ne font pas normalement partie de l'alimentation humaine, sont connus pour être toxiques (cf. chapitre suivant). Cependant, certaines populations indigènes des îles du Pacifique s'en nourrissent sans que cela cause de maladie. Ils sont consommés régulièrement dans plusieurs pays du

pacifique insulaire, en Nouvelle – Calédonie, parfois présent sur le marché de Nouméa (www.ifrecor.nc).

Au Sénégal, les poissons du genre *Lagocephalus* sont les Odontiformes les plus consommés au niveau des ménages, restaurants et hôtels. Une fois capturés, ces poissons sont généralement dépecés, éviscérés et étêtés (Figure 21); leurs têtes étant réservées à la transformation artisanale sous la forme de « guedj » ou de « tambadiang », des condiments salés, séchés et fermentés (Figure 22) fort appréciés dans le fameux “thiébou dieune” (litt. riz au poisson). Ces poissons sont consommés aussi bien par les autochtones que par les « étrangers » résidant au Sénégal (européens, libano – syriens, africains, etc.)

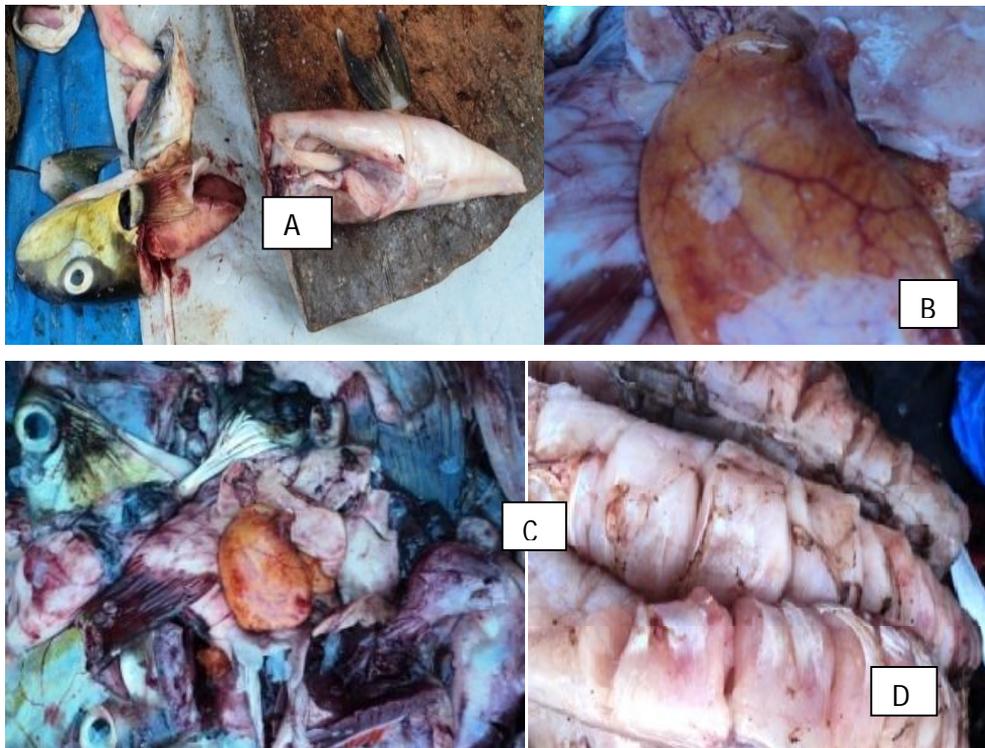


Figure 21 : Etêtage (A), éviscération (B), ovaire (C) et chair morcelée (D) de compère lisse



Figure 22 : Illustration des poissons *Tetraodontidae* salés séchés vendus sur le marché

Cette 1^{ère} étape (étêtage + dépeçage + éviscération) se fait généralement au marché ou sur le débarquement. Une fois à la maison, la chair est rincée avec de l'eau bouillante et du jus de citron, puis assaisonnée avec de l'ail et d'autres ingrédients. Outre le riz au poisson, il existe de nombreux autres modes de préparation des poissons étudiés (Tableau).

Tableau XIII : Différents modes de cuissons applicables aux poissons
Tétraodontidés

Modes de cuisson	Poissons entiers	Poissons en morceaux	Accompagnements
Riz au poisson	X		Sans sauce
Yassa poisson	X		Sauce à l'oignon pimenté
Friture	X		Beurre de maître d'hôtel
Brochette		X	Sauce blanche au jaune d'œuf
Poisson pané	X		Marinade, poisson « frotté » avec la farine ou avec de la chapelure
Poisson grillé	X		Sauce à la moutarde

2.3. Revue de la réglementation internationale

La revue de la réglementation internationale est envisagée ici dans le cadre de l'Union Européenne (UE), des Etats – Unis (USA), du Japon (le plus grand pays consommateur des poissons étudiés) et le Sénégal.

2.3.1. Union Européenne

Les lots de produits de la mer destinés à l'Union Européenne (UE) doivent être impérativement accompagnés d'un certificat sanitaire d'un modèle fixé, rédigé dans l'une des langues officielles de cette communauté d'Etats et ne comporter qu'un seul feuillet.

L'UE interdit sur son territoire la mise en marché des poissons vénéneux et toxiques des familles *Tetraodontidae*, *Molidae*, *Diodontidae*, *Canthigasteridae* ainsi que celle des produits de la pêche contenant des biotoxines telles que les toxines paralysantes des muscles. Cela implique que les agents des Services vétérinaires de cette communauté d'Etats doivent être très vigilants (lieux de débarquement des produits, halles de criée, camions frigorifiques de transports, poissonneries, etc.) pour éliminer ces espèces dont la consommation présente de sérieux risques pour la santé humaine.

En France par exemple, conformément aux dispositions de l'Article 2 de l'Arrêté du Ministre de l'agriculture et des ressources halieutiques du 2 novembre 2006 modifiant et complétant l'arrêté du ministre de l'agriculture du 19 septembre 1998 fixant les modalités de contrôle sanitaire et de surveillance des conditions de production des produits de la pêche et de leur mise sur le marché, des produits de la pêche dérivés de poissons toxiques des familles des Tétrodontidés, Molidés et Diodontidés ne doivent pas être sur le marché (Source : C 103 E/374 Journal officiel de l'Union européenne FR 29. 4. 2004. Mardi, 30 mars 2004)

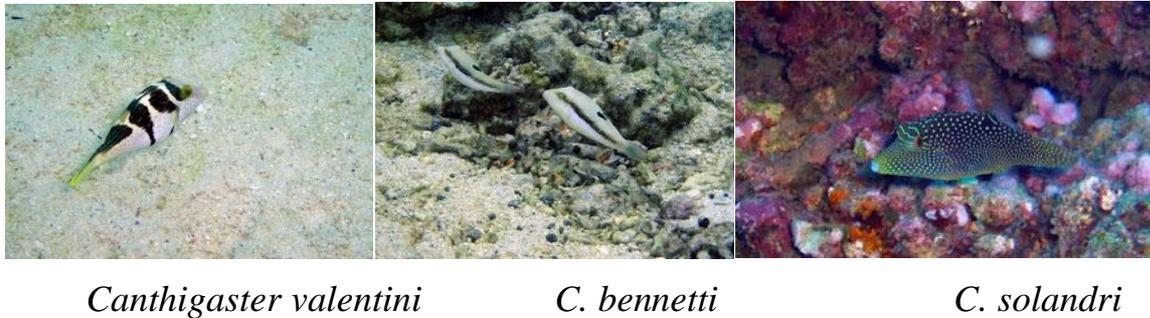
Pour mémoire (Fall, Mbengue, Diouf et Koussaye, 2013)

- les *Molidae* forment une famille de poissons présentant des caractères de dégénérescence tout à fait particuliers : pédoncule caudal atrophié, corps tronqué en arrière des nageoires dorsale et anale, nombre de vertèbres réduit à 16 – 17. Le corps tout entier est comprimé latéralement et presque circulaire ; d'où, le terme *Mola* (« meule »), désignant le genre principal dont les représentants ont un aspect de « demi-poisson », « sunfish » ou « poisson lune ». L'exemple typique est la mole (Figure 23), présente au Sénégal, qui peut mesurer jusqu'à 4 m de long et peser 2 tonnes. L'espèce n'a pas de vessie natatoire ni de plaques osseuses sur la peau qui est épaisse et dense, toutefois. Une grande partie du squelette est cartilagineuse. Pour se déplacer, elle émet un jet d'eau à partir de la bouche ou des branchies, nage surtout avec ses nageoires dorsales et anales, les nageoires pectorales servant probablement à l'équilibre. Ce sont des poissons pélagiques, indolents, qui se laissent flotter passivement et sont quelquefois rejetés sur les côtes. Leurs dents sont fusionnées en un bec à 2 plaques dentaires à chaque mâchoire sans suture médiane ; ce qui empêche la mole de fermer sa bouche. Leur alimentation est surtout à base d'animaux à corps mou (méduses, salpes, etc.), de petits poissons et de crustacés. Les œufs, minuscules, donnent naissance à des larves pélagiques qui subissent des métamorphoses. Les adultes sont en général, fortement parasités.



Figure 23 : Le poisson – lune *Mola mola* avec ses nageoires dorsale et anale bien visibles

- La famille des *Canthigasteridae* est constituée par les poissons-coffres, de taille assez réduite (une dizaine de cm), au museau allongé avec des couleurs plus vives. Leurs représentants sont quasiment inconnus au Sénégal (Figure 24)



Canthigaster valentini

C. bennetti

C. solandri

Figure 24 : Illustration de quelques poissons de la famille des *Canthigasteridae*

2.3.2. Etats – Unis

Aux Etats-Unis, l'importation personnelle du poisson fugu (Figure 25) est interdite ; la Food and Drug Administration (FDA) n'y autorisant, spécialement, que l'importation faite par des restaurants japonais dont les chefs sont certifiés par leur pays. En effet, la chair de tous ces poissons, quoiqu'étant un mets traditionnel, cher et très délicat aux yeux de maints gourmets asiatiques, japonais et polynésiens notamment, expose à quelques risques sanitaires...

Au Japon, le fugu est principalement pêché à Shimonoseki, ville située à la pointe sud d'Honshū dans la préfecture de Yamaguchi. Depuis quelques décennies, ce poisson tend à coloniser, avec d'autres espèces végétales et animales, la Méditerranée orientale.



Figure 25 : Illustration d'un poisson fugu

2.3.3. Japon

Au Japon, pour parer à toute intoxication à la tétrodotoxine (voir Chapitre suivant), seuls les cuisiniers agréés, c'est-à-dire titulaires d'un diplôme d'État de niveau Master⁷ – délivré par le Ministère de la Santé depuis 1958 – sont autorisés à préparer les poissons tels que le fugu. Ce dernier est un mets traditionnel fort apprécié et très cher (un plat coûte en moyenne 50 euros, soit 32 750 FCFA environ, à des centaines d'euros pour les meilleures adresses de la capitale nipponne). Il peut être servi en sashimi (tranches fines, vaisselle visible à travers le poisson), *nabe* (mets familial de l'hiver).

En conséquence, les sanctions sont sans appel : par ex, le chef du « Fugu Fukuji », un restaurant recommandé par le Guide Michelin Tokyo 2012, s'est vu retirer son droit de cuisiner du fugu suite à l'intoxication d'une cliente de 35 ans en 2011.

Cette réglementation stricte encadrant la commercialisation du fugu explique le nombre relativement faible d'accidents mortels, plaident ses défenseurs.

Toutefois, depuis octobre 2012, tous les restaurants de la métropole tokyoïte (13 millions d'habitants) sont autorisés à s'approvisionner en fugu empaqueté, surgelé et nettoyé par un chef agréé.

Cet assouplissement vise (i) à aligner la loi à Tokyo sur celle qui prévaut déjà dans le reste du pays et (ii) à adapter l'offre aux comportements des consommateurs, nombreux à se procurer du fugu chez des fournisseurs non – agréés, essentiellement de la région méridionale de Kyushu, en passant commande sur internet. Il confère, par ailleurs, une alléchante source de revenus pour les restaurants qui l'inscriront à leur menu (cf. prix du plat déjà mentionné).

⁷A ce titre, il faut environ 5 ans à un cuisinier pour obtenir l'agrément à la préparation du fugu, avec épreuves théoriques et pratiques obligatoires

2.3.4. Sénégal

Au Sénégal, les deux Décrets ci-après, même s'ils ne mentionnent pas nommément tous les poissons Odontiformes (les *Diodontidae*, notamment), comportent des articles excluant les *Tetraodontidae* dans les dispositions suivantes :

- Le Décret n° 59 – 104 du 16 mai 1959 réglementant la fabrication, le conditionnement et le contrôle des conserves stérilisées de poisson et autres animaux marins (Anonyme, 1959) stipule en son Article 4 que :

En raison du caractère de toxicité que peut présenter la chair des poissons appartenant à la famille des Tétrodontidés, la conservation de ces poissons, sous quelque forme que ce soit, est interdite

- Le Décret n° 69 – 132 du 19 février 1969 relatif au contrôle des produits de la pêche (Anonyme, 1969) stipule en son Article 13 que :

Toutes les espèces de poissons osseux et cartilagineux à l'exception de celles appartenant à la famille des Tétrodontidés, peuvent être utilisées comme matière première de fabrication des semi-conserves...

TROISIEME PARTIE :
TOXICITE DES POISSONS *DIODONTIDAE*
ET *TETRAODONTIDAE*

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA TETRODOTOXINE

1.1. Définition, nature

La tétrodotoxine (Figure 26), notée TTX, est une puissante toxine nerveuse (= neurotoxine), de nature protéique, thermolabile. Elle a été isolée pour la première fois en 1909. Sa formule chimique brute est : $C_{11}H_{17}N_3O_8$ [Isomères] tandis que sa masse molaire, exprimée en $g.mol^{-1}$ s'exprime comme suit : $319,268 \pm 0,013 g.mol^{-1}$ avec C 41,38 %, H 5,37 %, N 13,16 %, O 40,09 %. La nomenclature utilisée selon l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) lui confère la dénomination suivante : *Octahydro-12-(hydroxyméthyl)-2-imino-5,9:7,10a-diméthano-10aH-[1,3] dioxocino [6,5-d] pyrimidine-4, 7, 10, 11,12-pentol*. Sa masse moléculaire est de 319.3 Da, sa synthèse nécessite au moins 15 étapes (<http://encyclo.voila.fr/wiki/T%C3%A9trodotoxine>). La tétrodotoxine est également appelée *poison de tétrodon*, *poison de puffer*, *poison de fugu*.

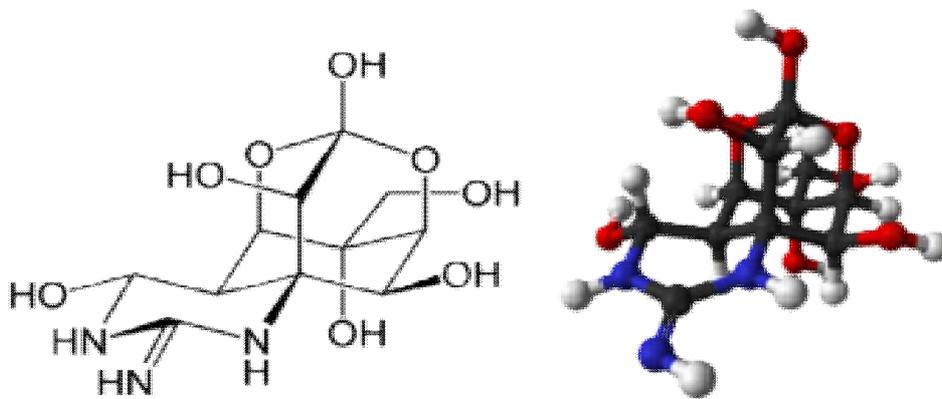


Figure 26 : Formule chimique et forme cristalline de la TTX

Il existe, en réalité, 7 dérivés de la tétrodotoxine, d'où le terme « groupe des tétrodotoxines », issus d'une variété de souches bactériennes marines et terrestres mentionnées ci – dessous (Baden *et al*, 1995). Sous sa forme cristalline (Figure 26), la tétrodotoxine – prise au sens général – peut avoir des propriétés du sucre de canne (goût, couleurs, etc.).

1.2. Espèces animales pouvant renfermer de la TTX

Selon Rivolier et Rivolier (1969), il s'agit de près de 50 espèces de poissons toxiques des familles *Tetraodontidae* (\pm 40 espèces incluant celles du genre *Takifugu* avec des poissons appelés fugu, fortement incriminés au Japon : Figure 25), *Diodontidae* (\pm 10 espèces) et *Molidae* (1 seule espèce toxique). Tous ces taxons sont répandus dans les eaux chaudes (tropicales) du globe. Les principaux genres de poissons *Tetraodontidae* et *Diodontidae* incriminés sont résumés dans le Tableau .

Tableau XIV : Genres de poissons *Tetraodontidae* et *Diodontidae* pouvant renfermer de la TTX

<i>Tetraodontidae</i>	<i>Diodontidae</i>
<i>Arothronsp, Marilynasp</i>	<i>Allomycterussp</i>
<i>Amblyrhynchotes sp, Omegophorasp</i>	<i>Chilomycterussp</i>
<i>Canthigastersp, Sphoeroides sp</i>	<i>Cyclichthyssp</i>
<i>Canthigastersp, Tyleriussp</i>	<i>Dicotylichthyssp</i>
<i>Chelonodon sp, Takifugusp</i>	<i>Diodonsp</i>
<i>Chonerhinosp, Tetraodonsp</i>	<i>Lophodiodon sp</i>
<i>Lagocephalus sp, Xenopterussp</i>	<i>Tragulichthyssp</i>

Outre ces taxons, la térodotoxine peut se rencontrer aussi chez d'autres d'espèces animales, amphibiens (triton de Californie et certaines grenouilles) ou aquatiques tels que le poisson perroquet, des crabes (*Atergatis floridus*, par ex, réputé toxique), des étoiles de mer de la famille des *Astropecten*, le poulpe à anneaux bleus et les limaces de mer (*Babylonia japonica*, *Charonia sauliae*, *Tufufa lissostoma*).

1.3. Modalités de la formation de la TTX

Elle est produite par 4 souches différentes de bactéries des genres *Vibrio* (*V. fischeri*, *V. altermonas* et *V. alginolyticus*) et *Pseudomonas*. Elle se concentre, chez le poisson notamment, dans le foie, les viscères et les gonades, c'est-à-dire les ovaires et les testicules. Les poissons femelles sont considérés plus toxiques que les mâles puisqu'elles ont des concentrations plus élevées de toxines au niveau de leurs ovaires (Clark *et al*, 1999). Selon (Rivolier and Rivolier, 1969), la toxicité de la tétrodoxtine augmente à la fin du printemps et avant la période de ponte.

La TTX, quasiment absente de la chair et surtout de du sang, est présente chez le poisson via la chaîne alimentaire dans la mesure où, outre les bactéries précitées, elle peut aussi être synthétisée par les algues (ex: *Dinoflagellae*) vivant avec elles. Par exemple, des traces de TTX ont été retrouvées dans des algues rouges de l'espèce *Jania* (genre *Rhodophyta*) à partir desquelles il est possible d'isoler une bactérie à même de produire ce poison au cours de sa croissance. Cette bactérie est couramment digérée avec l'algue par le poisson fugu. Ce dernier, après cela, accumule la toxine qu'il est incapable de produire dans des conditions artificielles et vis-à-vis de laquelle il est normalement résistant.

1.4. Mode d'action de la TTX

Comme c'est le cas pour la saxitoxine, les tétrodoxtines inhibent l'activité des canaux sodiques durant la phase ascendante du potentiel d'action. Ces toxines modulent l'allostérie des pores transmembranaires en se liant à des sites spécifiques des récepteurs orphelins. La tétrodoxtine bloque de manière très sélective le pore des canaux sodium voltage-dépendants, empêchant ainsi le passage de l'influx nerveux. Ce blocage sous un certain niveau est réversible.

Pour être plus explicite, la TTX ingérée se répand dans les milliards de vésicules synaptiques des neurones du néocortex cérébral, et gêne l'action du neurotransmetteur propice à l'ouverture des canaux aux cations sodium. Ceux-ci

sont diffusés dans les neurones par l'intermédiaire des enzymes transmembranaires qui utilisent l'énergie ATP et ADP. L'activité de ces enzymes conduit à une distribution inégale des concentrations des ions Na^+ et K^+ à travers la membrane plasmique, créant ainsi un gradient électrochimique. Pour chaque molécule d'ATP hydrolysée, l'ATPase rejette 3 ions Na^+ et fait entrer 2 ions K^+ . En fait, l'influx nerveux se propage d'une cellule à l'autre grâce aux mouvements des ions Na^+ et K^+ qui entrent et sortent des neurones. Cependant, quand se produit la fermeture des canaux d'ions sodium, les canaux d'ions potassium eux-mêmes continuent de s'entre-ouvrir pour libérer un excédent d'ions K^+ . Chez le sujet qui aura ingurgité de la tétrodotoxine, rien ne viendra compenser la diminution de la charge intra neuronale provoquée par le flux migratoire d'ions potassium; l'équilibre électrique du cerveau sera rompu et l'influx nerveux inhibé. En l'absence de tout influx nerveux le corps réagit comme étant virtuellement mort.

La DL 50, c'est-à-dire la dose létale qui tue 50 % des individus, serait de 20 mg pour un être humain. Toutefois, plus généralement, on constate une DL minimale de $8\text{--}20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. In vitro, le blocage apparaît pour une concentration de $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Les poissons y sont insensibles car leur canal est différent de celui des hommes. La TTX serait 2 500 fois plus puissante que la procaine pour bloquer un influx nerveux. Etant hydrosoluble, elle passe facilement la barrière gastrique et est absorbée au niveau de l'estomac.

Dans le cas du compère *Lagocephalus laevigatus* des côtes tunisiennes, les travaux de Saoudi et al (2008) infirment le pouvoir neurotoxique d'extraits acides de chair ou de foie du poisson injectés par voie intra péritonéale à des rats *Wistar*, pendant 10 jours. Tout au plus, cela a entraîné chez les rats traités, par rapport aux rats témoins traités avec une solution de chlorure de sodium Na Cl (0,9%) (1) un ralentissement de la croissance, avec diminution du poids du corps et des organes (foie, reins), ainsi que des diarrhées (2) un stress oxydant mis en évidence par une augmentation de la peroxydation lipidique (TBARS) et une

diminution d'activité des enzymes anti oxydantes (SOD, catalase, GSH-Px) dans les cellules sanguines et les tissus hépatiques et rénaux ; (3) une diminution de l'activité enzymatique de l'alanine amino transférase (ALT) et de la phosphatase alcaline (ALP) plasmatiques. Aucun signe de neurotoxicité n'a été observé.

CHAPITRE 2 : EFFETS TOXIQUES RECHERCHES OU NON

2.1. Intoxication à la tétrodoxine

2.1.1. Facteurs favorisants

2.1.1.1. Alimentation et zone de pêche

Les intoxications à la tétrodoxine sont presque exclusivement associées à la consommation du tétodon pêché dans les eaux maritimes des régions de l'Indo – Pacifique (Océans Indien et Pacifique). Dans ces contrées, il s'agit d'une habitude alimentaire bien ancrée dans les mœurs, à l'image de la Polynésie, dont les populations de l'archipel de Tuamotu, préparent le fugu selon une tradition transmise de génération en génération. Plusieurs cas rapportés, y compris avec des morts, ont toutefois aussi impliqué le tétodon de l'Océan Atlantique, du Golfe du Mexique et du Golfe de la Californie, même s'il n'y a jamais eu de confirmation dans le cas de l'Atlantique.

2.1.1.2. Environnement

Bon nombre de facteurs environnementaux ont été associés à l'augmentation des efflorescences d'algues et des maladies et syndromes qui s'y rattachent durant les trois dernières décennies (Juranovic et Park, 1991; Epstein, 1998). Ces facteurs incluent les changements climatiques globaux induisant une modification dans la température des eaux marines, la salinité, les concentrations en nutriments, les rayonnements solaires ainsi que les concentrations en éléments chimiques (Tosteson *et al.* 1989; Chinain *et al.* 1999). Certains auteurs avancent que les changements dans l'écosystème marin sont principalement dus à des actions anthropogéniques telles (i) l'enrichissement en nutriment par les déversements des eaux souillées (ii) le dragage des récifs dans le cadre d'aménagements côtiers (iii) l'importation induite de nouvelles espèces d'algues transportées à l'état de kystes dans les ballasts des bateaux (Bagnis, *et al.*, 1978; Epstein *et al.*, 1993; Tosteson, 1995; De Sylva, 1996; Epstein, 1996; Park, 1999; Park *et al.*, 1999, Van Dolah, 2000).

Les microorganismes, tel que les dinoflagellés, dépendent de la température, de la salinité, de la turbidité, de la lumière et de l'oxygène pour avoir une croissance dite optimale (Carlson, 1984; Lewis, 1992; Tosteson, 1995; Hokama *et al.* 1996; Chinain *et al.* 1999). Cette sensibilité inscrit fermement les efflorescences d'algues nuisibles dans la problématique du réchauffement climatique. En effet, certains auteurs associent les instabilités climatiques, telle que les évènements El Niño de ces dernières années, avec des perturbations de la vie marine, telles que le blanchiment étendu du corail observé dans les Caraïbes à la fin des années 1990 (Epstein, 1996). Pour des auteurs comme Hales *et al.* (2000), les intoxications d'origine marine tendent à être reliées aux évènements El Niño (Hales *et al.* 2000). Tous ces stress, fluctuations en nutriment, diminutions de prédateurs, pertes de filtres naturels, réchauffements et climats extrêmes, introductions de nouvelles espèces dans des zones naturellement exemptes peuvent contribuer à l'augmentation, en terme de fréquence, magnitude et persistance des efflorescences d'algues nuisibles (Hallegraeff, 1993; Epstein, 1998).

Cependant, il est important de bien comprendre que l'augmentation des rapports d'efflorescence observée ces dernières années peut refléter une augmentation réelle ou simplement être représentative d'une meilleure détection de ces évènements. Cette interprétation proposée récemment par Morris (1999) et Van Dolha en 2000 peut être également appliquées aux intoxications alimentaires. En effet, pour la majorité des intoxications, il est difficile d'évaluer si le nombre d'intoxication est en constante croissance, en décroissance ou s'il reste stable puisque la plupart d'entre elles restent relativement sous rapportées et ce, pour diverses raisons (Sierra-Beltran *et al.* 1998; Shuval, 2000)

2.1.2. Symptomatologie

Le térodotoxisme (ou fugu) est une ichtyosarcotoxisme, c'est-à-dire une intoxication due à la consommation de poissons, plus précisément de "tétrodons", poissons de la famille des Tétrodontidés. Le tableau clinique se présente ainsi (Cheymol et Bourillet, 1966) :

- ✓ atteinte du système nerveux : paresthésies orales et péri orales, nausées souvent accompagnées de vomissements, parfois avec diarrhées et douleurs abdominales ;
- ✓ vertiges, pâleur, sensation de malaise, puis ataxie et engourdissement général avec la sensation de flotter. Les fourmillements et picotements des extrémités précèdent la paralysie des membres inférieurs et des extrémités ;
- ✓ modifications de la sensibilité profonde, la gorge et le larynx sont touchés très tôt ce qui provoque une dysphagie voire une aphagie complète, ainsi qu'une dysphonie ;
- ✓ dilatation des pupilles (mydriase) ;
- ✓ dans le cas d'intoxication aiguë, bradycardie et hypotension, hypersalivation, hypothermie, hypersudation, asthénie ;
- ✓ cyanose des extrémités et des lèvres, hémorragies pétéchiales sur le corps

Ces symptômes surviennent, en moyenne, 8 heures après ingestion. Par la suite, une paralysie spastique apparaît. Le décès est souvent dû à une paralysie respiratoire, l'état de conscience n'étant en général pas affecté. On peut distinguer 4 stades dans l'intoxication :

- stade – 1 : paresthésies buccales suivies dans certains cas de nausées et vomissements.
- stade – 2 : paralysie motrice des doigts et des membres (les réflexes ostéotendineux restent présents).

- Stade-3 : perte des mouvements musculaires de type volontaire, cyanose, hypotension, dysphagie et dysphonie. Détresse respiratoire
- stade – 4 : mort survenant par arrêt respiratoire. Les battements cardiaques persistent mais sont de courte durée. Arrêt cardiaque par collapsus.

2.1.3. Pronostic

Au Japon, la TTX est reconnue comme la principale cause d'accidents alimentaires mortels : entre 20 et 100 morts par an sont imputables à la consommation de fugu. D'une manière générale, 646 cas d'intoxication dont 179 morts y ont été recensés de 1974 à 1983. Cela donne un taux de létalité de 28 %, que l'on pense actuellement être supérieur à 50 % sur la base d'évaluations aussi hautes que 200 cas par an.

En règle générale, la TTX pose surtout problème au Japon (empoisonnement récurrent, problème ininterrompu) et dans la zone indo – pacifique. Ailleurs, les intoxications sont assez restreintes : 3 morts en Italie en 1977 après la consommation de gelés de tétrodon mal étiqueté et importé de Taiwan, 13 cas imputables à *Lagocephalus scleratus* en 2008 en Israël, 3 cas dont 1 mort en 2010 en Guyane Française suite à l'ingestion de poissons diodon et tétrodon, etc. Une vingtaine de grammes de chair de fugu peut provoquer la mort. Les signes cliniques apparaissent assez rapidement (10 minutes à 4 heures après ingestion). Ce délai varie en fonction de l'individu et de la dose de tétrodotoxine ingérée. Le pronostic est d'autant plus sévère que le délai d'apparition des premiers symptômes est court.

2.1.4. Diagnostic

Il peut être fondé sur l'anamnèse, la clinique, le laboratoire ou être différentiel.

2.1.4.1. Anamnèse

Il est fondé sur l'ingestion de poisson incriminé (*Tetraodontidae* surtout, voire *Diodontidae*, *Molidae*, etc.), notamment de ses parties potentiellement dangereuses (foie, peau, ovaires ou testicules) ainsi que sur la survenue, 8 h après la consommation environ, de signaux d'alerte (sensation de fourmillements autour de la bouche et aux extrémités du corps, associé à une légère faiblesse musculaire généralisée, etc.).

2.1.4.2. Clinique

Le tableau clinique, marqué par une atteinte nerveuse grave (paralysie extensive motrice des membres, détresse respiratoire, hypersudation, hyper sialorrhée, tachycardie, etc.), sans altération notable de l'état général, avec une évolution pouvant être rapidement fatale, aide à assoir le diagnostic d'intoxication à la térodotoxine.

Hommel D, Hulin. A, Saignavong S, Desbordes J M

2.1.4.3. Laboratoire

La présence de térodotoxine circulante peut être confirmée par des laboratoires spécialisés dans l'étude des biotoxines marines. Des valeurs d'hypokaliémie à 3.1 mmol/l et d'hypocalcémie à 1.99 mmol/l aident également à orienter le diagnostic.

2.1.4.4. Différentiel

Ici, on écartera toutes les autres causes d'intoxications, intoxications, allergies ou intolérances d'origine halieutique, en particulier celles relatives à la consommation, à l'inhalation ou à la manipulation de poissons à chair sombre (agent causal = histamine) ou à chair blanche (parvalbumines), de crustacés (tropomyosine), etc. (Fall, Cissé et Dieng, 2013).

2.1.5. Traitement

Il n'existe aucun traitement spécifique (absence totale d'antitoxine pouvant inhiber la TTX). Tout au plus, peut – on tenter un traitement symptomatique en recourant à des vomissements provoqués (si ceux – ci ne sont pas spontanés), des lavages gastriques (solutions alcalines), à l'endoscopie, au charbon activé, à l'assistance respiratoire, à l'atropine (en cas de bradycardie), à la dopamine (si hypotension). Les bloqueurs de canaux "Ca ++ voltage dépendant" (Amitriptyline, dérivés d'anesthésiques locaux) et inhibiteurs calciques, pourraient éventuellement constituer un base de traitement.

Le plus important est, toutefois, de garder le malade en vie 24 h. Les mesures d'urgence et de réanimation circonstanciées devront s'intégrer dans le cadre d'une anxiolyse pour un malade en état de stress puisque conscient.

2.1.6. Prophylaxie

Les mesures de prophylaxie ou de prévention suivante devraient être promues pour éviter des cas d'intoxication à la tétrodoxine :

- Apprendre à identifier, même de manière grossière, les poisons de la famille des *Tetraodontidae*, *Molidae* et *Diodontidae*. Un guide pratique plastifié ferait, de ce point vue, largement l'affaire en direction du grand public, généralement profane en cette matière.
- Eviter de consommer des poisons « trop colorés », « étranges » ou inconnus et, particulièrement, la peau et les viscères (foie et gonades, surtout) de ceux – ci
- Apporter un soin particulier au dépeçage et à l'éviscération des poisons incriminés dont la peau, le foie, le tractus intestinal et les gonades seront proprement éliminés
- Procéder le plus tôt possible à ces opérations une fois le poisson – n'importe lequel en fait – pour prévenir la diffusion post – mortem des tissus

abdominaux dans la chair, notamment durant la saison chaude et en cas de déficit de moyens de conservation adéquat

- Nettoyer proprement la chair de manière à s'assurer qu'elle ne renferme aucune trace de TTX
- Observer une cuisson à forte température et pendant longtemps pour détruire la TTX. De ce point de vue, bannir toute cuisson du type "steak tartare"

2.2. Zombification

2.2.1. Notion de zombie

Le terme « *zombie* » ou « *zombi* » vient du créole haïtien où on lui dénombre aussi d'autres synonymes : « *zonbi* », « *kimbundu* » ou « *nzumbe* ». Il désigne, communément, un individu mort – vivant ramené à la vie à l'aide de signes mystiques comme la sorcellerie. Il est souvent utilisé aussi pour décrire un individu hypnotisé manquant de conscience mais encore capable de réagir à des stimuli environnementaux. Depuis le 19^{ème} siècle, les zombis ont connu une popularité notable, en particulier dans les folklores européens et américains. wikipedia.com

Plus généralement, ce terme renvoie à 2 types de créatures fantastiques assez différentes (i) dans la culture vaudou, le zombie est un mort réanimé et sous le contrôle total d'un sorcier (ii) parallèlement à ce type de créature, la culture populaire occidentale qualifie de zombies tous les morts-vivants partiellement décomposés, dépourvus de langage, de raison et souvent de conscience, qui survivent en se nourrissant de la chair humaine des vivants. Dans certaines histoires, les zombies sont créés à partir d'une drogue ou d'un virus.

2.2.2. Description du phénomène

Dans le rite vaudou haïtien, le zombie est une personne victime d'un bokor (prêtre vaudou), plongé dans un état cataleptique et privé de son âme par administration d'une puissante drogue. La victime, qui passe pour morte, est ensuite enterrée. Au bout d'un certain temps (un peu plus de 24 heures), le sorcier revient déterrer le corps de sa victime tout en récitant diverses formules magiques et lui fait boire un antidote qui le sort de sa léthargie mais lui fait perdre toute volonté et le réduit en esclavage.

La drogue serait à base de *tétrodotoxine*, ce puissant poison neurotoxique précédemment décrit et que l'on retrouve, plus fréquemment, dans le poisson tétrodon (poisson-ballon). Elle serait administrée par contact avec la peau sous forme de poudre ou de liquide. En Haïti, on parle de « recevoir un coup poudre ».

Cette substance donnerait à la victime toute l'apparence d'un mort avec un arrêt complet apparent des fonctions vitales tandis qu'elle sujet resterait consciente et continuerait d'entendre ce qui se passe autour d'elle. Selon les sources, le poison aurait un effet limité dans le temps ou pourrait être annulé avec un antidote.

Cette pratique, courante en Haïti et au Bénin, est interdite mais perdure néanmoins, le vaudou étant une tradition ancestrale dans la culture de ces peuples.

Clairvius Narcisse est une célèbre victime de la « zombification » qui a eu à témoigner sur ce phénomène. Jusqu'au 19^{ème} siècle planait la peur, dans les populations d'Europe centrale, d'un retour des morts. C'est pourquoi, lors de la veillée des morts, il était courant d'assommer le mort supposé si celui-ci se levait du lit de mort. Étant donné que les méthodes pour constater la mort étaient très incertaines, cette pratique était très fréquente.

2.3. Comportements irréfléchis, jeux suicidaires et exploitation médiatique

Le site <http://fr.wikipedia.org/wiki>, recensant les morts insolites les plus célèbres, mentionne celle de Bando Mitsugoro VIII. Celui – ci est un célèbre acteur japonais de théâtre Kabuki décédé en 1975 des suites d'une intoxication à la tétrodotoxine, après avoir voulu goûter puis consommer la part foie de fugu de ses invités afin d'impressionner ceux – ci.

Selon Philippe PONS, journaliste au quotidien français « Le Monde »⁸, certains consommateurs japonais prennent, en toute conscience, des risques en mangeant du fugu, poisson élevé au rang de mets parmi les plus raffinés en raison de la finesse de sa chair.

Sont – ils fascinés, en cela, par la beauté de cette chair transparente comme de la cellophane, présentée en fines lamelles formant une spirale sur un plat que les motifs laissent apercevoir ? Ou, jouent – ils plutôt à une forme de roulette russe...gastronomique?

La légende veut, en tout cas, que les gourmets et autres amateurs de sensations fortes, ajoutent une goutte du poison – la TTX – juste pour avoir la sensation de l'engourdissement des lèvres et flirter ainsi avec le danger, à l'image du malheureux acteur Mitsugoro Bando VIII. Le summum revient à boire du saké⁹ avec, dans le verre, un aileron de fugu, ce qui donne une idée de "la saveur du paradis".

Sur un autre plan, ce dangereux poisson stimule les imaginations, pas seulement au Japon. Par exemple, James Bond, dans le film *Bons baisers de Russie*, risque d'être tué par une lame imprégnée de tétrodotoxine. Ce poison est incriminé dans une enquête de la célèbre série télévisée de l'inspecteur *Colombo*. Des héros de la bande dessinée *Dragon Ball* sont également intoxiqués par une soupe au goût de « miso » (soja) préparée avec du fugu..

⁸Edition du 2 décembre 2011, titre de l'article : « *Le fugu, un mets à haut risque* ». Site : http://www.lemonde.fr/asi-pacifique/article/2011/12/02/le-fugu-un-mets-a-haut-risque_1612696_3216.html
⁹ Boisson alcoolisée japonaise à base de riz produite comme la bière par fermentation répétée, titrant 14 à 17°

CONCLUSION GENERALE

Le contexte général de raréfaction des poissons nobles au Sénégal (mérours, dorades, brochets, etc.) explique grandement que les consommateurs de produits halieutiques locaux se tournent de plus en plus vers des ressources jusque-là peu appréciées, dédaignées, ignorées ou « craintes ».

Les poissons Odontiformes, surtout ceux de la famille des *Tetraodontidae* (poissons –globes ou poissons – ballons comme les compères *Lagocephalus sp* et *Ephippion guttifer*) entrent largement dans ce cadre, contrairement aux *Diodontidae* (*Diodon sp* et *Chilomycterus sp*) récupérés par quelques taxidermistes, sinon demeurés repoussants à cause de leurs piquants.

Les *Diodontidae* et *Tetraodontidae* sont bel et bien présents tout au long du littoral sénégalais. Les seconds dominent dans les captures des pêches scientifiques (86 %). Ils sont aussi les seuls à être exploités en pêche artisanale (92 % de *Lagocephalus laevigatus*, 6 % d'*Ephippion guttifer* et 2 % de divers *Tetraodontidae*) entre 4 à 40 m de profondeur, sur la côte nord (49 %), la Petite Côte (37 %) et en région dakaroise (14 %), principalement à partir des diverses variantes de lignes (82 %), de filets (6 %) et de la senne tournante (5 %). La production, maximale entre janvier et mai (saison froide), tend à baisser au fil des mois. En pêche industrielle, les Tétrodontidés sont essentiellement des captures des accessoires des chalutiers démersaux côtiers et profonds.

Ces poissons, notamment les compères *Lagocephalus laevigatus*, *L. lagocephalus* et *Ephippion guttifer* sont généralement dépecés, éviscérés et étêtés avant d'être consommés (riz au poisson, riz cantonais, braisés, la grillés, frits, etc.) au niveau des ménages, restaurants et hôtels. Leur appellation locale de « lottes » est un abus de langage, voire une fraude commerciale manifeste. La vraie lotte ou baudroie (*Lophius piscatorius* ou *Lophiodes kempi*, par ex au Sénégal) est un poisson démersal profond, à la chair tendre et délicate, comparable à celle du homard, avec des dents nombreuses, une forme de la bouche, des excroissances cutanées et une coloration qui laissent peu de place à la confusion.

Au plan réglementaire, l'UE interdit sur son territoire la mise en marché des poissons vénéneux et toxiques des familles précitées y compris les *Molidae* et les *Canthigasteridae*. Au Japon, il faut un niveau de formation pointu, de type master, pour préparer les poissons tels que le fugu. Aux Etats-Unis, l'importation personnelle de ce poisson nécessite l'aval de restaurants japonais dont les chefs sont certifiés par leur pays. Au Sénégal, les Décrets n° 59 – 104 du 16 mai 1959 et n° 69 – 132 du 19 février 1969 contingentent fortement l'utilisation des poissons *Tetraodontidae*.

La raison de tout cela est que la tétrodotoxine, puissante neurotoxine protéique, est potentiellement présente dans la peau, le foie et les gonades de près de 50 espèces de taxons des eaux chaudes tropicales du globe dont les *Tetraodontidae*, *Diodontidae* et *Molidae*. Cette toxine peut, à 20 g environ dans la chair du fugu, provoquer la mort après la survenue d'un tableau clinique à forte connotation nerveuse qualifié de tétrodotoxisme. Ensuite, ce même poison est incriminé dans le phénomène du zombie (rite vaudou en Haïti, voire au Bénin), personne plongée dans un état cataleptique, privée de son âme, passant pour morte. Enterrée puis déterrée au bout de 24 h, un antidote la sort de sa léthargie mais lui fait perdre toute volonté et la réduit en esclavage. Enfin, certains japonais, par goût irréfléchi du risque, épater leurs compatriotes, simple tendance suicidaire ou avoir une idée de "*la saveur du paradis*", mangent des plats ou boivent des boissons contenant du fugu. Même les médias écrits et audiovisuels n'hésitent pas à utiliser le côté dramatique et les représentations liées à l'intoxication au fugu dans leurs scénarios...

Tous ces faits militent pour que les populations consommatrices de ce type de poisson soient, en tout cas, plus vigilantes. En effet, même si les cas avérés semblent jusque-là quasiment confinés à la zone indo pacifique (20 à 100 personnes/an au Japon, par ex), il reste constant que les poissons susceptibles d'héberger la même toxine sont décrits dans nos eaux.

Dès lors, il convient de veiller au respect scrupuleux des règles prophylactiques, à savoir bien reconnaître les taxons suspects, n'en manger au mieux que la chair bien nettoyée, cuite à forte température et pendant longtemps, rejeter tous les autres tissus y compris la peau, etc.

Ensuite, le personnel médical doit être briefé sur le térodotoxisme pour lequel il n'existe, hélas, aucun traitement spécifique.

De même, il urge que des travaux de recherche soient menés en vue du dosage effectif de la térodotoxine dans les divers tissus (foie, peau et gonades, surtout) des poissons *Tetraodontidae*, *Diodontidae* et *Molidae* des côtes sénégalaises.

Une telle démarche aurait le mérite d'édifier les autorités, la population et surtout le personnel scientifique, médical notamment, sur la réalité de la toxicité de ces poissons. Ce faisant, les textes réglementaires sénégalais, datant de 1969 et qui ne mentionnent que les seuls Tétraodontidés – à l'exclusion des Diodontidés et des Molidés – pourront être révisés et donc, mis à jour.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Murawski, S.A. & Pope, J. 1994.** Estimation globale de poissons prisés et abandonnés. FAO: Documents techniques sur les pêches, n° 339: FAO, Rome, 233 p.
2. **Anderson D. M, Kulis D. M, Qi Y. Z, Zheng L., Lu S. et al. 1996.** Paralytiques crustacées, Mollusques et empoisonnement au sud du chine .Toxicon 34: 579 – 590
3. **Anderson D. M. and A. W. White. 1992.** Biotoxines marines dans la chaîne alimentaire. Oceanus 35 (3): 55 – 61
4. **ANDS.2007 - 2010.** Importance de la pêche maritime au Sénégal. Document de l'Agence Nationale de la Démographie et de la Statistique (ANDS), Enquête Monographie de la pêche artisanale et de la forêt 55 pages.
5. **Anonyme 1959.** Décret n°59 – 104 du 16 mai 1959 réglementant la fabrication, le conditionnement et le contrôle des conserves stérilisées de poisson et autres animaux marins. Gouvernement du Sénégal, document de 21 p.
6. **Anonyme 1969.** Décret n°69-132 du 19 février 1969 relatif au contrôle des produits de la pêche. Gouvernement du Sénégal, document de 20 p.
7. **Anonyme, 2011.** Les produits de la pêche toxiques. Bulletin d'information des Services vétérinaires, France. Bulletin d'information n° 6 : mars 2011, 28 p.

8. **Baden D. G., R. Melinek et al. 1995.** Modification des essais immunologiques avec le polyéther : Implication de la biologie matrice, Situation métabolique et reconnaissance d'épitope . *JAOAC Int* **78** (2): 499-508.
9. **Baden D., L. Fleming et al. 1995.** Toxines marines .Manuel de clinique neurologique. Intoxication du système nerveux . II Toxines naturels et drogues. F. A. d. Wolff. Amsterdam., Elsevier: **21**
10. **Bagnis R, Kuberski T, Laugier S. 1979.** Observation Clinique de 3 009 cas de ciguatera (Fish poison ING) au sud du Pacifique. *Am J. Trop. Med. Hyg.*, 28 (6): 1067 – 73
11. **Bagnis R., Yasumoto T. et al. 1978.** Nouveau pathophysiologie et explication de la ciguatera (auteurs écrits). *Med. Trop. (Mars)* **38** (3): 323 – 5
12. **Baker J. 2008.** *Diodontidae*. Chapter in : Baker, J. L. (2012). Espèces marines et conservation au sud de l'Australie Volume 1 – Poissons cartilagineux. Livre Electronique, pages web et CD préparé par un groupe de travail sur les espèces marines et leur conservation au sud de l'Australie.
13. **Bellemans M., Sagna A., Fischer W. et Scilabba N. 1988.** Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres). *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*. Rome, FAO, 277 pages

14. **Berman F. W. and T. F. Murray (2000).**"Toxines provoques autocrine excito-toxicite et association avec un collecteur itinéraire de Ca²⁺ influx." J Neurochimie **74**(4): 1443- 51.
15. **Blache J., Cadenat J. et Stauch A. 1970.** Clé de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique Oriental entre le 20^{ème} parallèle Nord et le 15^{ème} Sud. Editions de l'ORSTOM, 479 pages
16. **Blasco D., Levasseur M. et al. 1998.** Monitorage du phytoplancton toxique et des toxines de type IPM dans les mollusques du Saint-Laurent:1989-1994. Québec, Ministère des Pêches et Océans:x+117.
17. **Blythe D. G., De Sylva D. P., Fleming L. E, Ayyar R. A, Baden D. G and Shrank K.1992.**Expérience Clinique avec IV Mannitol dans le traitement de la ciguatera. Bull. Soc. Pathol. Exot. **85** (5): 425 – 6
18. **Bonilla-Gómez J. L., Tzeek-Tuz J, Badillo M. and Chiappa- Carrara X. 2012.**Augmentation des espèces des cotes tropicales et lagons dans le nord ouest de la penninsulva de *Sphoeroides testudineus* (Tétraodontiformes : *Tetraodontidae*). Revista Mexicana de Biodiversidad **83**: 1237-1240, 2012 DOI: 10.7550/rmb.28616)
19. **Bradley S. G and Kilka L. J. 1981.** Une intoxication mortelle par le triton *Taricha granulosa*. JAMA 1981; 246:247

20. **Diagne A. R. D. 1997.** Biologie de la reproduction d'une espèce de *Tetraodontidae*, *Lagocephalus laevigatus* (poisson téléostéen) des côtes sénégalaises. Mémoire de DEA en Biologie et physiologie animales - Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal : 69 p.

21. **Ellenhorn M. J and Barceloux D. G. 1988.** Toxicologie médicale: diagnostic et traitement des intoxications humaines. New York: Elsevier Science Publishing Company, Inc

22. **Fall M., Mbengue M., Diouf K. ET Koussaye H. 2013.** Note technique de la sante et risque d'association et consommation de poissons *Tetraodontidae*, *Diodontidae* and *Molidae* in Sénégal. American journal of Research Communication, :} www.usa- journals.com, ISSN: 2325-4076

23. **Guèye B. 1988.** La politique des pêches du Sénégal et le nouveau droit de la mer. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences Juridiques et Economiques, 456 pages

24. **Hommel D., Hulin A., Saignavong S. et Desbordes J. M. 1992.** Intoxication par le poisson coffre (tétrodotoxine). Médecine d'Afrique Noire: 39 (2) : 3 p.

25. **Ivanov V. 2006.** Aquariophilie et poissons d'eau douce. Laboratoire Ressources Halieutique Aquitaine

26. **Leis J. M.1978.** Systématiques et zoogéographie de poissons porc-épics(Diodon, *Diodontidae*, Tétrodontiformes) avec commentaire du développement des œufs et larve. U.S. Fish. Bull., 76 (3): 535 – 567

27. **Leis J. M. 1984.** *Diodontidae*. In W. Fischer et G. Bianchi (écrits.). FAO identification des espèces de poissons. A l'ouest de l'océan indien, poisson de mer 51, Vol. 2
28. **Leis J. M. 1986.** Family *Diodontidae*. poissons de mer écrits par M. M. Smith and P. C. Heemstra. Mc Millian, South Africa, Johannesburg, pp. 903 – 907
29. **Leis J. M. 2006.** Nomenclature et distribution des espèces de poissons porc-épics *Diodontidae* (Pisces, *Teleostei*). *Memoirs of Museum Victoria* 63 (1): 77 – 90
30. **Nelson J. S. 2006.** Poisson du monde, John Wiley & Sons, pp. 4 – 5, 2006
31. **Paekpe H. J. 1999.** Collection de poisson dans le Musée de Université de Berlin. ARG Gantner Verlag KG, Liechtenstein, 216 p.
32. **Quéro J.C., Du Buit M.H et Vayne J. J. 1998.** Les Observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'atlantique européen. *Oceanologica acta* : 21 (2) : 345 – 351 anv 2013.
33. **Rivolier J. et Rivolier C. 1969.** Accidents provoqués par les animaux venimeux et vénéneux marins. *Cahiers Sandoz, Fr.* (1969), n° 14, pp. 1 - 62, bibl. (2 p.)
34. **Séret B. et OPIC P. 1990.** Poissons de mer de l'Ouest africain tropical. Volume 49, Initiations – documentations techniques IRD Editions, 450 pages.

35. **Ship R. L. 1974.** Les poissons porcs-epics (*Tetradontidae*) dans l'océan atlantique. Publ. Gulf Coast Res. Lab. Mus., 41:162 p
36. **Ship R. L. 1984.** *Tetradontidae* . In W. Fischer and G. Bianchi (écrits.) FAO Identification des espèces de poissons. Ouest de l'océan Indien poisson de mer 51, Vol. 2
37. **Ship R. L. 1990.** *Tetraodontidae*. In : J. C. Quéro, J. C. Hureau, C. Karrer, A. Post et L. Saldanha (écrits.). Inspection des poissons de l'atlantique Est (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; et UNESCO, Paris. Vol. 2, pp. 1069 – 1072

Sites Internet (webographie)

www.animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Diodon_holocanthus/

www.aquabase.org

www.aquaportail.com/fiche-poisson: Aquariophilie sur quelques espèces de tétraodontidés

www.diallotours-africa.net/images/sc092f0.jpg services vétérinaires

www.emedicine.medscape.com/article/818763-overview#a0199

www.encyclo.voila.fr/wiki/t%C3%tetrodotoxine

www.forumaquaportail.com

www.fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%tetrodotoxine

www.ifrecor.nc

www.larousse.fr/archives/grande-encyclopedie/page/13495n

www.medical-dictionary.thefreedictionary.com/Fugu+Poisoning

www.panaromal.fr

www.rationalisme.org

www.usa-journals.com

www.vieocéane.free.fr

www.wikipédia.info.fr

www.worldlingo.com/ma/enwiki/fr/tetraodontidae. R. C. Schelly et M. R. De Carvalho.

ANNEXES

Annexe I : Liste des espèces de *Diodontidae*

- *Allomycterus* McCulloch, 1921
- *Allomycterus pilatus* Whitley, 1931
- *Allomycterus whitleyi* Phillipps, 1932
- *Chilomycterus* Brisout de Barneville, 1846
- *Chilomycterus antennatus* (Cuvier, 1816)
- *Chilomycterus antillarum* Jordan & Rutter, 1897
- *Chilomycterus reticulatus* (Linnaeus, 1758)
- *Chilomycterus schoepfii* (Walbaum, 1792)
- *Chilomycterus spinosus mauretanicus* (Le Danois, 1954)
- *Chilomycterus spinosus spinosus* (Linnaeus, 1758)
- *Cyclichthys* Kaup, 1855
- *Cyclichthys hardenbergi* (de Beaufort, 1939)
- *Cyclichthys orbicularis* (Bloch, 1785)
- *Cyclichthys spilostylus* (Leis & Randall, 1982)
- *Dicotylichthys* Kaup, 1855
- *Dicotylichthys punctulatus* Kaup, 1855
- *Diodon* Linnaeus, 1758
- *Diodon eydouxii* Brisout de Barneville, 1846
- *Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758
- *Diodon hystrix* Linnaeus, 1758
- *Diodon liturosus* Shaw, 1804
- *Diodon nictemerus* Cuvier, 1818
- *Lophodiodon* Fraser-Brunner, 1943
- *Lophodiodon calori* (Bianconi, 1854)
- *Tragulichthys* Whitley, 1931
- *Tragulichthys jaculiferus* (Cuvier, 1818)

Annexe II : Liste des Sous – familles et genres de poissons *Tetraodontidae*

Sous – famille des *Canthigasterinae*

- genre *Canthigaster* Swainson, 1839

Sous – famille des *Tetraodontinae*

- genre *Amblyrhynchotes* Troschel, 1856
- genre *Arothron* Müller, 1841 -- (us: fat puffers)
- genre *Auriglobus* Kottelat, 1999
- genre *Carinotetraodon* Benl, 1957
- genre *Chelonodon* Müller, 1841
- genre *Chonerhinos* Bleeker, 1854
- genre *Colomesus* Gill, 1884
- genre *Contusus* Whitley, 1947
- genre *Ephippion* Bibron, 1855
- genre *Feroxodon* Su, Hardy et Tyler, 1986
- genre *Guentheridia* Gilbert et Starks, 1904
- genre *Javichthys* Hardy, 1985
- genre *Lagocephalus* Swainson, 1839 -- (us: rabbitfishes)
- genre *Liosaccus* Günther, 1870
- genre *Marilyna* Hardy, 1982
- genre *Omegophora* Whitley, 1934
- genre *Pelagocephalus* Tyler et Paxton, 1979
- genre *Polyspina* Hardy, 1983
- genre *Reicheltia* Hardy, 1982
- genre *Sphoeroides* Anonymous [Lacepède], 1798 -- (us: common puffers, swellfishes)
- genre *Takifugu* Abe, 1949
- genre *Tetractenos* Hardy, 1983
- genre *Tetraodon* Linnaeus, 1758 -- (us: swellfishes, swellfishes)
- genre *Torquigener* Whitley, 1930

- genre *Tylerius* Hardy, 1984

Annexe III : Questionnaire relatif aux poissons Diodontidés et Tétraodontidés

1. Nom de l'enquêteur
2. Lieu de l'enquête
3. Date de l'enquête
4. Fonction de la personne interviewée:
5. Durée dans la fonction :
6. Âge (si possible)
7. Cocher le (s) poisson (s) pêché (s) parmi ceux – ci



8. Y a-t-il d'autres espèces ciblées qui ne figurent pas parmi celles cochées?

.....
.....
.....
.....

9. Pêchez-vous exclusivement ou accessoirement ces poissons ?

.....
.....
.....
.....

10. Depuis quand avez-vous commencé à pêcher ces poissons ?

.....
.....
.....
.....
.....

11. Quels sont les difficultés que vous rencontrez dans la pêche ?

.....
.....
.....
.....

12. Quel (s) engin (s) utilisez – vous (description) ?

.....
.....
.....
.....
.....

13. Préciser l'appât et les détails techniques de la ligne, si nécessaire ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

14. Quelle sont les périodes et heures de pêche idéales?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

15. Quelles sont vos profondeurs de pêche ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

16. Quelles sont les caractéristiques de votre pirogue ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

17. Quelle est la composition de l'équipage ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

18. Comment conservez-vous ces poissons ?

.....
.....
.....
.....
.....

19. Le produit se vend-il bien ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

20. Prix de vente indicatif ?

.....
.....
.....
.....

21. Qui achète vos produits ?

.....
.....
.....
.....

22. La demande est –elle importante ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

23. Vous arrive-t-il de manger ces produits ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

24. Y a-t-il une préparation spéciale de ces poissons avant de les consommer ?

.....
.....
.....
.....

25. Si oui, la décrire

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

26. Quelles préparations culinaires peut-on faire avec ces poissons ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

27. Y a-t-il d'autres usages de ces poissons ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

28. Êtes- vous au courant d'une éventuelle toxicité de ces poissons ?

.....

.....

.....

Merci de votre aimable compréhension.

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 TOUT CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENT QUE JE ME PARJURE »

BIOECOLOGIE, PECHE ET TOXICITE DES POISSONS

DIODONTIDAE ET TETRAODONTIDAE

RESUME

Les poissons de la famille des *Diodontidae* et de celle des *Tetraodontidae* appartiennent à l'ordre des Tétraodontiformes caractérisés, entre autres, par la présence de nageoires rayonnées appelées *plectognathi*. Le présent travail passe en revue leur position systématique, bioécologie, pêche (artisanale), aquaculture, commercialisation et consommation à l'échelle mondiale avec focus sur le Sénégal (Afrique de l'Ouest). Il fait également le point sur la réglementation internationale qui exclut, par exemple, leur mise en vente sur le marché (Union Européenne), la famille des *Tetraodontidae* (Sénégal) ou définit un cadre très strict pour leur usage (Japon et Etats – Unis). Les poissons étudiés, les *Tetraodontidae* surtout, sont des mets délicats dans la zone Indo – Pacifique, le Japon en particulier. Ils sont à l'origine du tétrodontisme, intoxication pouvant être mortelle et dont l'agent causal, la tétrodontoxine, est une puissante neurotoxine signalée dans les gonades (ovaires, surtout), la peau et le foie. Cette toxine permettrait aussi, dans le rite vaudou, de maintenir des individus dits zombies à l'état de semi esclaves ou de mort – vivants. Certains japonais l'utilisent aussi par goût suicidaire, pour épater leurs compatriotes ou avoir une « idée du paradis ». Enfin, les effets ravageurs de cette drogue sont mentionnés dans certains films ou dessins animés. En conséquence, les populations sénégalaises, grandes consommatrices de ce type de poisson, sont invitées à plus de vigilance même si les cas avérés sont davantage signalés dans la zone indo pacifique. Pour cela, elles doivent savoir identifier les taxons suspects et n'en manger, au mieux, que la chair bien dépiécée, éviscérée, nettoyée, cuite longtemps et à forte température, entre mesures de précaution. Le personnel médical est aussi à former sur le tétrodontisme pour lequel il n'existe pas de traitement spécifique. De même, le dosage effectif de la tétrodontoxine dans les divers tissus suspects des poissons *Tetraodontidae* et *Diodontidae*, voire *Molidae* des côtes sénégalaises doit être initié. A terme, on serait ainsi fixé sur la toxicité réelle de ces poissons et envisager, éventuellement, la révision des Décrets n° 59 – 104 du 16 mai 1959 et n° 69 – 132 du 19 février 1969 qui ne mentionnent jusque là que les seuls poissons *Tetraodontidae*.

Mots clés : *Diodontidae*, *Tetraodontidae*, tétrodontoxine, dangers, Sénégal

Auteur : Serigne Abdou Khadre Mbacké Diallo

Adresse : 550 Hlm Las Palmas Guédiawaye Golf Sud (Dakar – Sénégal)

Email : sakmdiallo@yahoo.fr