

Étude de la toxicité potentielle sur les poissons Tétrodontidae débarqués, commercialisés et consommés dans la région de Dakar, Sénégal (cas du *Lagocephalus laevis*)

Mamadou Abibou DIAGNE^{1*}, Germain SAWODOGO² et Massal FALL³

¹ Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime/Inspection Interne (MPEM-II), Immeuble des Eaux, 72, Boulevard de la République, 2eme Etage- Dakar-Sénégal - UCAD/ED-SEV/EISM, Laboratoire de Biochimie et d'Endocrinologie, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal

² Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV), Laboratoire de Biochimie et d'Endocrinologie, BP 5077 Dakar-Fann, Sénégal

³ Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT/ISRA). BP 2241, Dakar, Sénégal

* Correspondance, courriel : mamadouabibou.diagne@gmail.com

Résumé

La présente étude porte sur le caractère toxique du poisson appelé *Lagocephalus laevis* pêché dans les côtes sénégalaises. Elle est réalisée, d'une part, à l'aide d'enquêtes de terrain sur des personnes de catégories socioprofessionnelles différentes, et, d'autre part, à partir de bioessais sur des souris domestiques (*Mus musculus domesticus*), de souche connue au laboratoire. Les résultats des enquêtes révèlent que le caractère toxique est ignoré par l'opinion et aucune méfiance n'est observée dans l'utilisation de ce poisson. Dans les structures médicales enquêtées, aucun parmi le personnel n'a confirmé avoir un cas d'accident alimentaire dans lequel la Tétrodotoxine (TTX) est citée. Deux bioessais sont réalisés : Un premier en période froide (décembre-janvier) sur deux lots de souris (4 mâles et 4 femelles) de même âge, de poids variant entre 16.5 g et 18.5 g, nourries avec des quantités d'extraits d'organes de *Lagocephalus laevis* (foie, ovaires) cuits et non cuits ; un deuxième en période chaude (mai-juin) sur deux lots de souris (4 mâles et 4 femelles) nourries avec des extraits de foie cuits pendant 5 jours. Après une pose de 5 jours, on nourrit les deux lots avec des extraits d'ovaires cuits pendant 5 jours ; chaque fois, un lot témoin de 2 souris (mâle et femelle) nourri avec des granulés. Les observations faites sur le comportement des souris et le tableau clinique observé sur certains des sujets ne présentent aucun signe de neuropathologie toxique du genre TTX, comme présenté dans des études avec d'autres genres de *Lagocephalus*. Donc, le caractère toxique qui est recherché chez le *Lagocephalus laevis* capturés dans les côtes sénégalaises n'est pas confirmé dans cette étude.

Mots-clés : tétrodotoxine, dosage, bioessai, santé publique, Sénégal.

Abstract

Potential toxicity study on tetraodontidae fish landed, marketed and consumed in the Dakar region, Senegal (case of *Lagocephalus laevis*)

The present study focuses on the toxic nature of the fish called *Lagocephalus laevis* caught in Senegalese coasts. It is carried out, in the hand, on the basis of field surveys on people from different socio-professional

categories and, in the other hand, on experimental studies on domestic mice (*Mus musculus domesticus*), of known strain in the laboratory. The results of the surveys carried out on the fishing actors and the users reveal that the toxic character is ignored and no suspicion is observed on the use of this fish. In the medical services surveyed, none of the medical staff confirmed that they had a case of a food accident in which TTX is quoted. Two bio tests are realized : - A first in cold period (December-January) on two batches of mice (4 males and 4 females) of the same ages, weighing between 16.5g and 18.5 G, are fed with quantities of organ extracts of *Lagocephalus laevis* (liver, ovaries) cooked and uncooked; - a second in hot period (May-June) on two batches of mice (4 males and 4 females) are fed with quantities of liver cooked during 5 days. After a 5 days installation, one nourishes the two batches with extracts of ovaries cooked during 5 days; each time, a pilot batch of 2 mices (male and female) only used panels. Observations made on the behavior of the mices and the clinical picture observed on some of the subjects do not look like signs of intoxication by a neurotoxin a kind of TTX, as presented in previous studies. Therefore, the toxic character that is sought in Tetraodontidae species (*Lagocephalus laevis*) caught in Senegalese coasts is not confirmed in this study.

Keywords : *tetrodotoxin, assay, bio test, public health, Senegal.*

1. Introduction

Au Sénégal, la pêche occupe une place prépondérante dans l'économie : elle génère près de 600 000 emplois directs et indirects, assure 3.2 % du PIB primaire et occupe le 1^{er} secteur à l'export en 2016 avec 204 milliards de FCFA. En termes de sécurité alimentaire, les produits de la pêche fournissent 75 % des protéines d'origine animale et sont consommés à hauteur de 19,5 kg per capita, soit plus que la moyenne mondiale (15 kg/habitant) [1, 2]. Toutefois, le contexte mondial de raréfaction des ressources halieutiques, auquel n'échappe pas le Sénégal, pousse les populations locales à recourir de plus en plus à des espèces délaissées, jusque-là, pour diverses raisons : goût fade, aspect repoussant, marché inexistant, toxicité potentielle ou avérée. Les poissons des familles des Molidés, des Canthisthéréidés, des Diodontidés et des Tétrodontidés, rentrent dans ce cadre. Plus exactement, certains tissus de ces taxons (ovaires, testicules, foie et sang) sont susceptibles de renfermer une biotoxine pouvant entraîner des troubles mortels suite à l'ingestion de ces poissons [2 - 6]. La biotoxine incriminée est la Tétrodontoxine (TTX). Elle est isolée en 1909 par le Dr. Yoshizumi Tahara qui lui a donné son nom, elle est classée dans la famille des toxines paralysantes dont la molécule de base est la saxitoxine (STX), c'est la plus ancienne des biotoxines [5]. Ce groupe est constitué d'une vingtaine de molécules chimiquement proches. Elle est à l'origine de centaines de cas d'accidents mortels par année, selon les régions du monde [10 - 16]. Des études ont révélé que les espèces de poissons incriminées et élevées en aquaculture ne sont pas toxiques et que la TTX est d'origine exogène [9, 12], car produite à partir de bactéries (*Aliivibrio fischeri*, *Pseudomonas sp*, *Vibrio altermonas* et *Vibrio alginolyticus*) contenues dans des algues (ex : *Dinoflagellae*) et le processus de bioaccumulation chez les Tétrodontidae serait effectué via la chaîne alimentaire [16, 17]. Actuellement, au Sénégal, malgré ce risque et l'interdiction de l'utilisation locale, sous toute forme, des poissons Diodontidés et Tétrodontidés [8, 9], la consommation de ces derniers est devenue croissante. Donc, les enjeux sur la santé publique doivent être évalués pour éclairer l'opinion et améliorer la réglementation sur les inquiétudes au plan médical. En effet, aucun cas d'accident mortel ou non n'est, jusque-là, rapporté. En plus, les industries qui utilisent ces poissons dans leurs chaînes de production n'ont jamais été confrontées à des contentieux de la part de leurs clients, relativement à ces espèces. Mais les symptomatologies qui sont décrites dans les cas de saxitoxismes, plus particulièrement, le Tétrodontisme, ressemblent souvent à d'autres tableaux cliniques de certaines maladies. Donc, devant un cas clinique d'intoxication alimentaire, le personnel médical doit procéder à un diagnostic différentiel sur la base d'une bonne connaissance des poissons réputés toxiques dans leurs régions géographiques, et prendre

en considération dans les anamnèses, les circonstances d'apparition des symptômes (types de repas, délai d'apparition). C'est pourquoi, nous nous intéressons ici à un poisson de la famille des Tétrodontidae, le *Lagocephalus laevigatus*, dit compère lisse, faussement appelé lotte, dont la consommation locale, à côté de celle d'*Ephippion guttifer*, autre poisson de la famille, est devenue courante dans les foyers et restaurants publics [1, 2]. L'étude est réalisée en deux étapes, une phase d'enquête de terrain sur différentes catégories socioprofessionnelles et deux phases expérimentales portant sur des souris domestiques (*Mus musculus domesticus*) de souche connue au laboratoire. Dans le présent article, nous voulons que la problématique de santé publique relative à l'utilisation de ces espèces soit plus éclairée, afin d'édifier, d'avantage, l'opinion sur la nature des risques.

2. Matériel et méthodes

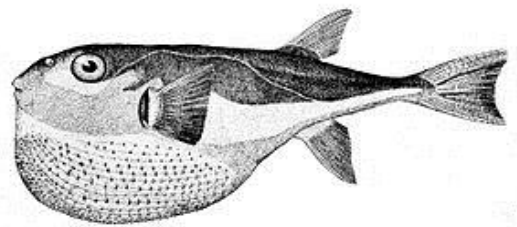
2-1. Matériel

L'étude est réalisée en deux étapes (i) enquête de terrain reposant sur un questionnaire et (ii) études expérimentales ayant mobilisé du matériel biologique/animal (poisson et souris) et physique :

- Le questionnaire renseigne sur une vingtaine de paramètres relatifs à la personne enquêtée (identité, catégorie socioprofessionnelle, le niveau de connaissances des poissons ciblés et de la TTX, leur mode de préparation, leur consommation et les effets notés à la suite, etc.) Cf. Annexe 1.
- Le matériel animal est composé de compère lisse *Lagocephalus laevigatus* et de souris grises domestiques (*Mus musculus domesticus*).
 - L'espèce *Lagocephalus laevigatus* est un poisson de la famille des Tétrodontidés, à l'Ordre des Tétrodontiformes, à la Sous-Classe des Néoptérygiens, à la Classe des Actinoptérygiens, au Sous-embouchement des Vertébrés, à l'Embranchement des Chordés, au grand Règne Animal [1]. Sa taille moyenne est comprise entre 60 à 100 cm. Le corps est dépourvu d'épines, les yeux sont situés au niveau de la tête haute, les nageoires sont rayonnées et appelées *plectognathi* (pelviennes absentes, dorsales et anales situées loin en arrière du corps et sans épines mais avec 7 - 15 rayons mous). La coloration est ordinaire et uniforme avec des tâches sur les surfaces supérieures et latérales, souvent de différentes tailles et couleurs. Les surfaces ventrales sont presque toujours non pigmentées. Le poisson se caractérise par sa capacité à se gonfler également [1, 18].



Forme normale



Forme gonflée

Figure 1 : Morphologie externe de *Lagocephalus laevigatus*

- La souris domestique (Souris grise), *Mus Musculus domesticus*, vit en général dans les maisons. De petite taille, son pelage dorsal est gris à brun, plus clair sur les flancs. Son pelage ventral est plus clair, parfois presque blanc, sans délimitation nette avec le pelage dorsal. Le museau

est pointu, les yeux sont petits, les oreilles grandes nettement et détachées de la tête, les pattes antérieures et postérieures courtes. Elle est essentiellement granivore, mais capable de s'adapter à différents types de nourriture, consommant occasionnellement des insectes, vers de terre, produits carnés, etc. (omnivore). Selon Granjon et Duplantier (2009), la souris domestique comporte les mensurations présentées dans le **Tableau 1** [20].

Tableau 1 : Données de mensuration sur la souris domestique

Femelles					Sexe	Mâles				
Pds	LTC	LQ	Or	Pp	Paramètres	Pds	LTC	LQ	Or	Pp
13,3	88,1	85,5	14,1	17,7	Moyenne	13,2	86,7	85,3	13,8	17,9
2,8	7,4	6,4	1,0	0,8	Écart-type	2,6	6,4	6,1	0,9	0,9
9	67	66	12	15	Minimum	9	71,5	67	11,5	14,5
23	114	102	18	20	Maximum	26	105	98	16,5	23
359	242	230	241	239	Nombre	267	134	120	132	129

Légende : Pds = poids corporel en g ; LTC = longueur tête / corps en mm ; LQ = longueur queue en mm ; Or = oreilles mm ; Pp = patte postérieurs en mm.



Figure 2 : Souris grise domestique (*Mus Musculus domesticus*) libre et dans sa cage

- Le matériel physique est essentiellement composé d'outils de prélèvements, de conservation de la fraîcheur des poissons et de laboratoire : glacières, carboglaces, films en plastiques, cages à souris, abreuvoirs, litières, lampes, gants, broyeurs, trousse à dissection, cotons et couteaux.

2-2. Méthodes

- La phase d'enquête a concerné un échantillon composé de 100 pêcheurs /100 mareyeurs /50 femmes transformatrices/150 consommateurs/30 restaurateurs et 60 agents de santé (30 médecins et 30 infirmiers). Les lieux enquêtés sont (i) 3 sites majeurs de débarquement de la pêche artisanale dans la région de Dakar, capitale du Sénégal : Soumbédioune, Yoff et Hann-Yarakh (ii) deux(2) postes de santé et trois (3) hôpitaux (soumbedioune, HLM 5, Hôpital Aristide le Dantec, CHUF, SAMU) **Figure 3**.

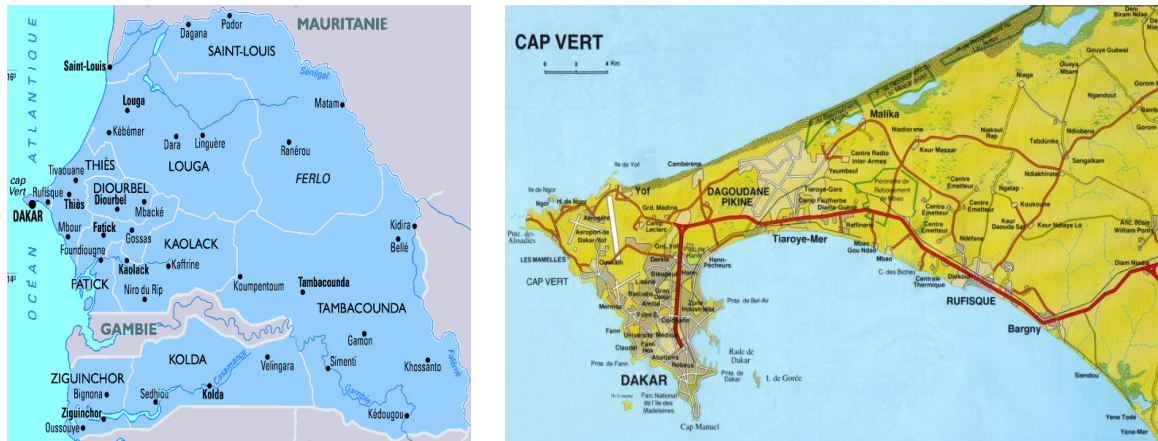


Figure 3 : *Emplacements de Dakar (à gauche) et des sites enquêtés dans sa région (à droite)*

- L'étude expérimentale est réalisée en deux phases, une première avec des échantillons de poissons pêchés en période froides (décembre-janvier), une deuxième avec des échantillons de poissons pêchés en période chaude (mai-juin). Ces deux saisons correspondent aux périodes de reproduction saisonnière de *Lagocephalus laevigatus* ; mais en plus la saison chaude, dans nos côtes, correspond à la période de floraison des algues qui sont incriminées dans la toxinogénèse et dans le processus de bioaccumulation de la TTX [3, 12, 21]. L'étude a eu lieu au Laboratoire de Zoologie des Vertèbres Terrestres de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), au sein de l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar, avec la collaboration du docteur Massamba THIAM et de son équipe. La méthode de test mise en œuvre consiste à alimenter les souris des extraits d'organes (foie, ovaires) de poissons *Lagocephalus laevigatus* susceptibles de renfermer, sur la base de la littérature en tout cas, du poison, c'est-à-dire de la TTX [22 - 26].

Saison froide (décembre-janvier)

Le *protocole* est le suivant :

- Préparation des extraits d'organes de poissons : après un examen organoleptique sur site de l'état de fraîcheur des poissons, les échantillons acceptés sont mis dans la glacière sous carboglace et acheminés au laboratoire où les poissons sont pesés, mesurés et éviscérés. Les différents organes ciblés (ovaires et foies) sont isolés aseptiquement, pesés et rincés avec du sérum physiologique, puis cuits dans 500 mL d'eau purifiée pendant 10 mn. Le **Tableau 2** présente les paramètres biométriques essentiels (poids total, longueur totale, poids ovarien et hépatique) et l'état de fraîcheur des 3 poissons analysés. Noter à ce dernier sujet, que la qualité dont l'indice varie de 4 à 5, est satisfaisant (**Tableau 2**).

Tableau 2 : *Caractéristiques des échantillons et des prélèvements*

Mesures	Poisson 1	Poisson 2	Poisson 3
Poids	1,5 kg	900 g	1,6 kg
Longueur totale	32 cm	27 cm	31 cm
Indice de fraîcheur	4 (QI)	5 (QI)	4 (QI)
Poids testicules			
Poids ovaires	55 g	32 g	59 g
Poids foie	126 g	95 g	115 g

QI = indice de qualité

- b) Préparation des souris et mode d'administration : les souris sont divisées en deux groupes selon l'aliment qui est servi. Deux souris (1 mâle et 1 femelle) sont nourries avec des extraits d'organes mixtes (foie et ovaires cuits et non cuits) (jaune), et 6 autres (3 mâles et 3 femelles) reçoivent des extraits d'organes cuits (grisé). A titre de témoin, un lot de 2 souris (1 mâle et 1 femelle) est nourri avec des granulés (vert). Trois niveaux de test (1, 2 et 3) ont été mis en œuvre avec des quantités d'aliments variables comme spécifiés dans les **Tableaux 4-5**, les poids des souris varient de 16.5 à 18.5 g. Avant le début du premier test, un examen de la physiologie externe des souris a permis de collecter les observations ,ci-après, présentées dans le **Tableau 3** suivant :

Tableau 3 : Etat des souris avant début du test N°1

N°	Souris	sexe	Poids (g)	lésions	Aspect extérieur des membres et orifices	comportement
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	♀	17	Abt	RAS	At/Ac
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	♂	17.5	Abt	RAS	At/Ac
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	♀	16.5	Abt	RAS	At/Ac
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	♂	16.5	Abt	RAS	At/Ac
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	♀	17	Abt	RAS	At/Ac
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	♂	16	Abt	RAS	At/Ac
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	♀	18	Abt	RAS	At/Ac
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	♂	18.5	Abt	RAS	At/Ac
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	♀	17	Abt	RAS	At/Ac
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	♂	17	Abt	RAS	At/Ac

Légende : Absentes = Abt, Rien à Signaler = RAS, Attentive et Active = At/Ac, Femelle = ♀ et mâle = ♂

- c) Le premier test a débuté le 20 décembre 2016, les données sont présentées dans le tableau 4, ci-après.

Tableau 4 : Données du premier test (P1)

N°	Souris	Sexe	Poids (g)	Aliments servis	Quantités servies (g)	Date
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	♀	17	Granulés	À volonté	20/12/2016
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	♂	17.5	Granulés	À volonté	20/12/2016
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	♀	16.5	Mixte	5 (2.5C/2.5NC)	20/12/2016
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	♂	16.5	Mixte	5 (2.5C/2.5NC)	20/12/2016
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	♀	17	Cuit	10	20/12/2016
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	♂	16	Cuit	10	20/12/2016
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	♀	18	Cuit	15	20/12/2016
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	♂	18.5	Cuit	15	20/12/2016
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	♀	17	Cuit	20	20/12/2016
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	♂	17	Cuit	20	20/12/2016

Légende : C = cuit, NC = non cuit, Femelle = ♀ et mâle = ♂

- d) Le deuxième test a débuté le 02 janvier 2017, les données sont présentées dans le tableau 5, ci-après.

Tableau 5 : Données du deuxième test (P2)

N°	Souris	Sexe	Poids (g)	Type d'aliment	Extraits d'organes cuits (g)	Date
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	♀	18	Granulés	À volonté	2/01/2017
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	♂	17	Granulés	À volonté	2/01/2017
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	♀	15	Mixte	12 (5C/7NC)	2/01/2017
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	♂	16	Mixte	12 (5C/7C)	2/01/2017
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	♀	18	Cuit	10 C	2/01/2017
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	♂	16.5	Cuit	10 C	2/01/2017
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	♀	17.5	Cuit	15 C	2/01/2017
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	♂	18.5	Cuit	15 C	2/01/2017
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	♀	18.5	Cuit	20 C	2/01/2017
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	♂	18	Cuit	20 C	2/01/2017

Légende : C = cuit, NC = non cuit, Femelle = ♀ et mâle = ♂

- e) Le troisième test a débuté le 05 janvier 2017, les données sont présentées dans le tableau 6, ci-après.

Tableau 6 : Données du troisième test (P3)

N°	Souris	Sexe	Poids (g)	Type d'aliment	Quantité d'aliment (g)	Date
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	♀	18	Granulés	À volonté	5/01/2017
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	♂	16.9	Granulés	À volonté	5/01/2017
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	♀	15	Mixte	12 (5C/7NC)	5/01/2017
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	♂	Absente	Absente	Absente	5/01/2017
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	♀	18.5	Cuit	10 C	5/01/2017
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	♂	18	Cuit	10 C	5/01/2017
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	♀	18.5	Cuit	15 C	5/01/2017
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	♂	18.5	Cuit	15 C	5/01/2017
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	♀	18.5	Cuit	20 C	5/01/2017
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	♂	19	Cuit	20 C	5/01/2017

Légende : C = cuit, NC = non cuit, Femelle = ♀ et mâle = ♂

Entre le premier et le deuxième test, les quantités d'aliment mixte (cuit et non cuit) administrées aux souris (E04.152.1.2 (9.5.2016) ; E04.133.1.3 (9.5.2016)) sont passées de 5 g à 12 g. Car au vu des quantités restantes (0.7g et 0) lors du premier test, on avait jugé raisonnable d'augmenter les quantités pour une meilleure disponibilité, mais aussi suivre l'effet d'accumulation éventuelle de la biotoxine (effet d'accoutumance). Pour les souris nourries avec les extraits d'organes cuits ; le choix des trois niveaux de ration recherchait les éventuelles corrélations qui peuvent exister entre les quantités et le degré de symptomatologie (aigue, très aigue, latente) [22].

Saison chaude (mai-juin)

- a) Préparation des extraits d'organes : Dans cette deuxième phase d'essai expérimental, le protocole de préparation des échantillons reste le même (**Tableau 7**).

Tableau 7 : Caractéristiques des échantillons et des prélèvements

	1 SERIE		2 SERIE	
Mesures	Poisson 1	Poisson 2	Poisson 3	Poisson 4
Poids	2,3 kg	1,9 kg	2,6 kg	2 kg
Longueur totale	49 cm	47 cm	52 cm	50 cm
Indice de fraîcheur	4 (QI)	4 (QI)	4.5 (QI)	4 (QI)
Poids testicules				
Poids ovaires	59 g	45 g	55 g	60 g
Poids foie	130 g	110 g	145 g	115 g

- b) Préparation des souris et mode d'administration : les souris utilisées sont plus petites en âge et en poids, par rapport à la première phase de bio essai. Elles sont divisées en deux lots A et B de 4 souris (lots A de 4 mâles et lot B de 4 femelles), avec toujours un lot T témoin constitué d'un mâle et d'une femelle. Cette phase a duré dix(10) jours. Chaque lot est nourri pendant cinq(5) jours avec des extraits de foie cuits seulement. Au terme des cinq(5) jours, une pose de cinq(5) jours est observée, et durant les souris sont nourries avec des granulés. On reprend en remplaçant les extraits de foie avec des extraits d'ovaires cuits dans les mêmes proportions. Le lot témoin est nourri avec des granulés à volonté (**Tableau 8**). Durant toute la phase expérimentale, les échantillons d'extrait d'organes sont préparés et répartis en cinq(5) portions, les portions sont conservés à -10°C ; à chaque utilisation on le décongèle au bain marie avant l'utilisation. Avant le début des tests, un examen de la physiologie externe des souris est réalisé, voire le **Tableau 8**, suivant :

Tableau 8 : Etat des souris avant le début d'administration des extraits d'organes

N° lot	Souris	date	Sexe	Poids moyen (g)	lésions	Aspect extérieur des membres et orifices	comportement
T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	15/05/17	♀	13	Abt	RAS	At/Ac
	E04.17.1.2 (23.01.2017)		♂	13			
A	E04.15.1.7 (23.01.2017)		♀	12.5			
	E04.17.1.3 (23.01.2017)						
	E04.19.1.6 (23.01.2017)						
	E04.21.1.9 (23.01.2017)						
B	E04.15.1.8 (27.01.2017)		♂	13			
	E04.17.1.4 (27.01.2017)						
	E04.19.1.5 (27.01.2017)						
	E04.21.1.1 (27.01.2017)						

Légende : Absentes = Abt, Rien à Signaler = RAS, Attentive et Active = At / Ac, Femelle = ♀, mâle = ♂.

Le premier test a débuté le 22 Mai 2017, il est terminé le 26 Mai 2017, les données sont présentées dans le **Tableau 9**, ci-après :

Tableau 9 : Données du premier test avec foie cuit

Jours	n° lot	Souris	sexe	Poids moyen (g)	Type d'aliment	Quantité d'aliment distribuée(g)
J1 22/05/ 2017	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Foie cuit	20
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Foie cuit	20
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1 +1	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Foie cuit	25
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Foie cuit	25
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1 +2	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13.5	Foie cuit	30
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13	Foie cuit	30
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1 +3	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13.5	Foie cuit	35
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Foie cuit	35
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1 +4	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Foie cuit	40
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Foie cuit	40
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				

Le deuxième a débuté le 01 juin, il est terminé le 05 juin 2017, les données sont présentées dans le **Tableau 10**, ci-après :

Tableau 10 : Données du deuxième test avec ovaire cuit

Jours	n° lot	Souris	sexe	Poids moyen (g)	Type d'aliment	Quantité d'aliment distribuée(g)
J1 01/06/ 2017	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	14		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Ovaire cuit	20
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Ovaire cuit	20
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1+1	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	14		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	14	Ovaire cuit	25
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	14.5	Ovaire cuit	25
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1+2	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	14		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Ovaire cuit	30
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	14.5	Ovaire cuit	30
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1+3	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	14.5		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	15	Ovaire cuit	35
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	14.5	Ovaire cuit	35
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				
J1+4	T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	14.5	Granulés	À volonté
		E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	14.5		
	A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	15	Ovaire cuit	40
		E04.17.1.3 (23.01.2017)				
		E04.19.1.6 (23.01.2017)				
		E04.21.1.9 (23.01.2017)				
	B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	15.5	Ovaire cuit	40
		E04.17.1.4 (27.01.2017)				
		E04.19.1.5 (27.01.2017)				
		E04.21.1.1 (27.01.2017)				

3. Résultats

3-1. Phase d'enquête

Le traitement des questionnaires nous a permis de faire ressortir les écarts sur les réponses obtenues relatives aux critères d'appréciation du niveau des connaissances objectives sur le *Lagocephalus laevigatus*, à savoir : Connaissance de l'espèce (CE) ;Utilité(U) ;Pêche ciblée(PC) /ou activité spécifique (AS) ;accident connu au Sénégal (ACS) ;Connaissance de la toxicité (CT) ;Fréquence dans diagnostics(FD). Pour procéder à une bonne analyse des données nous les avons présentés sous forme de tableau en faisant ressortir les pourcentages (**Tableau 11**).

Tableau 11 : Données sur la synthèse des résultats issus des questionnaires de l'enquête

Catégorie socioprofessionnelle	Taille échantillon	Connaissance de l'espèce (CE)		Utilité(U)		Pêche ciblée(PC) / ou activité spécifique (AS)		accident connu au Sénégal (ACS)		Connaissance de la toxine (CT)		Fréquence dans diagnostics (FD)	
		oui	En %	oui	%	oui	%	oui	%	oui	%	oui	%
Pêcheurs	100	100	100	15	15	0	0	0	0	0	0	Non concernés	
Mareyeurs	100	100	100	43	43	43	43	0	0	0	0		
Transformatrices	50	50	100	50	100	20	40	0	0	0	0		
restaurateurs	30	30	100	30	100	12	40	0	0	2	7		
Consommateurs	150	60	40	60	40	60	40	0	0	15	10		
Agents de santé	30	13	43	18	60	0	0	0	0	12	40	0	0
Médecins	30	25	83	5	17	0	0	0	0	30	100	0	0

Pour chaque tendance les informations sont calculées en pourcentage et les représentations graphiques donnent ce qui suit

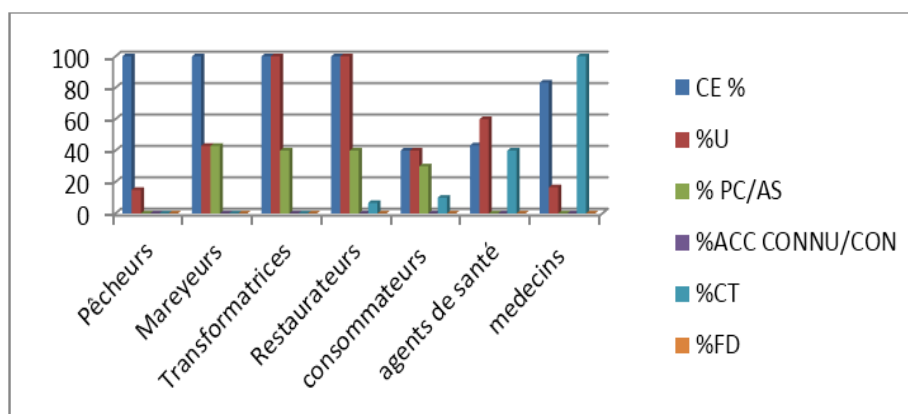


Figure 4 : Histogramme en % des résultats d'enquête selon les catégories socioprofessionnelles

3-2. Phase expérimentale

➤ Saison froide (décembre-janvier)

Les trois séries de test réalisées ont montré des résultats variables en fonction des types de nourriture distribués. Le lot témoin n'a présenté aucune modification de comportement, ce qui donne une garantie que les conditions de l'environnement expérimental n'ont influencé aucunement nos résultats.

Les observations sont faites sur les constatations relatives :

- ✓ à l'état de stress des souris ;
- ✓ à la modification du comportement des souris ;
- ✓ aux types de signe clinique externe et/ou interne ;
- ✓ à l'état des souris qui sont en vie après les tests.

Ainsi, le **Tableau 12** nous présente la synthèse de ces résultats, comme suit :

Tableau 12 : Les résultats issus des tests biologiques sur les souris

N°	Souris	TEST N° 1					
		20/12/16	22/12/16				Observations
		Quantité servie (g)	Quantité non consommée (g)	Quantité consommée (g) en 48 H	Poids (g)		
					déb ut	final	
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	17	18	RAS
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	17.5	17	RAS
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	5(2.5C/2.5N C)	0.7	4.3	16.5	(-)15	SA,PMC,PL,PD
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	5(2.5C/2.5N C)	0	5	16.5	(-)16	SS
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	10C	4	6	17	(+)18	SA,PMC,PL,PD
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	10C	2	8	16	(+) 16.5	SA,PMC,PL,PD
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	15C	6.61	8.39	18	(-)17.5	SA,PMC,PL,PD
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	15C	7.51	7.49	18.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	20C	10.84	9.16	17	(+)18.5	SA,PMC,PL,PD
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	20C	12.48	7.52	17	+018	SA,PMC,PL,PD
N°	Souris	TEST N° 2					
		2/01/17	04/01/17				Observations
		Quantité servie (g)	Quantité non consommée(g)	Quantité consommée(g) en 48 H	Poids (g)		
					début	final	
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	18	18	RAS
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	17	-16.9	RAS
3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	12(5C/7 NC)	4.3	7.7	15	15	SS
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	12(5C/7C)	7.21	4.79	16	+17.5(cad avre)	MSSCE
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	10C	3.5	6.5	18	+18.5	SA,PMC,PL,PD
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	10C	4	6	16.5	+18	SA,PMC,PL,PD
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	15C	5	10	17.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	15C	4.5	9.5	18.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	20C	12.34	7.36	18.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	20C	9.81	10.19	18	19	SA,PMC,PL,PD
N°	Souris	TEST N° 3					
		05/01/17	07/01/17				Observations
		Quantité servie (g)	Quantité non consommée(g)	Quantité consommée(g) en 48 H	Poids (g)		
					début	final	
1	E04.152.1.1 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	18	18	RAS
2	E04.133.1.2 (9.5.2016)	volonté	NA	N/A	16.9	17	RAS

3	E04.152.1.2 (9.5.2016)	12(5C/7N C)	9	3	15	17	En agonie ventre ballonné, signe de diarrhée
4	E04.133.1.3 (9.5.2016)	Morte / Absent pour test N°3					
5	E04.152.1.3 (9.5.2016)	10C	4	6	18.5	-18.4	SA,PMC,PL,PD
6	E04.133.1.4 (9.5.2016)	10C	2	8	18	18	SA,PMC,PL,PD
7	E04.147.1.3 (9.5.2016)	15C	6.61	8.39	18.5	+19	SA,PMC,PL,PD
8	E04.137.1.1 (9.5.2016)	15C	7.51	7.49	18.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
9	E04.147.1.4 (9.5.2016)	20C	10.84	9.16	18.5	18.5	SA,PMC,PL,PD
10	E04.132.1.3 (9.5.2016)	20C	12.48	7.52	19	-18.5	SA,PMC,PL,PD

Légende : RAS = rien à signaler ; SS = souris stressée ; SA = souris active ; PMC = pas de modification de comportement ; PL = pas de lésions cutanée ; PD = pas de signe de diarrhée ; MSSCE = mort sans signes cliniques externe.

➤ Saison chaude (mai-juin)

Les deux séries de test réalisées ont montré des résultats plus ou semblables aux tests effectués pendant la saison froide. Le lot témoin n'a présenté aucune modification de comportement.

Les mêmes observations sont faites sur les constatations relatives :

- ✓ à l'état de stress des souris ;
- ✓ à la modification du comportement des souris ;
- ✓ aux types de signe clinique externe et/ou interne ;
- ✓ à l'état des souris qui sont en vie après les tests.

Les observations faites sur une période de cinq jours suite à la distribution des extraits de foie cuits ont conduit aux constatations présentées dans le **Tableau 13**, ci-après :

Tableau 13 : Les résultats des tests biologiques avec les extraits de foie cuit (22-26 mai 2017) sur les souris

n° lot	Souris	Observations à J1+5				
		sexe	Poids moyen (g)	Quantité d'aliment servie (g)	Quantité d'aliment consommée (g)	Signes cliniques
T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés à volonté	NA	RAS
	E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13			
A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Foie cuit 150	73	SA, PMC, PLC, PD -toutes les souris ont des défécations pâteuses blanchâtres
	E04.17.1.3 (23.01.2017)					
	E04.19.1.6 (23.01.2017)					
	E04.21.1.9 (23.01.2017)					
B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	Foie cuit 150	62	SA, PMC, PL, PD -toutes les souris ont des défécations pâteuses blanchâtres
	E04.17.1.4 (27.01.2017)					
	E04.19.1.5 (27.01.2017)					
	E04.21.1.1 (27.01.2017)					

Légende : RAS = rien à signaler ; SA = souris active ; PMC = pas de modification de comportement ; PLC = pas de lésions cutanée, PD = pas de diarrhée.

Les observations faites sur une période de cinq jours suite à la distribution des extraits d'ovaires cuit ont conduit aux constatations présentées dans le **Tableau 14**, ci-après :

Tableau 14 : Les résultats des tests biologiques avec les extraits d'ovaire cuit (01-05 juin 2017) sur les souris

n° lot	Souris	Observations à J1+5				
		sexe	Poids moyen (g)	Quantité d'aliment servie(g)	Quantité d'aliment consommée (g)	Signes cliniques
T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	Granulés à volonté	NA	RAS
	E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13			
A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	15	ovaires cuit 150	85	SA, PMC, PLC, PD
	E04.17.1.3 (23.01.2017)					
	E04.19.1.6 (23.01.2017)					
	E04.21.1.9 (23.01.2017)					
B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	15.5	ovaire cuit 150	70	SA, PMC, PL, PD
	E04.17.1.4 (27.01.2017)					
	E04.19.1.5 (27.01.2017)					
	E04.21.1.1 (27.01.2017)					

Légende : RAS = rien à signaler ; SA = souris active ; PMC = pas de modification de comportement ; PLC = pas de lésions cutanée, PD = pas de diarrhée.

4. Discussion

4-1. Résultats des enquêtes

- a- Connaissance de l'espèce(CE) : sur un échantillon de 100 pêcheurs, 100 mareyeurs et 50 transformatrices, 30 restaurateurs, on a constaté que 100 % des acteurs ont une connaissance parfaite de l'espèce et peuvent faire la distinction avec les autres poissons appartenant à d'autres familles. Ils identifient le *Lagocephalus laevigatus* sous différentes appellations (*compère lisse*, *boune fokki*), ou faussement appelé lotte. Tandis que, sur un échantillon de 30 médecins (7ans à 20 ans de pratique) 83 % ont une parfaite connaissance, mais ne peuvent pas faire les limites entre les deux espèces de la grande famille des Tetraodontidae, à savoir le *Lagocephalus laevigatus* et le *Ephippion guttifer*. l'étude montre, que moins de 50 % connaissent le poisson sur un échantillon de 30 agents de santé (5 à plus 15 ans de pratique) et un échantillon de 150 consommateurs,
- b- Utilité(U)/Pêche ciblée (PC) / ou activité spécifique(AS) : Dans ce contexte de raréfaction des ressources, les transformatrices reçoivent les rejets de triage et les « déchets » de filetage des industries de pêche. Ainsi, selon les saisons, le *Lagocephalus laevigatus*, peut constituer une part très importante de ces sous-produits. Donc, une fois disponible, le produit est traité au même titre que celui des autres espèces. C'est ce qui explique que moins de 50 % de leurs activités sont liées à cette espèce. Toutes les parties (tête, reste du corps, ovaires) sont traitées sous forme salée séchée. Une fois traité, il est commercialisé au même titre que les autres produits dans les mêmes fourchettes de prix. Aucun cas d'accident lié directement ou indirectement n'est, jusqu'à ce jour, déclaré, ni chez les femmes qui le travaillent, ni chez les consommateurs. Les déséquilibres permanents relatifs à la disponibilité des poissons nobles, notamment, le mérout, la sompatte, le pageot, la dorade, sont à l'origine d'une importante utilisation par les restaurateurs, pendant les saisons de forte capture de l'espèce. Cette tendance explique le fort pourcentage pour les consommateurs qui expriment le choix par confusion avec le « filet de lotte ».
- c- Au plan médical : le tétrodotoxicisme est bien connu par les médecins et quelques agents de santé d'un niveau et d'une expérience avancés. Dans les différentes structures médicales enquêtées, les

cas d'urgence ,suite à l'ingestion de produits alimentaires, sont pris en charge selon la démarche usuelle dans les cas des toxi-infections alimentaires ,c'est-à-dire une diète, une réhydratation et une antibiothérapie, avec de très bon pronostics et des résultats satisfaisants dans la majorité des cas .Toutefois, il est important de mentionner qu'il n'existe pas de traitement spécifique dans le cas d'un accident alimentaire suite à l'ingestion de produits soupçonnés de Tétradotoxicité [22]. Au vu du caractère très toxique de la TTX, la réussite du traitement proposé dépend de la prise en charge très rapide des cas [22, 24, 26]. Nous retiendrons que même si le diagnostic est orienté vers une autre forme de bio toxine, les démarches thérapeutiques sont larges et incluent celles utilisées en cas de Tétradotoxicité.

L'intérêt de ces résultats, c'est qu'ils nous renseignent sur une présence et une utilisation, de plus en plus importante, de cette espèce dans l'environnement des populations et elle leurs est devenue familière. Cette espèce présente un enjeu économique et nutritionnel important pour des catégories socioprofessionnelles. Elle permet des revenus saisonniers considérables, elle contribue aussi à l'apport en protéines d'origine animale halieutique pour certaines populations des zones périphériques [2]. Mais, Il est important de souligner que la réglementation en vigueur sur l'utilisation de cette espèce est totalement violée [7, 8]. Donc, même si aucun évènement malheureux n'ait été, jusque-là, rapporté à travers cette étude, ces résultats restent insuffisants pour pouvoir évaluer et apprécier le caractère nocif du *Lagocephalus laevigatus* sur la santé publique. C'est pourquoi nous avons fait recourt à la méthode du bio essais sur les Souris grises domestique (*Mus Musculus*), pour plus d'éléments d'information et d'appréciation, conformément aux travaux antérieurs de recherche de la tétradotoxine sur des aliments incriminés [22].

4-2. Les résultats des tests biologiques sur les souris

➤ Saison froide (décembre-janvier)

Dans l'ensemble, Les trois tests réalisés sur les mêmes sujets nous ont permis de faire des observations sur le comportement général des souris après 48 h d'ingestion des extraits d'organes, de faire, aussi, le diagnostic à partir d'un **Tableau** symptomatologique préétabli conformément aux propriétés reconnues de la TTX et au tableau clinique souvent observé dans des cas de tétradotoxicisme [5, 14, 15, 22]. Ainsi, à l'issus des tests, nous avons dressé le tableau symptomatologique suivant :

Tableau 15 : Symptomatologies issues des trois tests

Souris	Observations		
	Test 1	Test 2	Test 3
E04.152.1.1 (9.5.2016)	RAS	RAS	RAS
E04.133.1.2 (9.5.2016)	RAS	RAS	RAS
E04.152.1.2 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SS	En agonie ventre ballonné, signe de diarrhée
E04.133.1.3 (9.5.2016)	SS	MSSCE	Absent pour test N°3
E04.152.1.3 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD
E04.133.1.4 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD
E04.147.1.3 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD
E04.137.1.1 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD
E04.147.1.4 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD
E04.132.1.3 (9.5.2016)	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD	SA,PMC,PL,PD

Légende : RAS = rien à signaler ; SS = souris stressée ; SA = souris active ; PMC = pas de modification de comportement ; PL = pas de lésions cutanée; PD = pas de signe de diarrhée ; MSSCE = mort sans signes cliniques externe.

Le commentaire qui est fait à partir de ces résultats va insister beaucoup plus sur les observations relatives aux lots nourris avec de l'aliment mixte. Ainsi, nous pouvons constater que la souris mâle qui présentait un état de stress général 48 H après le début du premier test, avec 5g d'aliment mixte consommé, est morte sans signes cliniques externes (MSSCE) lors du deuxième test après avoir consommé 4.79 g d'aliment mixte. La souris femelle qui avait consommé lors du premier test 4.3g d'aliment mixte ne présentait aucun signe d'infection et/ou d'intoxication. Au début du deuxième test, elle avait un comportement normal. A la fin du deuxième test, après avoir consommé 7.7 g en 48 H de l'aliment mixte, elle était dans un état de stress, calme au coin de la cage. Toujours candidates au troisième test, après 48h, sur une quantité de 12 g d'aliment mixte présentée, seule 3g est consommée. Elle était dans un état d'agonie, ventre ballonné avec signe de diarrhée (**Tableau 15**). Si nous comparons le tableau clinique dressée à partir des deux cas avec celui qui est souvent rapporté lors des événements malheureux de tétradotoxicisme, c'est-à-dire une neurotoxicité rapide et mortelle ; il ne donne aucune indication pour suspecter une éventuelle biotoxicité paralytique [5, 22]. Toutefois, il faut souligner que, d'une part, les extraits d'organes viscéraux non cuits administrés ne sont soumis au préalable à aucun traitement, donc susceptibles de contamination, d'autre part, on a constaté un taux élevé de matières grasses dans le foie.

➤ *Saison chaude (mai-juin)*

Dans cette phase, la même démarche est suivie par rapport à l'analyse des résultats des tests effectués en saison froide. Les deux séries de tests effectués sur les mêmes sujets (souris) avec des extraits d'organes différents (foie, ovaire) préparés dans les mêmes conditions expérimentales ont conduit aux observations présentées sous forme de synthèse dans le tableau 16, suivant :

Tableau 16 : Les résultats des tests biologiques avec les extraits de foie et d'ovaires cuits sur les souris

lot	Souris	extraits foie cuits J1+5 (22-26 mai)			extraits ovaire cuits J1 +5 (1-5 juin)		
		sexe	Poids moyen (g)	Observations cliniques	sexe	Poids moyen (g)	Observations cliniques
T	E04.23.1.7 (23.01.2017)	♀	13	RAS	♀	13	RAS
	E04.17.1.2 (23.01.2017)	♂	13		♂	13	
A	E04.15.1.7 (23.01.2017)	♀	13	SA, PMC, PLC, -toutes les souris ont des défécations pâteuses blanchâtres	♀	15	SA, PMC, PLC, PD
	E04.17.1.3 (23.01.2017)						
	E04.19.1.6 (23.01.2017)						
	E04.21.1.9 (23.01.2017)						
B	E04.15.1.8 (27.01.2017)	♂	13.5	SA, PMC, PL, PD -toutes les souris ont des défécations pâteuses blanchâtres	♂	15.5	SA, PMC, PL, PD Bourses testiculaires bien prononcées
	E04.17.1.4 (27.01.2017)						
	E04.19.1.5 (27.01.2017)						
	E04.21.1.1 (27.01.2017)						

Légende : RAS = rien à signaler ; SA = souris active ; PMC = pas de modification de comportement ; PLC = pas de lésions cutanée, PD = pas de diarrhée.

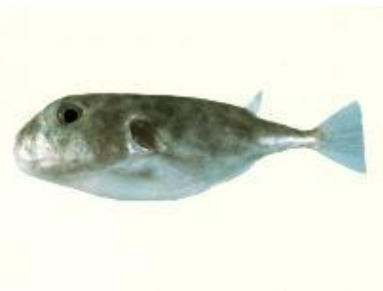
A l'issu de ces deux phases de test, nous avons constaté une absence totale de symptômes paralytiques et/ou nerveux. Avec les extraits de foie cuits, en l'absence de manifestations cliniques d'ordre nerveux-paralytique sur les deux lots, la nature des défécations des souris nourries avec les extraits de foie a pris une forme pâteuse blanchâtre pour les A et B, suite à une petite diarrhée modérée sur quelques sujets. Le poids moyen du lot A n'a pas évolué, celui du lot B a évolué de +0.5 g. Il faut souligner que le foie du *Lagocephalus*

laevigatus est très chargé en matières grasses polyinsaturées (MGP) et à la cuisson, on observe un tapis huileux surnageant de couleur beige. Ainsi, l'excès de MGP peut être la cause de la dénaturation des défécations notée dans le lot A et B. Les souris nourries avec les extraits d'ovaires cuits n'ont manifesté aucune manifestation clinique et une évolution de leur poids moyen de 2 g pour les femelles et 2.5 g pour les mâles, accompagnés d'une bonne protubérance testiculaire. En effet, des études ont montré que les œufs de poisson ont une composition en protéine de 73.8 %, en lipides de 21.2 %) et en glucides de 5 %. Ils ont un grand apport nutritionnel, ce qui peut expliquer les résultats observés sur les deux lots nourris avec des extraits d'ovaires cuits [2, 3, 24]. En effet, il faut souligner qu'en présence de la tétrodontoxine, les poissons femelles présentent une toxicité potentiellement plus élevée que chez les mâles, c'est pourquoi l'ichthyotoxisme est qualifiée d'ichthyootoxisme, car la toxine est en grande partie localisée dans les gonades (tétrodontoxisme) qui sont mortellement toxique après ingestion. Les bio-essais sur les souris ont montré une neurotoxicité négative. Car la tétrodontoxine recherchée fait partie du groupe des paralytic shellfish poisoning toxines (PSP), elle est hydrosoluble (facilement dissoute dans l'eau), thermostable (résiste à la cuisson) et stable en milieu acide. Elle agit sur les récepteurs spécifiques (canaux à calcium) et induit des symptômes locomoteurs [3, 26, 27]. Sur le plan neurotoxique, nos résultats se rapprochent des travaux faits, par une équipe tunisienne Saoudi et al (2008) sur le compère *Lagocephalus laevigatus* des côtes tunisiennes, qui 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, Lesquels présentaient un ralentissement de la croissance, avec diminution du poids du corps et des organes (foie, reins), ainsi que des diarrhées et un stress oxydant [10].

Ainsi, nous rappelons que La toxicogénèse est influencée par plusieurs facteurs d'ordre génétique et environnemental. Entre les différentes espèces de la même famille d'algue, Il existe une grande variation dans l'accumulation des toxines, à partir, d'une certaine flore bactérienne (*Aliivibrio fischeri*, *Pseudomonas sp*, *Vibrio altermonas* et *Vibrio alginolyticus*), qui sont à la base de la bioaccumulation chez les poissons [12, 23]. En effet, certaines populations ont des espèces toxiques, d'autres non toxiques ; c'est le cas de l'espèce d'algue *Alexandrium tamarense* productrice de toxines paralysantes, dont certaines souches sont non toxiques. Mais au vu de la composition assez pauvre en coraux de nos côtes, on peut dire que les variétés d'algues rouges (ex : Dinoflagellés) impliquées dans la toxicogénèse de la TTX sont absentes ou en très faible quantité, aux périodes indiquées, c'est-à-dire selon les saisons, dans notre environnement côtier marin pour que nos espèces soient hautement contaminées. Il faut aussi noter que dans nos côtes, le *Lagocephalus laevigatus* a l'avantage, de par sa dentition, de se nourrir principalement de crabes, rougets et de coquillage ; les algues sont quasi absentes dans leur régime alimentaire. C'est pourquoi, sur le plan culinaire ; il est très bien apprécié par les consommateurs, car la chair donne un goût de crustacé. Il est important de souligner qu'à côté du *Lagocephalus laevigatus*, d'autres espèces (*Ephippion guttifer*, *Sphoeroides pachygaster*) de la famille des Tétradontidés sont d'utilisation courante dans les plats des sénégalais, toujours ,sans incident malheureux rapporté.



Ephippion guttifer



Sphoeroides pachygaster

5. Conclusion

Nous retenons de cette étude que, le *Lagocephalus laevis* pêché dans les côtes sénégalaises présente une utilité nutritionnelle et économique chez les populations. Pour l'opinion publique, il ne fait l'objet de menace sur la santé publique, ce qui explique les utilisations multiples (consommation, transformation, exportation) sans aucune méfiance, en plus, les services de santé n'ont confirmé aucun cas d'accident alimentaire relatif à son utilisation. Au Sénégal, la situation actuelle de la pêche a fait du *Lagocephalus laevis* une espèce de grand intérêt commercial local et à l'export pour de nombreuses unités et industries de pêche. Il apporte des revenus conséquents aux populations côtières, surtout, pour la pêche artisanale. Sur le plan nutritionnel, il contribue aux apports en protéines animales d'origine halieutique, et sous forme transformée, il est accessible aux populations continentales. Mais, les dispositions réglementaires, qui s'appliquent à l'ensemble des espèces de la famille des Tétrodontidés, n'ont pas évolué pour prendre en considération ces constatations nouvelles. Aussi, comprendre que le caractère toxique des poissons dépend des particularités d'ordre écologique et environnemental. Donc, il est nécessaire de prêter plus d'attention et d'investigation biologique sur cette famille de poisson pour faire évoluer les textes réglementaires et permettre au besoin à nos industries de développer en toute clarté des nouvelles chaînes de valeur halieutique.

Références

- [1] - S. A. KH. MB. DIALLO, " Etudes sur les poisons Diodontidés et Tétrodontidés des côtes sénégalaises ", Thèse de doctorat en Sciences et Médecine Vétérinaire, (2014) 115 p.
- [2] - ANSD, " Rapport annuel Agence Nationale de la statistique et de la Démographie ", Dakar, (2016) 78 - 80 p.
- [3] - FAO, " Marine Biotoxins-Food and Nutrition ", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, (2014) 278 p.
- [4] - A. R. D. DIAGNE, " Biologie de la reproduction d'une espèce de Tétrodontidae, *Lagocephalus laevis* (poisson téléostéen) des côtes sénégalaises ", Mémoire de DEA en Biologie et physiologie animales-Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, (1997) 69 p.
- [5] - V. BANE, M. LEHANE et al., " *Tetrodotoxin* ", Chemistry, Toxicity, Source, Distribution and Detection, Department of Chemistry, University of Pune, Pune 411007, India, (2014)
- [6] - J. S. LEE, T. IGARASHI, S. FRAGA, E. DAHL, P. HOVGGAARD and T. YASUMOTO, " Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellates species ", *J. Appl. Phycol*, 1 (1989) 147 - 152 p.
- [7] - Anonyme, " 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 ", (1959, Gouvernement du Sénégal, document de 21 p.
- [8] - Anonyme, " Décret n°69-132 du 19 février 1969 relatif au contrôle des produits de la pêche ", 1969, Gouvernement du Sénégal, document de 20 p.
- [9] - Anonyme, " Les produits de la pêche toxiques ", *Bulletin d'information des Services vétérinaires*, France, 6 (mars 2011) 28 p.
- [10] - R. ABOUABDELAH, H. TALEB, A. BENNOUNA, K. ERIER, A. CHAFIK & A. MOUKRIM, " Paralytic shellfish poisoning toxin profile of mussels *Perna perna* from southern Atlantic coasts of Morocco ", *Toxicon*, 51 (2008) 780 - 786
- [11] - R. ABOUABDELAH, H. TALEB, A. BENNOUNA, J. EL ATTAR, K. ERIER, M. DELLAL, A. CHAFIK & A. MOUKRIM, " Diarrhetic shellfish poisoning toxin profile of shellfish from Southern Atlantic coasts of Morocco ", *South Asian J Exp Biol*, 1 (2) (2011) 101 - 106
- [12] - Z. AMZIL, J. P. VERNOUX & I. POTTIER, " Les principales classes de phycotoxines " In: *Toxines d'algues dans l'alimentation*, Frémy J.P., Lassus P. et al. Ifremer, (2001) 159 - 188

- [13] - LES SERVICES VETERINAIRES, "*Bulletin information*", N° 6 mars (2011)
- [14] - D. M. ANDERSON, D. M. KULIS, Y. Z. QI, L. ZHENG, S. LU et al, " Paralytic shellfish poisoning in southern China ", *Toxicon*, 34 (1996) 579 - 590
- [15] - A. O. A. C, "*Paralytic Shellfish Poison, Biological Method, Final Action* ", In : AOAC (Ed.), *Official Methods of Analysis*. 15th Ed., Arlington, VA, Method, N° 959.08 (1990)
- [16] - S. BRADLEY and L. J. KILKA, "*Une intoxication mortelle par le triton Taricha granulosa*", *JAMA*, (1981) 246 - 247 p.
- [17] - C. Y. CHEN and H. N. CHOU, "Fate of paralytic shellfish poisoning toxins in purple clam *Hiatula rostrata*, in outdoor culture and laboratory culture", *Marine Pollution Bulletin*, 44 (2002) 733-738
- [18] - M. BELLEMANS, A. SAGNA, W. FISHER and N. SCILABBA, "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* (1988)-(2010), Rome, FAO, 277 p.
- [19] - J. BLACHE, J. CADENAT and A. STAUCH, "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*, (1970) 479 p.
- [20] - L. GRANJON and J. M. DUPLANTIER, "*Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne*", IRD Editions, *Faune et Flore tropicales*, 43 (2009) 215 p.
- [21] - O. THEBAUD, G. VERON, S. FIFAS, " Incidences des épisodes d'efflorescences de micro algues toxiques sur les écosystèmes et sur les pêcheries de coquillages en baie de Douarnenez ", (2005), R.INT.DCB/DEM - DCB/STH/UDPP 05-010
- [22] - N. RAVAONINDRINA, TH. ANDRIAMASO, N. RASOLOFONIRINA, " Intoxication après consommation de poisson globe à Madagascar ", *Arch Inst Pasteur de Madagascar*, 67 (1&2) (2001) 61 - 64
- [23] - S. SENET, "*les micro-algues toxiques, un phénomène mondial*", *BIOFUTUR*- 272, (2016)
- [24] - G. CHAMPETIER DE RIBES, G. RANAIVOSON, N. RAVAONINDRINA, AL. RAKOTONJANABELO, N. RASOLOFONIRINA, JF. ROUX, T. YASUMOTO, " Un problème de santé publique ré- émergent à Madagascar : les intoxications collectives par consommation d'animaux marins ", *Aspects épidémiologiques, cliniques et toxicologiques des épisodes* (janvier 1993 à janvier 1998), *Arch Inst Madagascar*, 64 (1998) 71 - 76
- [25] - Z. AMZIL, " Phycotoxines & leurs dérivés : Caractérisation et devenir dans la chaîne alimentaire ", *Laboratoire Phycotoxines (PHYC)*, (2014)
- [26] - M. LUDIVINE, CH. DEGAT, "Les toxines marines : problèmes de santé en émergence ", *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 4 Numéro 1 | mai 2003, mis en ligne le 01 mai 2003, consulté le 20 juin 2017. URL : <http://vertigo.revues.org/4698> ; DOI : 10.4000/vertigo.4698
- [27] - M. ANDJELKOVIC, " Biotoxines marines émergentes : Application des techniques LC et LC-MS dans le laboratoire des biotoxines marines », CRS, (2012)
- [28] - L. KANTIANI, M. LLORCA, J. SANCHIS, M. FARRE and D. BARCELO, "*Emerging food contaminants*" a review; *Anal Bioanal Chem*, (2010)