

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE DE LA SANTE ET DE
L'ENVIRONNEMENT

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Année : 2013 N° d'ordre :

THESE DE DOCTORAT

Spécialité : Ecologie et gestion des écosystèmes

**Biologie et écologie du requin à museau pointu
(*Rhizoprionodon acutus* (Rüppell 1837))
sur les côtes sénégalaises**

Abdoulaye BA

Le 16 mai 2013

Jury :

Président :

Bhen Sikina Toguebaye :

Professeur à l'UCAD (Dakar, Sénégal)

Rapporteurs :

Constance Agbogba :

Maître de Conférences à l'UCAD (Dakar, Sénégal)

Bernard Marchand :

Professeur à l'Université de Corse (France)

Papa Ndiaye :

Directeur de Recherche à l'UCAD (Dakar, Sénégal)

Examineurs :

Hamet Diaw Diadhiou :

Maître de Recherche à l'ISRA/CRODT (Dakar, Sénégal)

Papa Ibnou Ndiaye :

Maître Assistant à l'UCAD (Dakar, Sénégal)

Jacques Panfili :

Directeur de Recherche à l'IRD (Dakar, Sénégal)

Directeur de thèse :

Cheikh Tidiane BA :

Professeur à l'UCAD (Dakar, Sénégal)

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement le Professeur Cheikh Tidiane BA avec qui, j'ai eu le grand plaisir de travailler pendant de nombreuses années, et qui a suivi avec beaucoup d'attention et d'amitié l'ensemble de mes travaux de thèse. Ce travail n'aurait pu se faire sans la volonté et l'efficacité du Professeur BA ; vos grandes connaissances, vos suggestions et interventions pertinentes ont été d'une grande utilité pour moi. J'ai toujours tiré de votre sourire, force et confiance. Veuillez recevoir mes remerciements les plus sincères.

La réalisation d'une thèse est une grande exploration à la fois scientifique et humaine, remplie de découvertes, de bons moments, mais également semée d'embûches et d'épreuves complexes. Ce parcours du chercheur n'est pas une navigation en solitaire mais bien une aventure humaine partagée et portée par de nombreuses personnes. Parmi ces rencontres celles de Jacques Panfili, Papa Ndiaye, Khady Diouf, Youssouph Diatta, Khady Diop et Moustapha Mbengue ont été déterminantes pour l'aboutissement de ce travail. Je voudrais leur exprimer ici ma sincère gratitude pour m'avoir accordé leur confiance jusqu'au bout. J'espère en avoir été digne. Merci de m'avoir donné la possibilité de venir faire ma thèse au LABEP-AO. Mes remerciements vont particulièrement à Jacques Panfili et à Khady Diouf, pour m'avoir accepté en tant que doctorant au sein du LABEP-AO. Jacques, généreux de cœur et d'esprit, a toujours accompli de la manière la plus efficace possible son rôle d'encadreur. Je rends hommage à ses qualités pédagogiques et scientifiques, sa franchise, son bon sens et sa pertinence. Khady, disponible et très généreuse, merci pour vos suggestions pertinentes et fécondes qui m'ont permis de contourner facilement de nombreuses difficultés. A vous deux, merci pour la confiance, le suivi, le soutien, et pour la liberté scientifique que vous m'avez toujours accordée, que ce soit dans la valorisation des résultats de mes travaux ou pour la rédaction de ce manuscrit. Je vous exprime ici toute ma reconnaissance non seulement pour cet apprentissage mais aussi pour ses multiples lectures et remarques plus qu'édifiantes. Je tiens à remercier vivement Youssouph Diatta pour avoir accepté d'encadrer le travail sur le régime alimentaire. Des remerciements spéciaux à Khady Diop qui a été toujours présente dès qu'un problème technique s'est posé au cours de ce temps passé au LABEP-AO. Sa disponibilité constitue un appui précieux aux étudiants du labo. Je remercie également Moustapha Mbengue pour ses conseils.

Mes sincères remerciements vont aussi à l'encontre de toutes les personnes qui m'ont permis de par leur magnanimité et de leur expertise de résoudre beaucoup de problèmes rencontrés au cours de ces années de thèse. Parmi ces personnes, je peux citer Pape Ibnu

Ndiaye pour ces suggestions et interventions pertinentes qui ont été d'une grande utilité pour moi, Gora Diop, Aminata Sène et Aïssatou BA pour leurs conseils. Je remercie également Daouda Diouf du Département de Biologie Animale qui m'a aidé à faire l'histologie des gonades des requins et à mieux les interpréter.

Cette étude a été rendue possible grâce aux fonds du Projet PSRA-Requins¹ de la FIBA coordonné par le Docteur Mika Samba Diop. Je voudrais remercier vivement Mika pour avoir accepté de financer l'essentiel de mes travaux de terrain ainsi que son adjointe Justine Dossa pour sa grande disponibilité. Mika, vous m'avez associé à plusieurs rencontres, séminaires et colloques sur les élasmobranches et cela m'a été d'une grande aide pour mieux comprendre la biologie et l'écologie de ces poissons.

Je remercie l'ensemble du personnel de la DPM et chefs de poste des services de pêche des huit sites de débarquement de requins et de raies sur les côtes sénégalaises qui m'ont offert un environnement de travail adéquat, avec une mention spéciale à Lamine Mbaye pour ses conseils.

Je remercie les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail en dépit des différentes responsabilités qui leur incombent et pour l'attention qu'ils ont portée au manuscrit de thèse : Bhen Sikina Toguebaye pour son exigence, ses critiques pertinentes et sa rigueur scientifique, Bernard Marchand pour son expérience et son esprit de synthèse, Hamet Diaw Diadhiou pour ses connaissances approfondies sur la recherche halieutique, Constance Agbogba et Papa Ndiaye pour leurs regards extérieurs et leur grande compétence dans leurs domaines respectifs. Je remercie en particulier Papa Ibnou Ndiaye et Jacques Panfili, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Je n'oublie pas les copains et collègues étudiants qui ont apporté à leur manière leur soutien et assistance très précieuse. Je pense particulièrement à Wali, Ousseynou et Luc du LABEP-AO et à Diaga, Ayatoulaye, Mbagnik, Abdoulaye, Marigo du Laboratoire de

¹ Le terme « Requins » désigne ici toutes les espèces de la classe des chondrichthyens (requin, ange de mer, raie, poisson-scie et chimère). Cette terminologie correspond à celle utilisée par le Plan d'action international pour la conservation et la gestion durable des Requins, adopté par le Comité des pêches de la FAO en février 1999. Dans ce document, nous utiliserons Requins, avec une majuscule, pour désigner toutes les espèces de chondrichthyens, et requins, avec une minuscule, quand il s'agira tout simplement des requins.

Biologie-évolutive, écologie et gestion des écosystèmes du Département de Biologie Animale ainsi que tous ceux dont j'aurai oublié de citer leur nom.

Par ailleurs, je remercie spécialement et vivement tous mes collègues du Lycée Blaise Diagne de Dakar pour leur soutien et leur disponibilité.

Le soutien permanent de mes proches dans cette étape de ma vie a été plus que déterminant. Que mes parents trouvent à travers ces lignes toute ma gratitude pour m'avoir aidé à toujours maintenir le cap : « *Maman, papa, merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui* ».

J'associe à ces remerciements mon oncle Ousmane Touré et ma tante Ami Touré qui ont beaucoup contribué à ma réussite ainsi que tous mes amis, frères et sœurs qui m'ont soutenu tout au long de la thèse.

Enfin, je voudrais témoigner, du fond du cœur, toute ma gratitude à mon épouse et mes enfants qui ont toujours été à mes côtés et sans qui je ne serai certainement pas arrivé jusqu'ici.

Résumé

Le requin à museau pointu, *Rhizoprionodon acutus*, Rüppell 1837 (Carcharhiniformes, Carcharhinidae), est une espèce très commune sur les côtes sénégalaises. Elle est débarquée dans les huit principaux centres de pêche au nord et au sud du pays par les pêcheurs artisanaux. Les fréquences des débarquements sont plus élevées à Mbour et Joal et plus faibles à Élinkine. La taille des individus observés est comprise entre 31 et 113 cm (longueur totale, LT), et le poids total compris entre 150 et 8 500 g. Les gammes de taille et de poids enregistrés dans cette étude semblent indiquer une réduction de la taille de cette espèce dans la zone comparée aux données de la littérature. Les immatures sont dominants dans les débarquements dans tous les sites et en toute saison avec une classe modale de 50 et 60 cm respectivement pour les mâles et les femelles. Les adultes sont plus débarqués au nord et au centre tandis que les juvéniles sont dominants au sud, où des zones susceptibles de constituer des nurseries sont localisées. L'espèce semble effectuer des migrations latitudinales entre le nord et le sud et des migrations côte-large en rapport avec les besoins liés à sa reproduction. Les femelles sont globalement plus abondantes (sex-ratio de 1,65 :1). Les données du sex-ratio indiquent une ségrégation sexuelle dans la région avec une dominance des femelles dans les captures et dans toutes les classes de taille indiquant ainsi leur dominance dans le stock.

Les relations biométriques entre la longueur totale, la longueur à la fourche, la longueur standard, le poids total et le poids éviscéré sont développées pour mieux exploiter les données manquantes dans les débarquements des pêcheries commerciales de cette espèce.

Les données sur l'âge et la croissance obtenues à partir des marques de croissance sur les vertèbres de 291 femelles (38-112 cm, LT) et 177 mâles (37-105 cm, LT) permettent d'établir les équations de croissance selon les modèles standards et modifiés de von Bertalanffy et de Gompertz. Ces modèles conduisent à des résultats différents. Le modèle de von Bertalanffy donne pour les femelles : $K = 0,15$; $L_{\infty} = 131$ cm ; $t_0 = -0,90$ et pour les mâles : $K = 0,18$; $L_{\infty} = 118$ cm ; $t_0 = -0,88$. Une forte corrélation est décrite entre la longueur marginale des vertèbres et la longueur totale des individus pour les mâles et les femelles. Les moyennes mensuelles pour les deux sexes de l'incrément marginal absolu montrent un pic au mois de juin et indiquent que la bande de croissance se forme entre les mois de mai et juin. Les femelles ont des croissances plus rapides que les mâles et les âges à la première maturité sexuelle sont de 6 ans pour les mâles et 7 ans pour les femelles.

La fécondité ovarienne et la fécondité utérine varient respectivement entre 2 et 8 follicules et entre 2 et 7 embryons. Les indices gonado-somatiques des mâles (0,28 à 0,65%), nido-somatiques des femelles (0,04 à 0,11%) et hépato-somatiques des deux sexes (7,15 à 12,55%) montrent des pics entre les mois de mai et août. En plus, une forte présence de spermatozoïdes dans les testicules et les glandes oviductales en cette période est notée permettant ainsi de situer la période d'accouplement et de parturition de cette espèce. Ces résultats donnent ainsi une meilleure caractérisation du cycle de reproduction. Cette étude confirme un cycle de reproduction annuel saisonnier établi pour cette espèce et une parturition entre juin et juillet. La taille de première maturité est de 92 cm pour les femelles et 82 cm pour les mâles.

L'analyse qualitative et quantitative de l'alimentation du requin à museau pointu montre que cette espèce se nourrit principalement de Poissons-Téléostéens surtout Clupéidés, mais consomme aussi des Mollusques, des Crustacés et d'autres Invertébrés. Son alimentation varie en fonction du sexe, de la taille, des saisons et des zones de pêche. Le niveau trophique élevé de 4,2, calculé pour cette espèce, signifie que l'effondrement de sa population pourrait impacter négativement sur ses espèces proies.

Mots clés : *Rhizoprionodon acutus*, relations biométriques, âge, croissance, reproduction, régime alimentaire, Sénégal.

Summary

The milk shark *Rhizoprionodon acutus*, Rüppell 1837 (Carcharhiniformes, Carcharhinidae) was landed in small-scale fisheries in the Senegalese coasts from May 2009 to February 2011 in eight landing locations. Highest landings were recorded in Mbour and Joal and the lowest was showed in Elinkine. During the study, 2 469 females (62.10%) and 1 506 males (37.90%) of *R. acutus* were examined. The observed individual sizes ranged from 31 to 113 cm (total length), and the total weight from 150 to 8 500 g. A reduction of the size spectrum in the region was globally observed and compared to literature data. Landings mostly included small individuals with a modal size class of 50 cm for males and 60 cm for females. Mature individuals were dominant in Northern landings whereas immature individuals were more abundant in the Southern part of the country with localization of areas that might be nurseries. These observations indicated that this species underwent a seasonal migration towards the North for reproduction purposes. However, juveniles were more abundant in the landings throughout the year. The predominance of juvenile milk sharks in total landings during all seasons indicated that this species could be overexploited in this area. Females were also the most abundant (sex-ratio 1.65:1). The sex ratio data indicated a sexual segregation in the area with a dominance of the females in all catches and in all size classes indicating disequilibrium within the stock.

Biometric relationships between total length, fork length, standard length, total weight and eviscerated weight were developed to make better use of missing data in the landings of commercial fisheries for this species.

Data on age and growth for 291 females (38-112 cm LT) and 177 males (37-105 cm) sharks from Senegalese coasts and were estimated from bands formed in vertebral centra. The standard and modified von Bertalanffy models and Gompertz growth equations were fit to male and female vertebral age data. The von Bertalanffy growth parameters for *R. acutus* are $L_{\infty} = 131$; $K = 0.15$; $t_0 = -0.90$ for females, and $L_{\infty} = 118$; $K = 0.18$; $t_0 = -1.52$ for males. A significant linear relationship was found between the centrum radius (in mm) and the total length (in cm). Marginal increment (MI) analysis showed a trend of increasing marginal increment widths on the onset of the summer (May-June). The highest MI means occurred from May to June for both sexes, thus translucent band deposited once a year. We assumed that the opaque band represented a 1-year annulus, which formed in October. Females have faster growth rates than males, and age at first sexual maturity is 6 years for males and 7 for females.

Ovarian fecundity varied between 2 and 8 follicles and uterine fecundity between 2 and 7 embryos. The gonadosomatic index (0.28 to 0.65%), nidosomatic index (0.04 to 0.11%) and hepatosomatic index (7.15 to 12.55%) peaked between May to August, dating the reproductive period during the hot season. Furthermore, the presence of mature spermatozoa in the testis and in the oviducal glands during this season reinforced the dating of the spawning and mating periods. This study confirms an annual seasonal reproductive cycle established for this species and parturition between May and July. The size at first sexual maturity was 92 cm for females and 82 cm for males.

R. acutus consumed a wide range of prey items belonging to six major groups: teleosts, crustaceans, molluscs, nematodes, annelids, and unidentified invertebrates. Among the six different prey categories found, teleosts were the most frequent prey in both sexes, in all locations, in all seasons and all stages of maturity (%IRI = 98.75% of the total). The diet of the milk shark varied according to sizes, sexes, locations and seasons. The trophic level of milk shark calculated in this study was 4.2. Given the high trophic level, the removal of the top predators may potentially have top-down effects on their preys and other lower level consumers.

Keywords: *Rhizoprionodon acutus*, biometric relationships, age, growth, reproduction, diet, Senegal.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Données sur la zone d'étude et les élasmobranches au Sénégal.....	3
1.1. Caractéristiques hydroclimatiques du milieu de vie du requin à museau pointu	4
1.1.1. Localisation géographique	4
1.1.2. Topographie et bathymétrie	4
1.1.3. Upwellings et hydroclimat	5
1.1.4. Sédimentologie du plateau continental sénégalais	9
1.2. Quelques généralités sur la pêche des élasmobranches au Sénégal et sur l'espèce	10
1.2.1. Généralités sur la pêche aux élasmobranches.....	10
1.2.1.1. Les pêcheurs et les moyens de production.....	13
1.2.1.2. Les captures.....	17
1.2.1.3. Valorisation des produits dérivés des élasmobranches	22
1.2.2. Généralités sur le requin à museau pointu, <i>Rhizoprionodon acutus</i> , Rüppell 1837	27
1.2.2.1. Taxonomie	27
1.2.2.2. Diagnose de l'espèce :.....	28
1.2.2.3. Distribution géographique.....	29
1.2.2.4. Biologie de l'espèce	30
Chapitre 2. Productivité des élasmobranches au Sénégal	32
2.1. Introduction.....	33
2.2. Matériel et méthodes	35
2.3. Résultats.....	37
2.3.1. Cas du requin à museau pointu	37
2.3.2. Cas des autres espèces d'élasmobranches.....	39
2.4. Discussion	43
Chapitre 3. Relations biométriques du requin à museau pointu	53
3.1. Introduction.....	54
3.2. Matériel et méthodes	55
3.3. Résultats.....	57
3.3.1. Structure des tailles et des poids	57
3.3.2. Relation taille/poids	62
3.4. Discussion	66

Chapitre 4. Âge et croissance du requin à museau pointu	72
4.1. Introduction	73
4.2. Matériel et Méthodes	74
4.3. Résultats	77
4.4. Discussion	85
Chapitre 5. Biologie de la reproduction du requin à museau pointu.....	91
5.1. Introduction	92
5.2. Matériel et méthodes	93
5.3. Résultats	96
5.3.1. La reproduction des mâles et la taille de première maturité sexuelle	96
5.3.2. La reproduction des femelles et la taille de première maturité sexuelle	98
5.3.3. Caractéristiques des embryons.....	101
5.4. Discussion	103
Chapitre 6. Régime alimentaire du requin à museau pointu	106
6.1. Introduction	107
6.2. Matériel et méthodes	108
6.3. Résultats	111
6.4. Discussion	120
Chapitre 7. Conclusion générale et perspectives	123
Chapitre 8. Références bibliographiques	130

INTRODUCTION GÉNÉRALE



INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les requins et les raies appartiennent à la Classe des Chondrichthyens et à la Sous Classe des Élamobranthes ou Sélaciens. Ils sont rencontrés dans les océans de toutes les zones tropicales et subtropicales, dans des biotopes variés (récifs, estuaires, talus continentaux et milieux démersaux) et à des profondeurs allant jusqu'à 3000 m (Figueiredo, 1977 ; Compagno, 2005). Ils contribuent à l'équilibre écologique des océans depuis plus de 400 millions d'années. Ils sont situés au sommet des chaînes alimentaires.

Les élamobranthes sont capturés aussi bien par la pêche artisanale que par la pêche industrielle partout dans le monde pour leur valeur commerciale, alimentaire ou par la pêche sportive (Camhi *et al.*, 1998 ; Walker, 1998). Les prises sont très souvent sous estimées (Camhi *et al.*, 1998 ; Musick *et al.*, 2000 ; Frisk *et al.*, 2001). Certaines captures importantes de juvéniles de requins impactent négativement sur les stocks surtout sur le taux de recrutement des individus (Yokota & Lessa, 2006). Autrefois, les requins étaient considérés comme ayant une faible valeur économique pour les pêcheries industrielles. Par conséquent, ils étaient négligés. De nos jours, ils sont devenus la cible des pêcheries commerciales et récréatives à travers le monde, et ils sont aussi de plus en plus capturés en tant que prises accessoires dans les activités de pêche ciblant d'autres espèces (Bonfil, 1994).

La plupart des élamobranthes ont les caractéristiques biologiques des espèces à stratégie K comme les Mammifères – croissance lente, périodes de gestation longues, maturité tardive, faible fécondité, durée de vie longue – d'où de faibles taux d'accroissement de leurs populations (Anderson, 1990 ; Castillo-Geniz, 1990 ; Castillo-Geniz, 1992 ; Bonfil, 1994 ; Anislado, 1995 ; Camhi *et al.*, 1998 ; Smith *et al.*, 1998 ; Cailliet *et al.*, 2005) et des taux faibles de résilience à la mortalité par pêche (Hoenig & Gruber, 1990). Ces caractéristiques se traduisent par un faible potentiel reproductif (Pratt & Casey, 1990) et les rendent très vulnérables à la surexploitation. Les profits générés par le commerce des nageoires de requins et d'autres produits associés ont favorisé une expansion considérable de la pêche au requin. Aujourd'hui, peu de pays ont une stratégie de lutte pour une bonne conservation des requins. Pourtant parvenir à une meilleure gestion des stocks de requins est bien possible. L'approche de précaution préconisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en 1995 a été suivie en 1999 par l'adoption, au sein de son code de conduite pour la pêche responsable, du « Plan d'Action International pour la conservation et la gestion des Requins » (PAI-Requins). Cet ensemble de recommandations demande aux États

membres de préparer et de mettre en œuvre un « Plan d'Action National Requin » (PAN-Requins) visant une exploitation plus durable et plus efficiente des requins et des raies.

Au Sénégal, les débarquements sont en nette baisse du fait de la forte pression exercée sur ces espèces (Diop & Dossa, 2011). Ces espèces nécessitent une réglementation, une gestion et une conservation effective de leurs pêcheries afin de garantir leur exploitation durable par l'introduction de mesures de gestion énergiques, viables et efficaces. Depuis le 5 octobre 2005, un Plan d'Action National de conservation et de gestion des Requins a été validé par l'ensemble des acteurs du secteur de la pêche. Un arrêté ministériel du 25 septembre 2006 a été pris pour l'approbation juridique de ce Plan par le ministre chargé de l'Économie Maritime. Cette approbation du PAN-Requins traduit la volonté du Sénégal de gérer rationnellement ses ressources marines en Requins conformément aux recommandations de la FAO dans le cadre du PAI-Requins et du « Plan Sous-Régional d'Action pour la conservation et la gestion durable des Requins » (PSRA-Requins) adopté en 2001 par la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRП) et qui a démarré en 2002. L'état actuel des connaissances sur les élasmobranches au Sénégal est caractérisé par un manque de données fiables sur les captures, l'effort de pêche, les débarquements, le commerce, l'identification, la biologie et l'écologie des espèces. C'est dans l'optique de fournir des informations essentielles pour une gestion durable de ces espèces que l'étude sur le requin à museau pointu, (*Rhizoprionodon acutus* ou « Gaïndé goundaw » en wolof) a été initiée. Les résultats issus de cette recherche ont été valorisés par deux articles scientifiques acceptés dans deux revues internationales : Ba *et al.* (2013a) sous presse et Ba *et al.* (2013b). L'objectif général de cette étude est de mieux comprendre la biologie et l'écologie du requin à museau pointu, *R. acutus* sur les côtes sénégalaises et les objectifs spécifiques sont :

- ☺ Donner des informations sur la dynamique spatio-temporelle des débarquements de cette espèce et des autres espèces débarquées en même temps.
- ☺ Etablir la composition des captures selon la longueur, l'âge et le sexe.
- ☺ Evaluer les paramètres biologiques que sont :
 - ☯ la taille et l'âge de première maturité, la croissance en établissant les constantes de croissance (K) et la taille asymptotique.
 - ☯ la fécondité ovarienne et utérine, le cycle de reproduction, la localisation et le suivi des spermatozoïdes dans les gonades des mâles et des femelles.
- ☺ Etudier les variations du régime alimentaire en fonction de la taille, du sexe, de la saison et des sites de pêche et réévaluer son niveau trophique.

CHAPITRE 1

DONNÉES SUR LA ZONE D'ÉTUDE ET LES ÉLASMOBRANCHES AU SÉNÉGAL



CHAPITRE 1 : DONNÉES SUR LA ZONE D'ÉTUDE ET LES ÉLASMOBRANCHES AU SÉNÉGAL

1.1. Caractéristiques hydroclimatiques du milieu de vie du requin à museau pointu

1.1.1. Localisation géographique

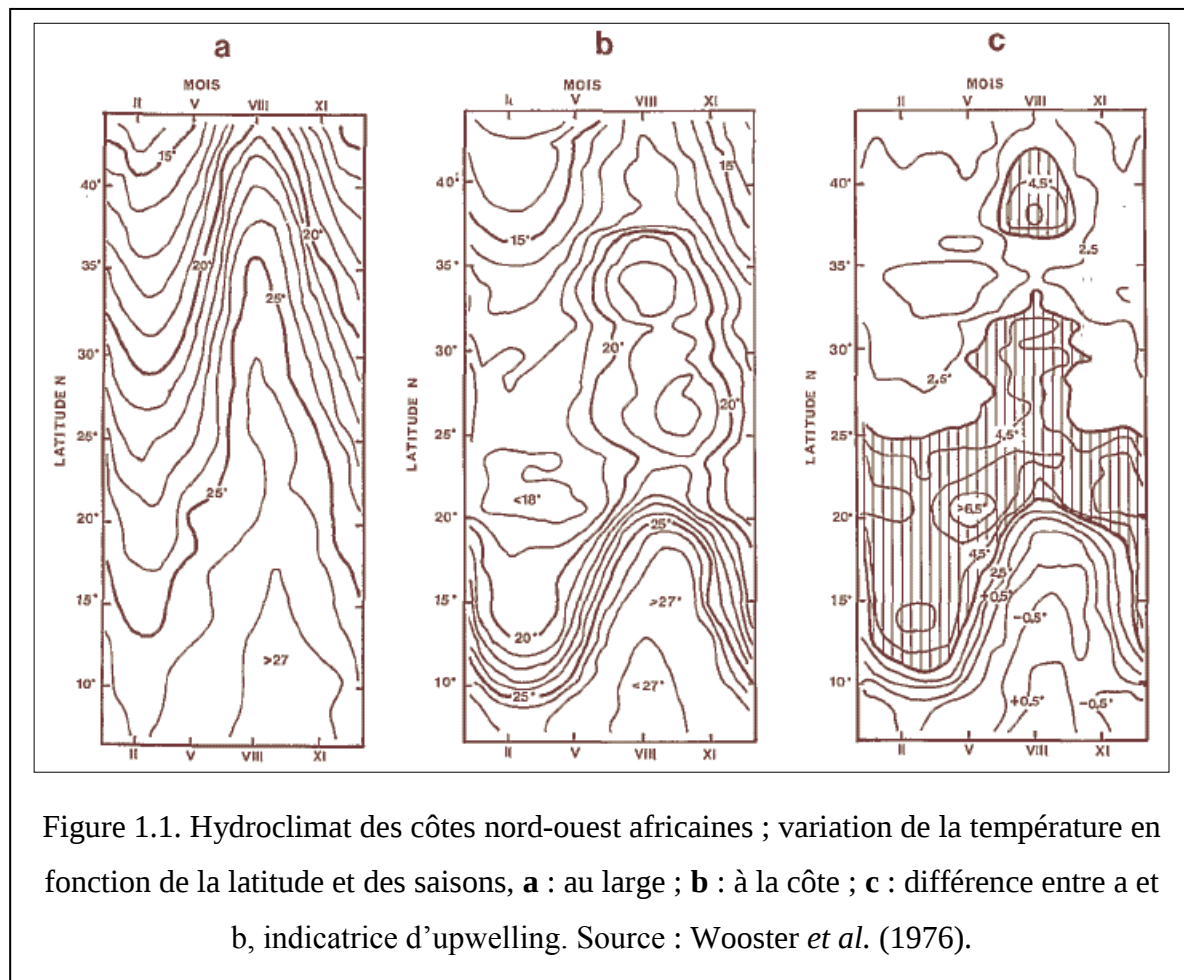
Le Sénégal est un petit pays de l'Afrique Occidentale couvrant une superficie de 196 192 km², largement ouvert sur l'océan Atlantique avec environ 700 km de côtes et un plateau continental orienté N-S, couvrant une superficie estimée à 28 700 km² (240 miles nautiques) soit 15 % de la superficie du Sénégal (Diallo, 1989). Il est situé entre les parallèles 12° 30' N et 16° 30' N et les méridiens 11° 30' W et 17° 30' W. Son littoral s'étend de l'extrême sud des côtes mauritaniennes à l'extrême nord des côtes de la Guinée Bissau. Il est subdivisé en trois grands secteurs côtiers : la côte nord (Grande côte), la Presqu'île du Cap-Vert (partie la plus avancée dans l'Océan Atlantique) et la côte sud (Petite côte et la Casamance) (Barry-Gérard, 1994). La République de Gambie forme une enclave de 11 295 km² et se situe sur le long du fleuve qui porte le même nom.

1.1.2. Topographie et bathymétrie

Au Sénégal, la Presqu'île du Cap-Vert sépare le domaine maritime sénégalais en deux zones aux caractéristiques topographiques bien distinctes (Roy, 1992). Au nord de la Presqu'île, le plateau est étroit et orienté N-NE. Au large de Saint-Louis (16°20' N), l'isobathe 200 m limitant le plateau, se situe à 27 miles. Au sud le plateau continental s'élargit, l'isobathe 100 m atteint les 54 miles (12° 45' N). Le talus est situé entre 10 et 30 milles et est orienté N puis NW-N (Roy, 1992). Dans la Presqu'île du Cap-Vert, le continent s'avance vers l'ouest, réduisant à quelques miles la largeur du plateau continental, l'isobathe 200 m ne se situe plus qu'à 5 miles de la côte. A quelques dizaines de km plus au nord, la fosse de Cayar (située en face du village du même nom) entaille le plateau continental profondément. Cette fosse traverse le plateau sur toute sa largeur. Ces obstacles bien franchissables par des espèces pélagiques comme le requin à museau pointu sont responsables de quelques particularités hydroclimatiques et écologiques de la région (Fréon, 1988). Le plateau sénégalais présente une superficie de 28 700 km² répartis comme suit : 4 700 km² de fonds de 0 à 10 m, 14 200 km² de 10 à 50 m et 9 800 km² de fonds de 50 à 200 m (Chavance *et al.*, 2004). D'une manière générale les fonds sont peu accidentés.

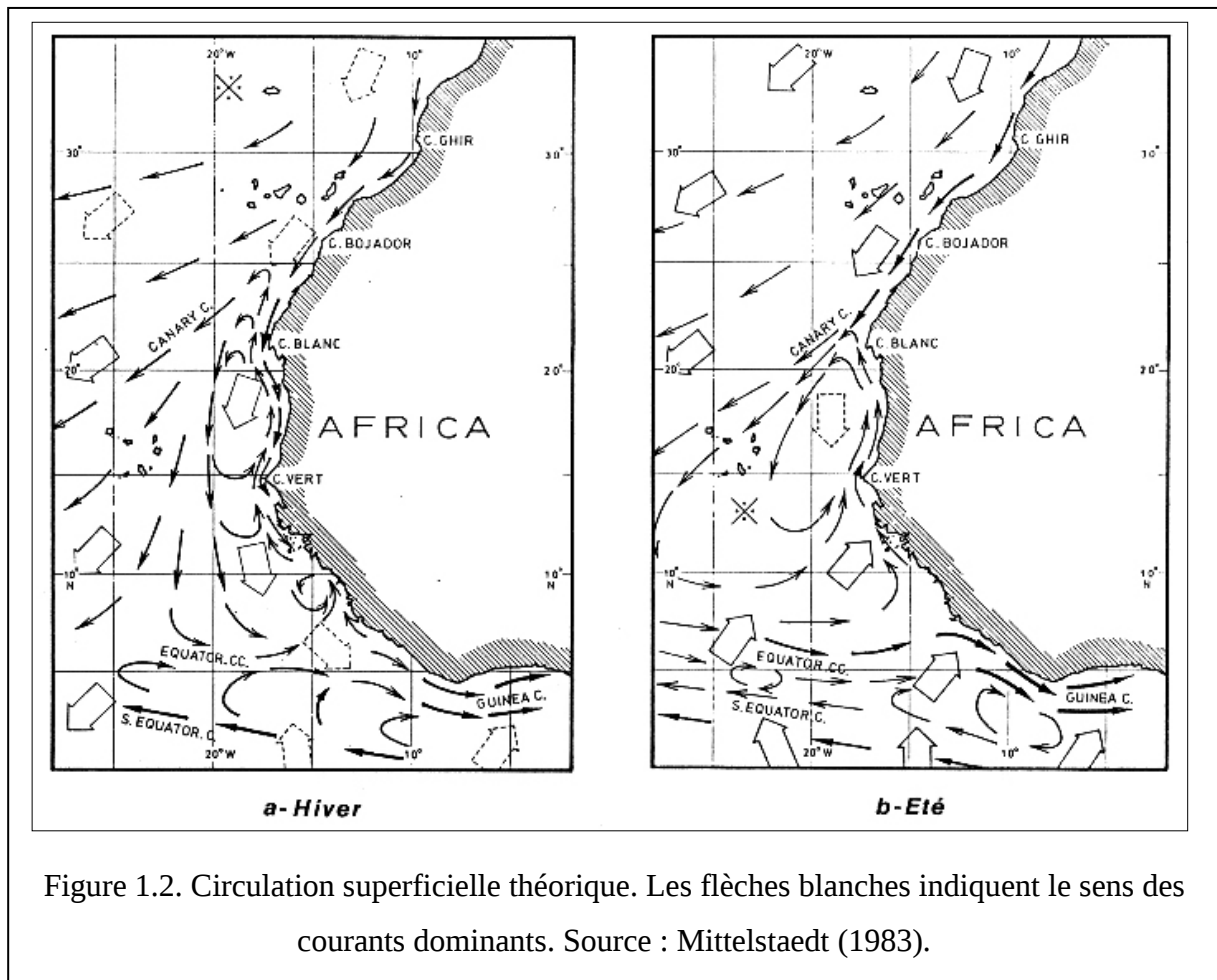
1.1.3. Upwellings et hydroclimat

Le Sénégal se situe en dessous du tropique du Cancer. Les déplacements saisonniers de l'anticyclone des Açores, de la dépression saharienne et de la zone intertropicale de convergence (ZITC) déterminent le balancement des alizés et donc la position et l'intensité des upwellings (remontée d'eaux froides riches en éléments nutritifs) le long de la côte ouest-africaine (Wooster *et al.*, 1976). Ces variations des saisons entraînent des changements plus ou moins forts suivant l'importance de l'upwelling dans la composition spécifique des captures et dans l'abondance des diverses espèces. En analysant la moyenne de température de surface entre 7° et 44° N, Wooster *et al.* (1976) ont mis en évidence une remarquable saisonnalité dans les upwellings de la zone nord ouest-africaine comprenant les côtes sénégalaises (Figure 1.1).



L'hydroclimat du littoral sénégalais est de type tempéré. Pour comprendre les variations hydroclimatiques dans la zone économique exclusive (ZEE) sénégalaise, nous sommes

obligés de traiter ces aspects au niveau de la sous région voire au niveau de la région (Figure 1.2).



Ainsi nous notons :

- ✓ venant du nord, le courant des Canaries est un courant froid, permanent, dont une branche bifurque vers l'ouest au niveau du Cap Blanc (à la frontière entre la Mauritanie et le Sahara occidental) pour former le courant nord-équatorial. En saison froide, une branche suit vers le sud les côtes de la Mauritanie et du Sénégal et forme une dérive littorale d'une largeur équivalente à celle du plateau continental. Sous ce courant côtier, se trouve un contre-courant dirigé vers le nord au niveau du talus continental entre le Cap-Vert et le Cap Blanc.
- ✓ venant de l'ouest, le contre-courant nord-équatorial qui est un courant chaud qui transporte sur le plateau continental les eaux chaudes et salées. Il s'infléchit vers le sud-est pour former le courant de Guinée.

Le Sénégal se situe d'un point de vue météorologique dans la zone de balancement du Front Inter-Tropical (FIT) au nord duquel est établi un régime d'alizés de secteur nord. La zone d'action de ces vents s'étend jusque vers 10° N en saison froide et remonte jusqu'à 21° N en saison chaude suivant l'oscillation des systèmes anticycloniques de l'Atlantique. Les eaux profondes de remontée sont l'une des principales sources d'enrichissement de la ZEE sénégalaise. Dans le domaine marin sénégalais, l'écosystème le plus important est constitué par l'ensemble du plateau continental marqué par l'alternance entre une saison froide avec régime d'alizés (de novembre à avril) qui provoque un "upwelling" côtier et une saison chaude (de mai à octobre) avec les vents de mousson (Rossignol, 1973). La période de l'upwelling côtier est caractérisée par une forte variabilité spatio-temporelle du signal thermique (novembre à avril) des remontées d'eaux froides, riches en éléments nutritifs ce qui provoque l'apparition de beaucoup d'espèces migrantes comme les requins et de leurs proies. La saison chaude correspond à l'arrivée d'eaux chaudes sur le plateau (Barry-Gérard, 1994) et des précipitations qui dessalent les couches de surface. La saison chaude est caractérisée par des amplitudes thermiques faibles (Dème-Gning *et al.*, 1990). Ces caractéristiques hydroclimatiques font que les eaux sénégalaises sont parmi les plus poissonneuses du globe parce que favorisant d'une part une production importante de plancton, base de la chaîne alimentaire et d'autre part des conditions de reproduction très favorables pour beaucoup de poissons y compris les élasmobranches. Les requins sont ainsi très fréquents dans les débarquements comme prises accessoires surtout *Rhizoprionodon acutus*, qui constitue une espèce très débarquée au Sénégal (Capapé *et al.*, 2006).

Les températures notées dans la zone sud du Sénégal sont en général plus basses que celles qui sont notées au nord. Ainsi, on peut distinguer suivant la température de l'eau, deux saisons séparées par deux périodes de transition où la température de l'eau change très rapidement. À l'inverse, les quantités de pluies sont plus importantes dans le sud comparées à la zone nord. Sur l'ensemble du plateau continental, les dates d'apparition de ces saisons et leur durée dépendent essentiellement de l'installation plus ou moins tardive du régime d'alizés. Ainsi, les changements climatiques marqués par la hausse généralisée des températures et la péjoration significative des pluviosités mensuelles et annuelles ont installé depuis 40 années (1968 à 2008) la sécheresse météorologique sur le Sahel en général et le territoire sénégalambien en particulier. Ces changements climatiques ont des conséquences dramatiques sur l'équilibre écologique, les productions végétales et animales et sur l'ensemble des activités humaines, plus particulièrement sur les activités de pêche car la pluviométrie

influence aussi les caractéristiques marines du littoral sénégalais. La spatialisation de cette moyenne pluviométrique récente sur la carte des zones éco-géographiques confirme le gradient nord-sud (Figure 1.3). La variabilité interannuelle de la période est soldée par des années excédentaires causant des inondations, comme en 1999, 2005, 2010 et 2012 et par des années déficitaires, cas de 2002 et 2007. Ces disparités de la pluviométrie en fonction de la latitude et du temps influencent grandement sur les conditions écologiques du requin à museau pointu et peuvent entraîner des changements d'habitats et de comportements pour beaucoup d'espèces pélagiques.

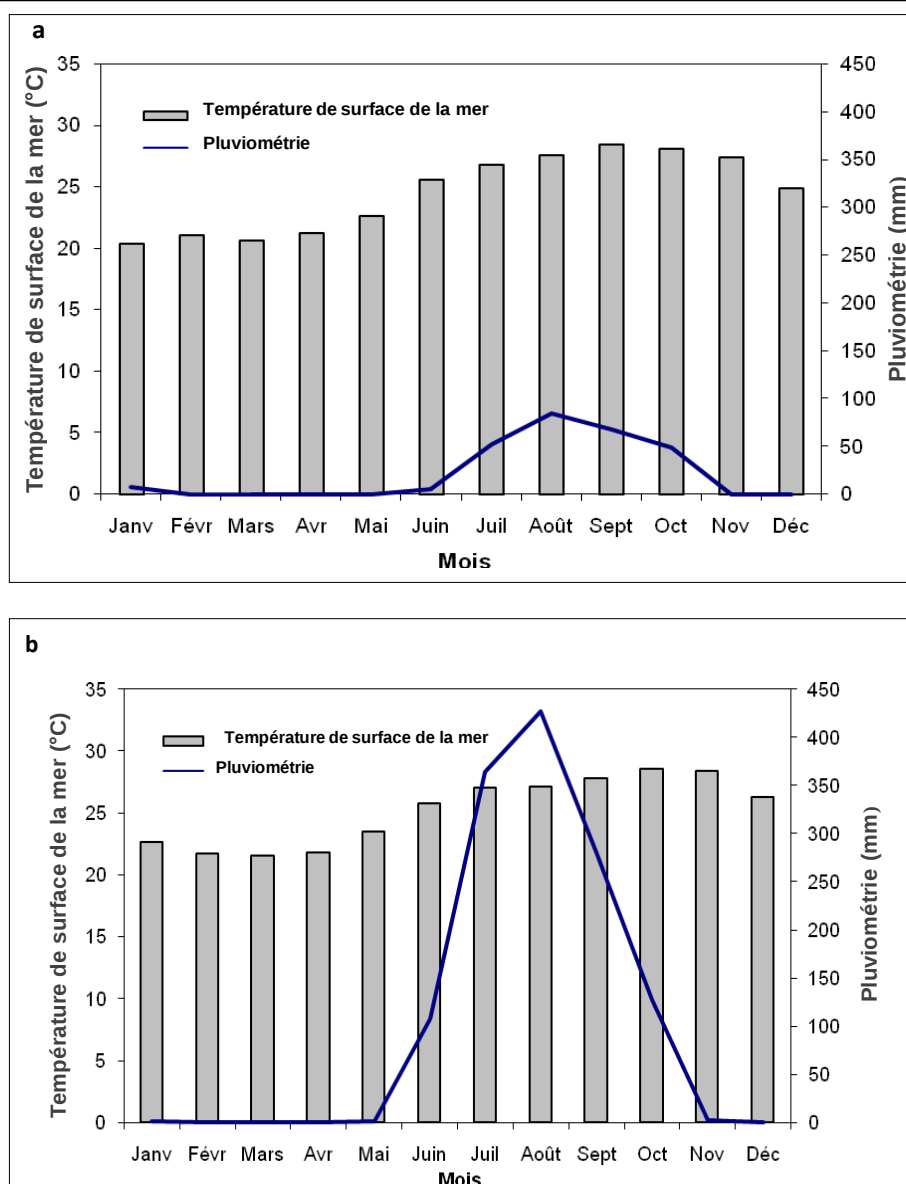


Figure 1.3. Température à la surface de la mer et pluviométrie moyenne mensuelle (1997-2005) au nord (a) et au sud (b) du Sénégal. Source : Thiaw (2010).

1.1.4. Sédimentologie du plateau continental sénégalais

Le requin à museau pointu ou « Gaïndé goundaw » est une espèce évoluant à des profondeurs maximales de 200 m (Compagno, 1984). Il est fortement influencé par les caractéristiques géomorphologiques du plateau continental. Selon Domain (1977) deux types de faciès sont distingués sur le plateau continental sénégalais : les faciès terrigènes et les faciès organogènes. Les faciès terrigènes sont constitués principalement d'éléments quartzeux qui s'étendent du littoral jusqu'aux sondes de 100 m de 17° 00' N à la fosse de Cayar (Domain, 1977). À partir du niveau de l'embouchure du Saloum, la zone à sédiments terrigènes s'élargit à nouveau pour s'étendre progressivement jusqu'à la sonde des -70 m. Les faciès organogènes existent sur la côte nord au-delà des fonds de 90 m. Ils forment une bande relativement étroite qui suit les contours du rebord du plateau (Domain, 1977). Des fonds meubles constitués de vases sont observés au niveau des embouchures des fleuves Sénégal et Casamance. Ils correspondent à deux zones vaseuses encadrées de fonds plus durs, plus ou moins rocheux juste au sud du Cap-Vert ou constitués de sables purs, au large de la Casamance (Lhomme & Garcia, 1984). Les fonds rocheux sont durs et constitués de plaques rocheuses continues et/ou discontinues. Les plaques continues sont notées au sud de la fosse de Cayar jusqu'à la latitude de Popenguine (Domain, 1977). Les autres formations rocheuses (plaques discontinues) observées sont de nature sédimentaire. Dans ces plaques rocheuses discontinues, la roche se présente souvent sous la forme de dalles et affleure en de nombreux endroits (Domain, 1977). La nature des fonds du plateau continental sénégalais permet la mise en place de conditions très favorables aux espèces benthiques et pélagiques surtout les requins qui sont des espèces qui migrent beaucoup.

1.2. Quelques généralités sur la pêche des élasmobranches au Sénégal et sur l'espèce

1.2.1. Généralités sur la pêche aux élasmobranches

La pêche joue un rôle primordial au Sénégal. Elle contribue à la sécurité alimentaire, à la création d'emplois et à l'équilibre de la balance commerciale. Les stocks de poissons sont pleinement exploités, voire surexploités suite à une très forte « littoralisation » des populations humaines. Les captures mondiales ont presque triplé entre 1950 et 2000 (Figure 1.4a). En 2000, les captures mondiales de requins et de raies étaient estimées à 869 544 tonnes (Clarke *et al.*, 2006). Après un niveau record de 900 000 tonnes en 2003, les captures de requins, de raies et de chimères ont chuté jusqu'à 780 000 tonnes en 2006 (Clarke *et al.*, 2006). Kroese et Sauer (1998) ont estimé les captures d'élasmobranches à plus de 95 000 tonnes en Afrique débarquées dans 44 pays par 440 000 navires. En Afrique de l'Ouest en général et au Sénégal en particulier, la pêche aux élasmobranches s'est nettement intensifiée suite à la forte et régulière augmentation de l'effort de pêche ciblant ces espèces vulnérables. De 3 000 tonnes en 1950, les captures en Atlantique centre-est sont passés à 18 000 tonnes en 1965, à 27 491 tonnes en 1981 et à 31 658 tonnes en 1997 (FAO, 2008b) (Figure 1.4b). Les captures commerciales de Requins déclarées par la pêche artisanale dans l'espace de la Commission Sous-Régionale des Pêches (CSRP) regroupant le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée-Bissau, la Guinée, la Mauritanie, le Sénégal et la Sierra Leone n'atteignaient pas 4 000 tonnes avant 1989. Une forte hausse a été constatée, passant de 5 000 tonnes en 1989 à plus de 26 000 tonnes en 2005. Depuis, l'évolution est à la baisse et les mises à terre déclarées équivalent à un peu plus de 12 000 tonnes en 2008, soit une baisse de plus de 50 % en trois ans (Diop & Dossa, 2011) (Figure 1.5a). Au Sénégal, l'exploitation des élasmobranches remonte aux années 40 (Diop & Dossa, 2011). L'activité de pêche est largement dominée par les nationaux tandis que la transformation fait intervenir en plus les ghanéens. Les débarquements d'élasmobranches au Sénégal, proches de 2000 tonnes au début des années 80, ont dépassé de nos jours les 8000 tonnes pour les pêcheries artisanales selon les statistiques de la Direction de la Pêche Maritime (DPM, 2005) (Figure 1.5b).

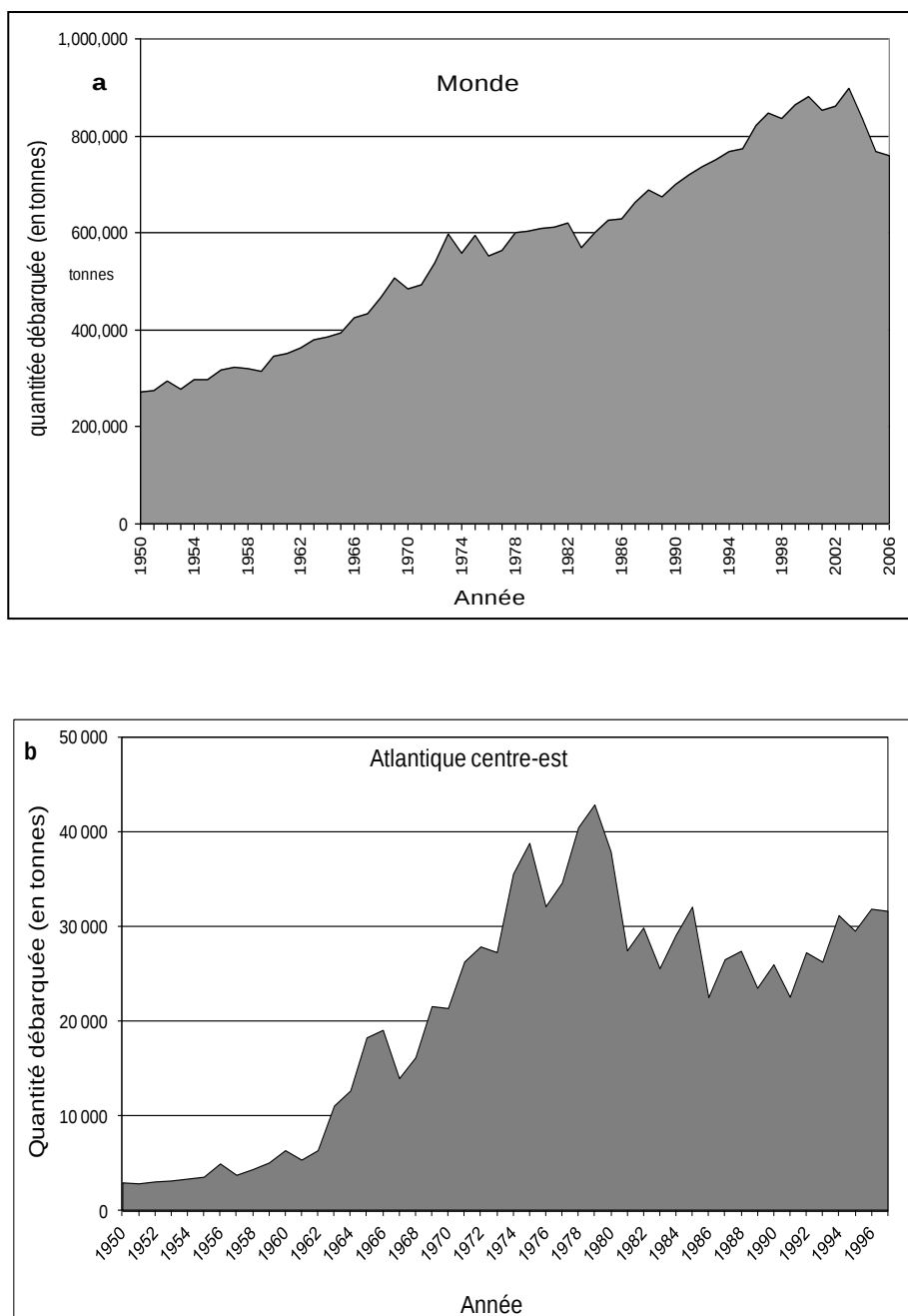


Figure. 1.4. Évolution des captures d'élasmobranches en milliers de tonnes dans le monde, (a) et en Atlantique centre-est (b) (FAO, 2008b).

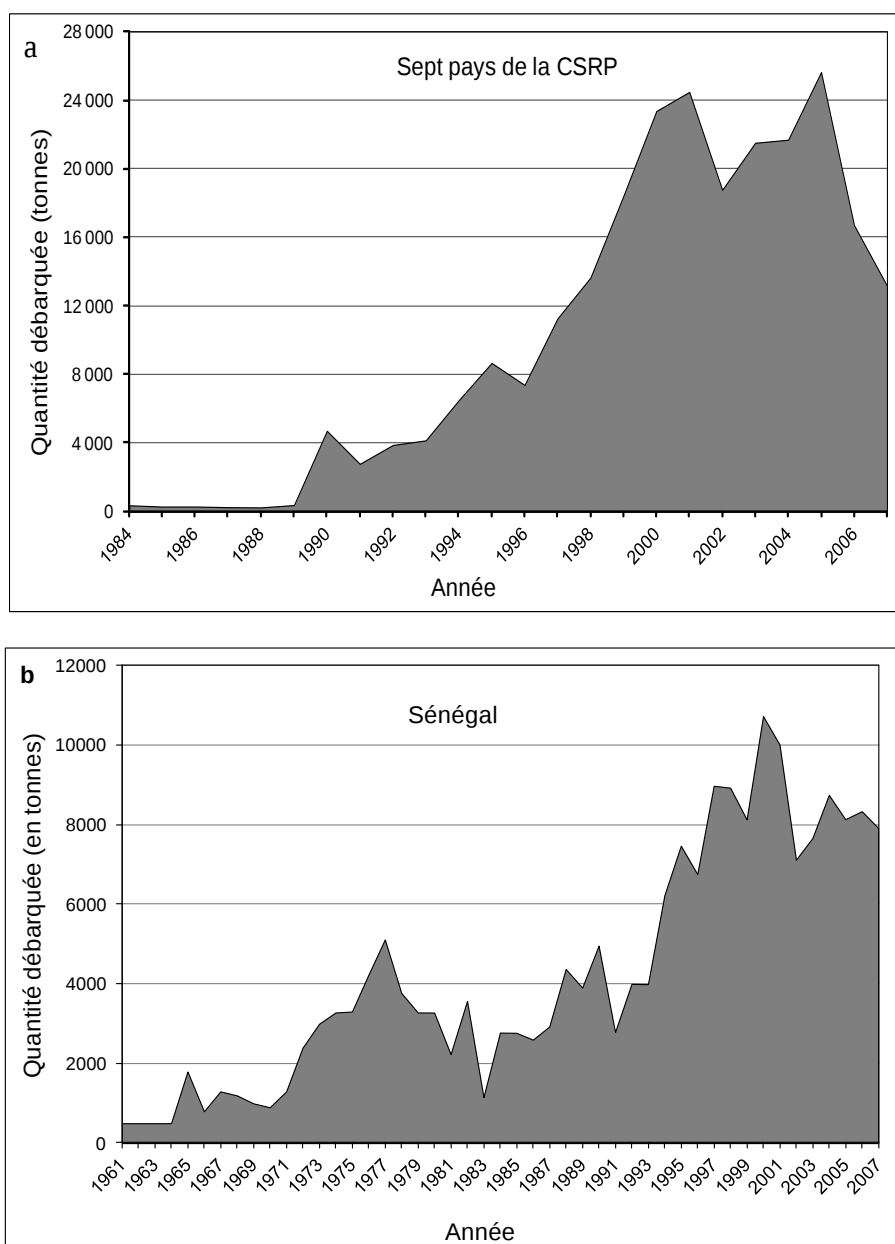


Figure. 1.5. Évolution des captures d'élasmobranches en milliers de tonnes dans les sept pays de la CSRP (a) (CSRP, 2007) et au Sénégal (b) (DPM, 2011).

1.2.1.1. Les pêcheurs et les moyens de production

Deux catégories de pêcheurs artisanaux d'élasmobranches existent au Sénégal. La première effectue des sorties quotidiennes, la seconde des campagnes sur plusieurs semaines.

1.2.1.1.1. Cas de la pêche artisanale

Les principales pêcheries artisanales sont situées sur la Grande côte, la Petite Côte, dans les îles du Saloum et en Casamance. Le parc piroguier sénégalais est de loin le plus important de la sous-région. Le dernier recensement national conduit en 2005 fait état de 13 903 unités de pêche, motorisées à plus de 90% selon la Commission Sous Régionale des Pêches. L'effort de pêche (nombre de sorties) est largement dominé par les pirogues à moteurs avec des lignes et des filets dormants (entre 73% et 81% de l'effort total).

La pêche des élasmobranches intéresse la plupart des communautés de pêcheurs résidents au Sénégal. D'après une étude réalisée par le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT, 2005), les *lébous* sont dominants dans l'exploitation de ces espèces. Ils constituent 46% du total des différentes communautés impliquées dans l'activité. Cependant, la plupart de ces *lébous* ne les débarquent que comme prises accessoires. Ce sont les *guet-ndariens* (originaires de Saint-Louis ; 54,54%) et les étrangers ghanéens (18,18%) qui en majorité ciblent les élasmobranches (Tableau 1.1).

Cette étude du CRODT indique également que l'âge des pêcheurs varie entre 15 et 35 ans. Les conditions de travail assez difficiles, surtout à bord des pirogues de longues périodes de pêche, poussent les pêcheurs qui dépassent la quarantaine à céder la place aux plus jeunes.

D'après la FAO (2008b), le nombre de pêcheurs actifs à temps plein en 2000 au Sénégal était estimé à 55 547 dont 7 940 à l'intérieur du pays et 47 607 dans le domaine maritime avec 44 257 dans le domaine maritime côtier et 3 350 en haute mer.

Il existe 144 unités de pêches artisanales spécialisées dans l'exploitation des requins. Elles sont constituées de 113 unités nationales et de 31 unités ghanéennes principalement installées en Casamance.

Tableau 1.1. Répartition des communautés dans l'exploitation artisanale des élasmobranches au Sénégal avec la part de la pêche ciblée et la pêche accessoire. Source : CRODT(2005).

Populations	Cibles	Accessoires	Total des communautés
Guet-ndariens	54,54	29,09	38
Lébous	18,18	59,7	46
Niominkas	9,09	8,95	9
Gandioles		1,49	1
Étrangers	18,18	0,77	6
Total (%)	100	100	100

1.2.1.1.2. Cas de la pêche industrielle

Les pêcheurs industriels (chalutiers poissonniers, crevettiers ou céphalopodiers) débarquent occasionnellement des élasmobranches. Selon la DPM (2011), en 2009, au Sénégal la flottille industrielle est composée de 117 navires nationaux (ou basés) et 13 navires étrangers sous licence. L'importance des prises accessoires dues à ces navires et du rejet en mer, impactent négativement les espèces d'élasmobranches. Il existe aussi au port de Dakar de petits navires palangriers qui ciblent périodiquement les élasmobranches par saison notamment entre avril et juillet.

1.2.1.1.3. Les engins de pêche

Dans la pêche artisanale aux élasmobranches, certains pêcheurs effectuent des sorties quotidiennes en embarquant vers 6 h du matin pour revenir dans l'après midi. Ils ont un équipage de 3 à 6 personnes, et des pirogues de 8 à 12 m équipées pour la plupart d'un moteur de 25 chevaux. D'autres font des séjours en mer de 20 jours à un mois utilisant des pirogues de longueurs variant entre 18 et 22 m propulsées par un moteur de 40 ou 55 chevaux, avec un équipage de 5 à 15 pêcheurs (Figure 1.6).



Figure 1.6. Pêcheurs de requins dans leur embarcation à Élinkine (2010).

Les pêcheurs à sortie quotidienne utilisent généralement comme engin de pêche le filet dormant à soles appelé « mballu sère » en wolof. Ces pêcheurs sont très nombreux à Kafountine et Mbour. Les autres effectuant des campagnes de plusieurs semaines utilisent des unités comme les filets maillants dérivant appelés « yolal » ciblant plusieurs espèces ou les filets maillants à *Rhinobatos* appelés « félé-félé ». En plus des filets maillants dérivant et des filets dormants, les lignes, les palangres, la senne tournante et les filets maillants encerclant sont aussi notés dans les pêcheries d'élasmobranches au Sénégal (Tableau 1.2).

Les données du CRODT (1997) indiquent que les lignes sont plus utilisées suivies des filets dormants et des filets dérivant. D'après la base de données de la DPM (2011) dans la période allant de 2005 à 2010, les filets dormants ont été les engins les plus utilisés suivis des filets maillants dérivant et des palangres. Les monofilaments ont été les plus faiblement utilisés. (Figure 1.7). L'utilisation des engins de pêche au cours des années montre que les filets maillants dérivant sont de moins en moins utilisés tandis que les filets dormant restent très utilisés. D'après ces données de la DPM (2011), contrairement à celles du CRODT (1997), les lignes sont très peu utilisées.

Tableau 1.2. Nombre et répartition des engins de pêche des élasmobranches dans leurs sites de débarquement. Source : CRODT (1997).

Engins de pêche	Grande Côte	Petite Côte	Cap-Vert	Sine Saloum	Casamance	Total
Lignes	1249	705	1244	38	48	3284
Filets dormants	782	357	592	150	220	2101
Filets maillants dérivant	157	156	3	510	926	1752
Sennes tournantes	207	123	57	2	5	394
Filets maillants encerclant	0	138	9	74	4	225
Palangres	7	5	13	8	133	166
Sennes de plage	0	0	1	10	1	12
Total	2402	1484	1919	792	1337	7934

Les droits d'usage et les normes d'utilisation des potentialités halieutiques sénégalaises sont dans le code de la pêche (Loi 98-32 du 14 avril 1998) et ses textes d'application (DPM, 2005). Concernant les unités artisanales ciblant principalement ou accessoirement les requins ou les raies, la réglementation se limite à un maillage minimal arrêté comme l'indique le Tableau 1.3. Les prises de requins par la pêche industrielle étant accessoires, ces pêcheries ne font pas l'objet d'octroi d'une licence de pêche aux élasmobranches.

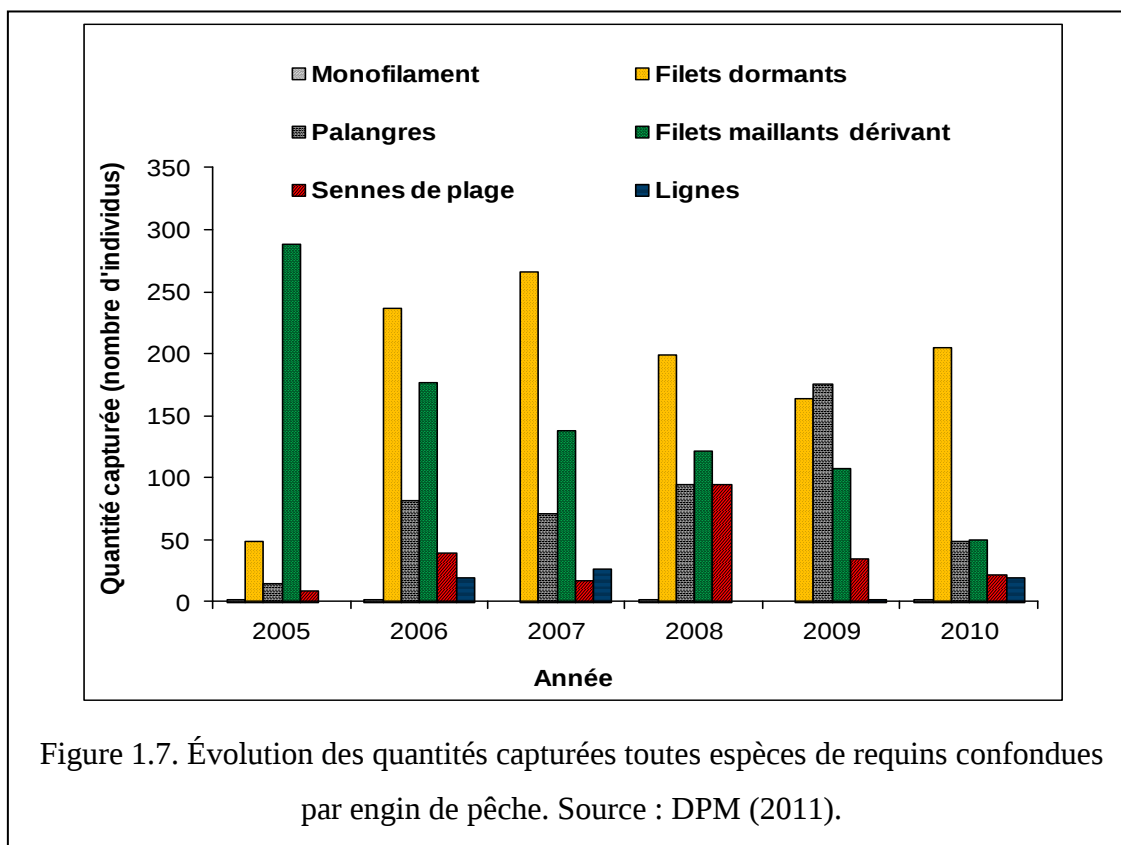


Tableau 1.3. Maillage minimal autorisé pour les engins de la pêche artisanale (Loi 98-32 du 14 avril 1998). Source : CRODT (1997).

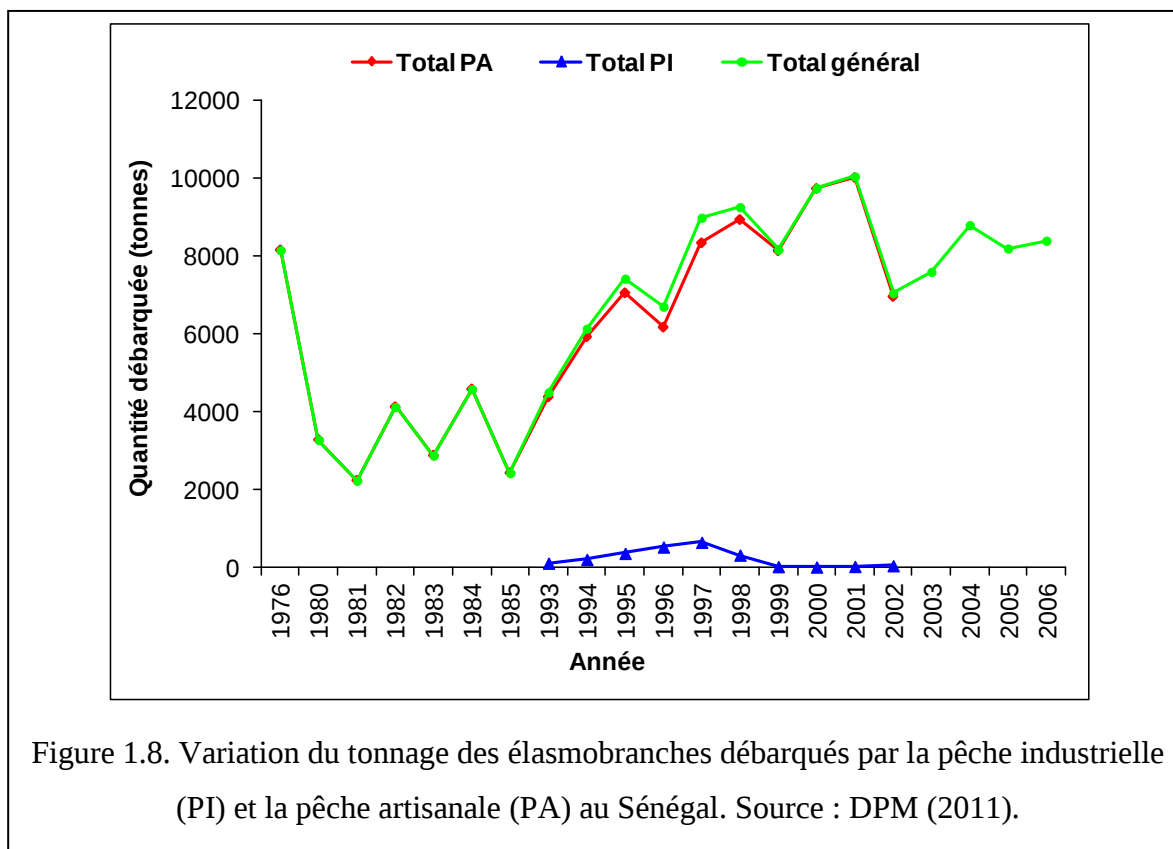
Engins de pêche	Maillage minimal en mm
Filets maillants de fonds	100
Filets maillants dérivant de surface	50
Sennes de plage	50
Filets maillants encerclant	60
Sennes tournantes coulissantes	28

1.2.1.2. Les captures

1.2.1.2.1. Les quantités débarquées

D'après la FAO (2008a), les débarquements de Chondrichthyens au Sénégal sont passés de 500 tonnes en 1961 à 10 757 tonnes en 2000. D'après toujours la FAO (2008a), le nombre de pêcheurs s'activant dans la pêche des requins a été estimé à 1 350.

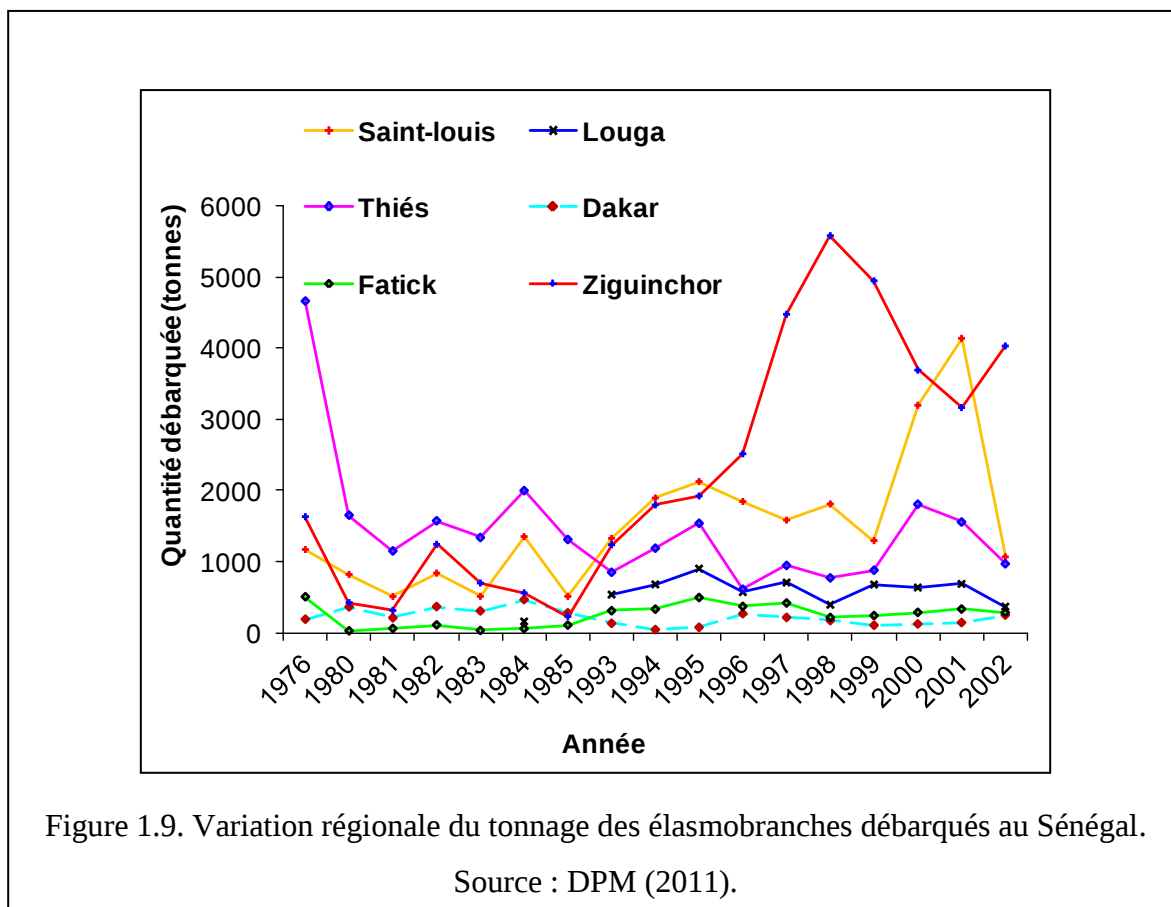
Les débarquements montrent que les élasmobranches sont plus victimes de la pêche artisanale que de la pêche industrielle (Figure 1.8).



Cette figure établie avec les statistiques de la DPM (2011) montre que les débarquements d'élasmobranches, avoisinant 4 000 tonnes en 1993 atteignent et dépassent vers les années 2000 les 8 000 tonnes pour les seules pêcheries artisanales. Le maximum a été observé en 2011 avec 10 019 tonnes. Ces données montrent que l'essentiel des captures enregistrées au Sénégal proviennent de la pêche artisanale. Après 2001, les tendances révèlent une régression des captures, ce qui présage une situation de pleine exploitation des élasmobranches. Concernant la pêche industrielle, les volumes annuels mis à terre ne sont pas très importants et n'ont jamais atteint 1 000 tonnes (Figure 1.8).

Les débarquements d'élasmobranches au Sénégal sont effectués dans les 6 régions situées sur la façade maritime. D'après les statistiques de la DPM (2005) de 1993 à 2002, les régions de Ziguinchor et de Saint-Louis ont connu plus de débarquements d'élasmobranches. Au Total 38 454 tonnes ont été débarquées durant cette période dans la région de Ziguinchor avec un pic observé en 1998 (5 582 tonnes). Elle est suivie de la région de Saint-Louis avec un total durant cette même période de 25 981 tonnes avec un pic observé en 2000 (3 197 tonnes).

Les régions ayant les plus faibles débarquements ont été celles de Dakar avec 3 692 tonnes et celle de Fatick avec 4 163 tonnes (Figure 1.9).

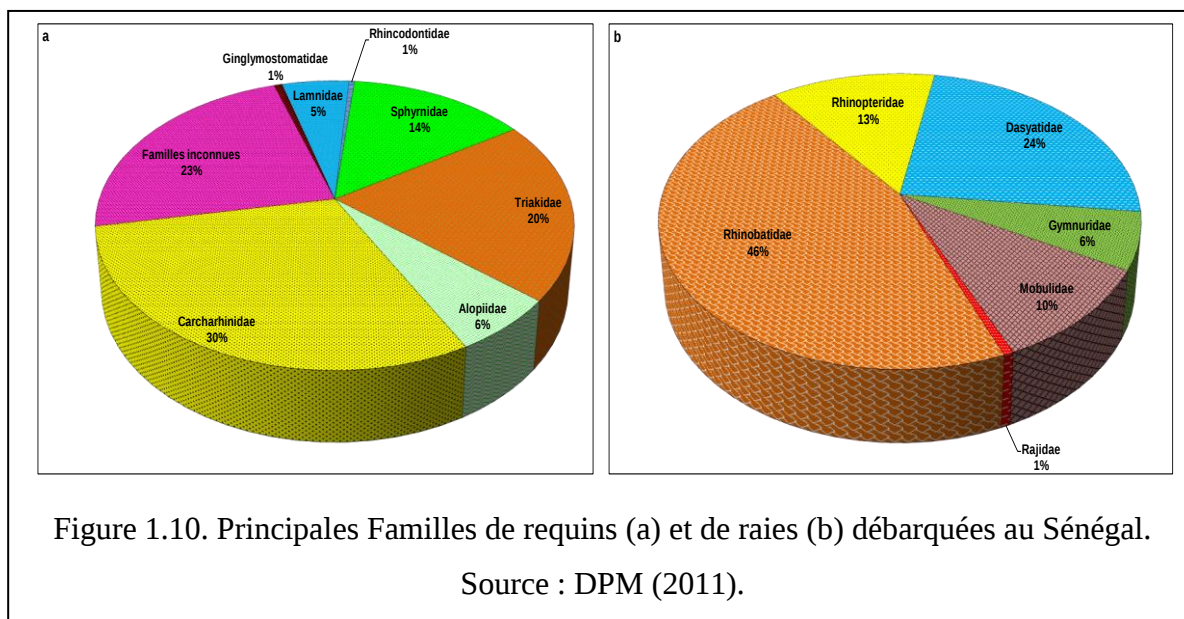


1.2.1.2.2. Les espèces exploitées

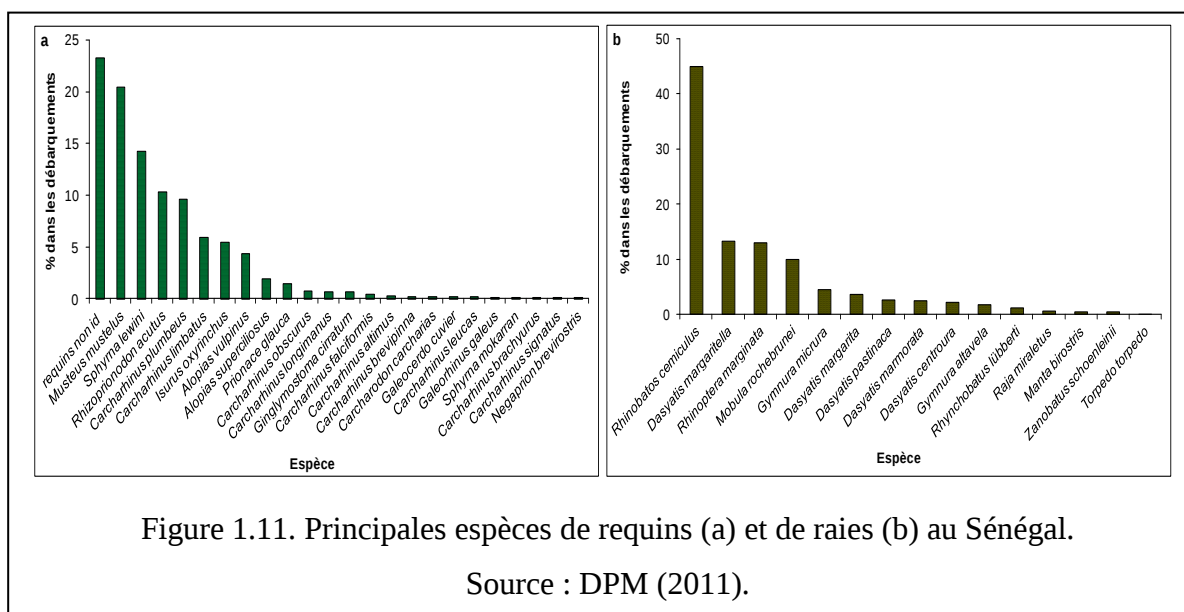
Cadenat (1950) avait répertorié 40 espèces de requins et 30 espèces de raies dans les débarquements de la pêche au Sénégal. Selon le CRODT (1997), il existe plus d'une soixantaine d'espèces d'élasmobranches sur les côtes sénégalaises. Beaucoup d'espèces sont listées mais seules les données de 24 espèces de requins identifiées et 14 espèces de raies sont disponibles dans les statistiques officielles de suivi des captures de la base de données de la DPM (Diop & Dossa, 2011).

La base de données de la DPM (2011) montre que parmi les espèces de requins capturées, celles appartenant à la Famille des Carcharhinidés sont les plus nombreuses avec 30% des captures suivies d'espèces à Familles indéterminées (23%), de la Famille des Triakidés (20%) et les Rhinodontidés ont été les plus faiblement débarquées (1%). Chez les raies, les Rhinobatidés ont été les plus débarquées (46%), suivies de Dasyatidés (24%), des

Rhinopteridés (13%) et les Rajidés ont été les plus faiblement débarquées (Figure 1.10. a et b).

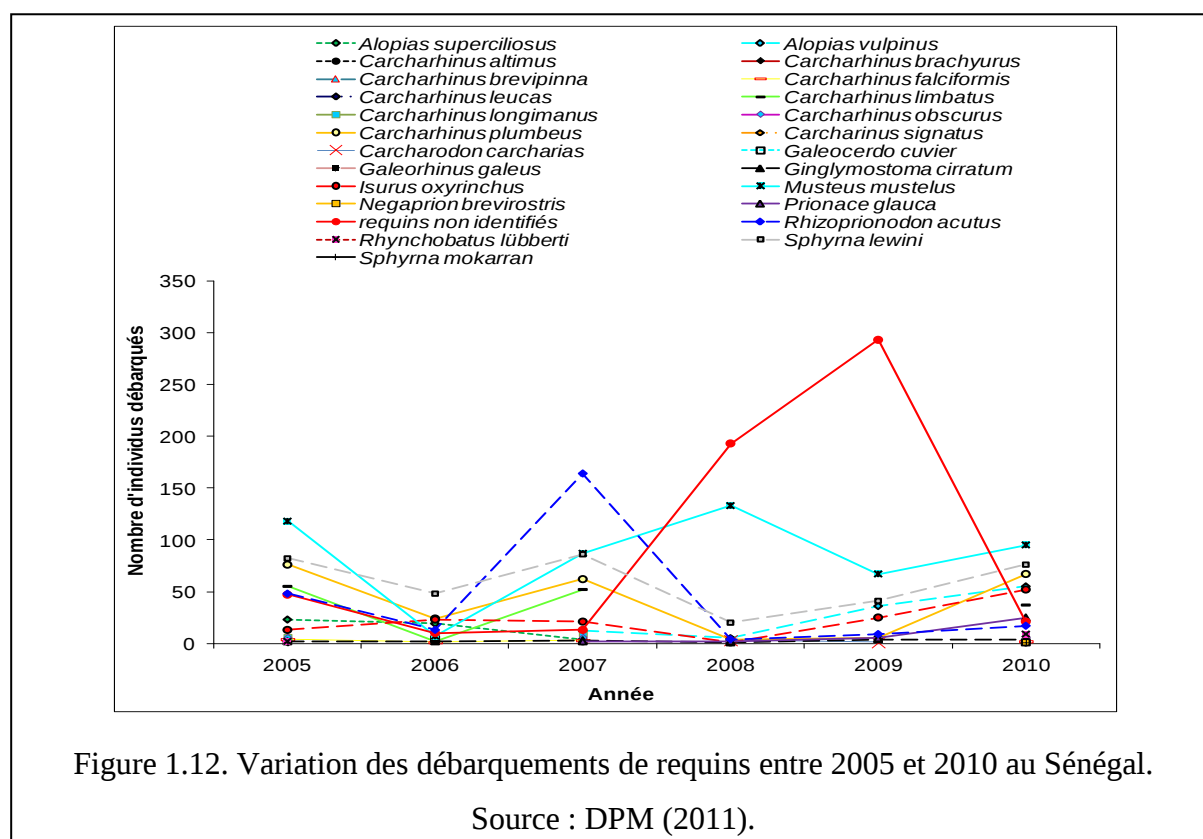


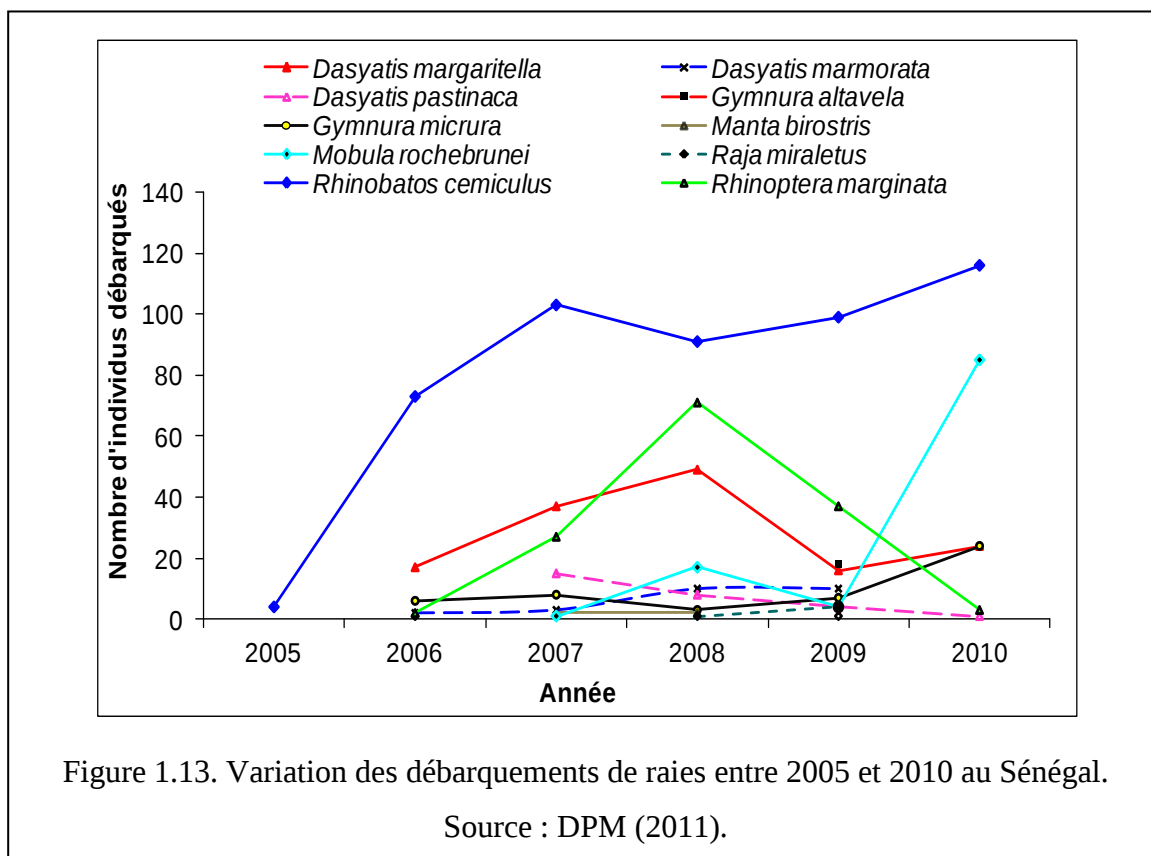
Selon les données de la DPM (2011) en termes d'importance des espèces dans les débarquements de requins, les espèces non identifiées, classées sous le terme de « requins » ont été les plus débarquées avec 23,21% dans la période allant de 2005 à 2010. Elles ont été suivies des espèces, *Mustelus mustelus*, *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon acutus* avec respectivement 20,39, 14,20 et 10,26% des débarquements. L'espèce la plus faiblement débarquée a été *Negaprion brevirostris* avec 0,4% (Figure 1.11a).



Chez les raies, la Raie guitare (*Rhinobatos cemiculus*) a été l'espèce la plus débarquée dans cette période avec 44,92%, suivie des espèces *Dasyatis margaritella*, *Rhinoptera marginata* avec respectivement 13,22% et 12,94% des débarquements (Figure 1.11b).

L'évolution des débarquements annuels de requins de 2005 à 2010, a montré que les individus appartenant aux espèces non identifiées ont été faibles de 2005 à 2006 et ont brusquement augmenté en 2007 avec un pic en 2009 de 293 individus pour de nouveau chuter en 2010. Les débarquements de *Mustelus mustelus* et de *Rhizoprionodon acutus*, les deux espèces identifiées les plus importantes, ont diminué en 2009 et 2010 tandis que les autres espèces ont été très faiblement débarquées (Figure 1.12). Chez les raies, seules *Rhinobatos cemiculus* et *Mobula rochebrunei* ont connu une nette augmentation depuis 2007. Les débarquements des autres espèces sont presque similaires de 2005 à 2010 (Figure 1.13).





1.2.1.3. Valorisation des produits dérivés des élasmobranches

De nombreux produits sont dérivés des élasmobranches. Ce sont principalement les ailerons, le salé-séché et le métorah. Ces trois produits font l'objet d'exportation dans les pays de la sous-région et dans d'autres continents. La dévaluation du franc CFA en 1994, a eu comme conséquence immédiate la compétitivité des produits issus de la zone CFA au niveau mondial. Cela s'est traduit par le doublement, voire le triplement de la valeur commerciale des exportations hors zone franc. La capture d'élasmobranches, souvent accessoire, par les pêcheurs de petits pélagiques a longtemps donné lieu à la transformation de leur chair en produits salés séchés, échangés avec les populations rurales de l'intérieur du pays contre des céréales (Diop *et al.*, 2007).

Traditionnellement, peu de sénégalais consomment la chair de requins et de raies. C'est surtout avec l'arrivée des ghanéens que quelques populations locales ont commencé à l'utiliser en période de mauvaises saisons de pêche, en plus du fait de la valeur nutritionnelle et de la durée de conservation de la chair, largement supérieure à celle de la viande en brousse. Une valorisation plus moderne et plus récente des produits dérivés des raies et des requins a été observée ces dernières décennies. Les principaux pays de destination sont le Congo, le Ghana,

le Burkina Faso (pour les produits transformés artisanalement), l'Espagne et la Chine (pour l'aileron et la chair congelée). Environ 900 emplois directs et 300 emplois indirects ont été créés avec les unités spécialisées. Près de 2 000 emplois induits soit au total environ 3 000 emplois ; ce qui représente environ 0,5% des emplois totaux du secteur. Plus de 3 000 transformateurs valorisent les produits d'élasmobranches sur les principaux sites au Sénégal. Les mises à terre ont évolué passant de 2 000 tonnes au début des années 80 à près de 7 500 tonnes (Diop & Dossa, 2011).

Au Sénégal, l'introduction de nouvelles technologies (engins de pêche, motorisation et chaîne de froid) a permis aussi une augmentation rapide de l'effort de pêche. Les pêcheurs ghanéens de Gambie ont opté pour une reconversion de leur activité avec une spécialisation dans l'exploitation des requins et la production de chair salée séchée.

Les pêcheurs opérant en Guinée Bissau et en Mauritanie à bord de pirogues à campagnes de longue durée embarquent de grandes quantités de sel. Pour le salé-séché, les requins une fois capturés, sont éviscérés, saupoudrés de sel avant d'être exposés au soleil pour le séchage en fin de pêche. Une fois à terre, le poisson est découpé en tranches et saupoudré encore de sel (Figure 1.14) laissé dans un vase pendant 3 à 4 jours avant d'être exposé au soleil pour le séchage (3 à 5 jours) (Figure 1.15). Les plus grands centres de salé-séché sont situés en Casamance. Le salé-séché transite par la Gambie pour l'exportation.

Certains transformateurs font du métorah ou chair fumée pour un nombre très restreint d'espèces. Le poisson est maintenu à une distance d'un mètre du feu de bois et est fumé jusqu'à cuisson. Le fumage peut durer jusqu'à 72 heures. Les principaux lieux où est pratiqué le métorah sont Goudomp, Mbour et Joal.

Les ailerons découpés lors des campagnes de longue durée et lors des sorties quotidiennes sont séchés au soleil sans traitement préalable. Les pêcheurs opérant en Guinée Bissau livrent leurs produits aux collecteurs basés à Élinkine et à Joal, tandis que ceux opérant en Mauritanie livrent aux collecteurs basés à Saint-Louis. Dans la zone centre et au nord ce sont des communautés sénégalaises qui interviennent dans la transformation des produits tandis qu'en Casamance ce sont les ghanéens installés sur place qui s'adonnent à ce travail.

L'huile des élasmobranches fait l'objet d'une extraction artisanale, en chauffant les foies ou en les exposant au soleil. L'enduction de cette huile sur certains fruits de mer transformés artisanalement ne possédant pas assez de graisse, tels que le cymbium leur confère une qualité

particulière et en modifie l'aspect. Les données de la DPM (2011) ont montré que les quantités d'ailerons faibles avant 1994 ont augmenté très rapidement dès cette année pour ensuite baisser en 1996 et depuis 1997 une tendance à la hausse a été observée. Les quantités de salé-séché ont aussi globalement augmenté entre 1986 et 1993. Les quantités de métorah ont quant à elles globalement baissé de 1980 à 1994 (Figure 1.16a).



Figure 1.14. Début du séchage de salé-séché à Élinkine (2010).



Figure 1.15. Fin du séchage de salé-séché à Élinkine (2010).

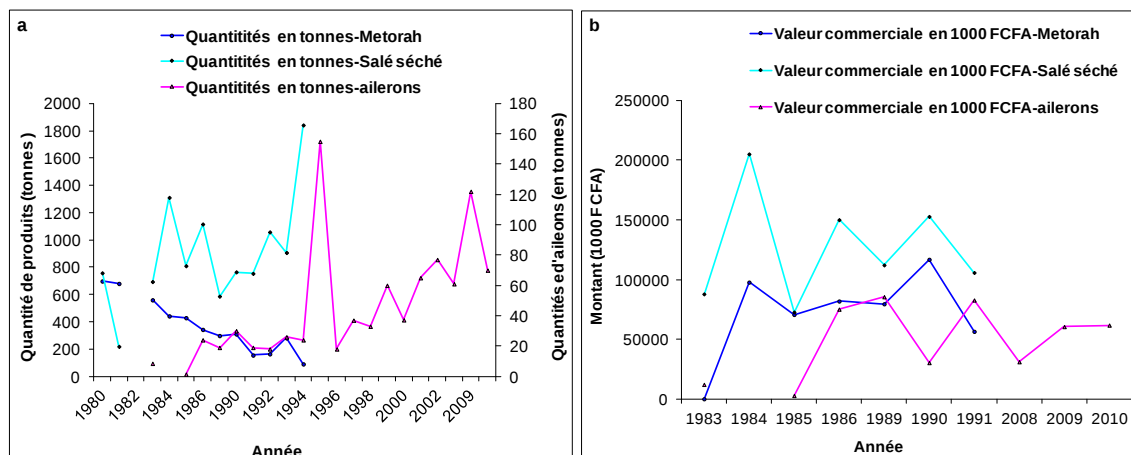


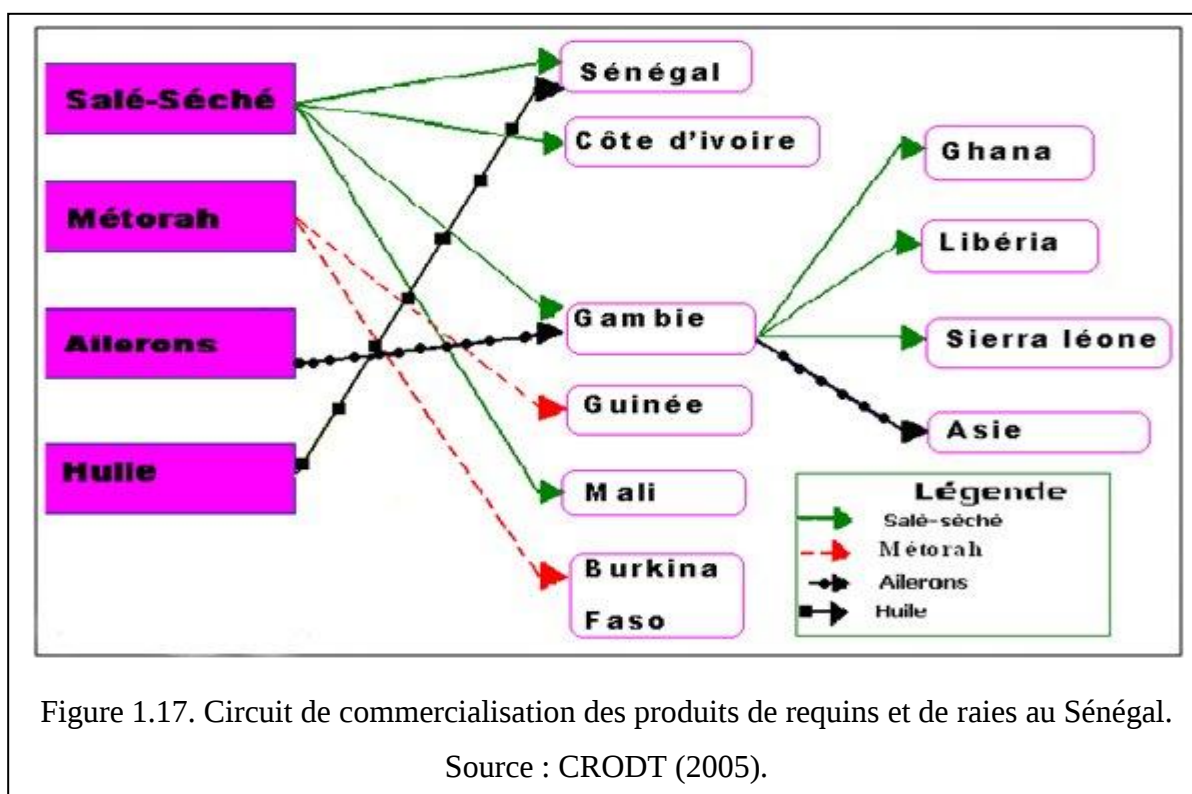
Figure 1.16. Quantités de produits dérivés des élasmobranches (a), montants des produits dérivés de requins vendus et déclarés à la DPM (b). Source : DPM (2011).

Les montants de vente de ces produits dérivés ont globalement augmenté depuis le début des années 80 (Figure 1.16b). En 2000, le Sénégal a exporté 37 tonnes d'ailerons de requin qui valaient aux États-Unis à \$ 4 300 000. Le Sénégal exporte 15 produits de requins et de

raies dans le monde et constitue le principal exportateur africain en termes de valeur selon la FAO (2012).

Il existe deux circuits de commercialisation principaux, liés au marché régional, pour la chair (salée-séchée ou fumée), et au marché en destination de l'Asie du sud-est, pour les ailerons (Figure 1.17).

Des opérateurs originaires des pays du golfe de Guinée, où existe un intéressant marché de chair, viennent périodiquement s'approvisionner au Sénégal. Les commerçants expérimentés de cette aire géographique maîtrisent les circuits routiers menant aux principaux marchés des élasmobranches transformés (Diaobé, Mbour, Joal etc.). Le marché de l'aileron extrêmement limité avant les années 80, a connu aujourd'hui un développement à destination de l'Asie du sud-est avec des sources de devises plus importantes. Les commerçants d'ailerons ont généralisé la pratique des crédits informels pour inciter les pêcheurs à leur exploitation. La commercialisation de l'huile des élasmobranches est peu développée ; l'offre étant largement supérieure à la demande locale, le prix de vente du litre oscillait autour de 200 FCFA. Tous les collecteurs de nationalité sénégalaise sont en général d'anciens pêcheurs. Ils sont basés particulièrement à Joal, à Mbour, à Saint-Louis, à Élinkine et Kafountine. Quelques rares femmes sont impliquées dans la collecte de ces produits.



1.2.2. Généralités sur le requin à museau pointu, *Rhizoprionodon acutus*, Rüppell 1837

1.2.2.1. Taxonomie

Phylum : Cordés

Subphylum : Vertébrés

Sous Embranchement : Gnathostomes

Super Classe : Poissons

Classe : Chondrichthyens

Sous Classe : Elasmobranches

Ordre : Carcharhiniformes

Famille : Carcharhinidae

Genre et Espèce : *Rhizoprionodon acutus*, Rüppell, 1837

Les requins, les raies et les chimères appartiennent à la Classe des Chondrichthyens ou poissons cartilagineux. Les requins et les raies appartiennent à la Sous Classe des Elasmobranches et ils constituent 96 % des Chondrichthyens (Compagno, 1999). Les Elasmobranches sont divisés en deux groupes que sont les Pleurotrèmes ou requins et les Hypotrèmes ou raies. Les requins comptent trois Supers Ordres : les Galéomorphes, les Squalomorphes et les Squatinomorphes. Les Galéomorphes comptent 4 Ordres que sont : les Carcharhiniformes, les Lamniformes, les Hétérodontiformes et les Orectolobiformes. Les Squalomorphes regroupent 3 Ordres que sont : les Squaliformes, les Pristiophoriformes, les Hexanchiformes tandis que les Squatinomorphes comptent 1 Ordre représenté par les Squatiniformes (Compagno, 1999). Le groupe des élasmobranches compte 1 074 espèces dont 500 espèces de requins (Compagno, 2005) et 574 espèces de raies (Ebert & Compagno, 2007). Les familles Carcharhinidés et Dasyatidés, sont plus fréquentes dans les régions tropicales et subtropicales du monde (Last & Stevens, 1994).

L'Ordre des Carcharhiniformes ou requins de fond sont les requins « typiques ». Avec près de 200 espèces, c'est aussi le groupe de requins dominant. Adaptés à tous les milieux marins, ils ne dépassent pas souvent 2 mètres de longueur. Du petit chien de mer au requin marteau, en passant par le requin roussette ou peau bleue, tous les types de requins sont retrouvés dans cet Ordre. Parmi les 8 Familles, nous retrouvons les trois types de reproduction : viviparité, ovoviviparité et viviparité placentaire. Les Scyliorhinidés ou requins chiens, holbiches et roussettes, les Proscyllidés ou requins chats, les Pseudotriakidés ou requin à

longue dorsale, les Leptochariids ou émissole barbue, les Hémigaléids ou milandres, les Triakids ou requins hâ, les Sphyrnids ou requins marteaux et les Carcharhinids avec le requin à museau pointu *Rhizoprionodon acutus* sont dans cet Ordre.

Avec ses 197 espèces, la Famille des Carcharhinids est le groupe de requins dominant. Ces animaux qui abondent dans les régions sous-tropicales sont très communs dans les eaux tempérées des plateaux continentaux. Les Carcharhinids constituent la famille la plus importante dans les prises des pêcheries artisanales et commerciales dans les régions tropicales (Compagno, 1984 ; Bonfil, 1994 ; Castillo-Geniz *et al.*, 1998). Les tailles sont très variables allant de 70 cm pour les requins *Carcharhinus borneensis* et *Rhizoprionodon taylori* en Australie à 6 m pour le requin tigre *Galeocerdo cuvier*. Les Carcharhinids sont tous vivipares. Il existe douze genres dont le genre *Carcharhinus* et le genre *Rhizoprionodon*.

Les requins du genre *Rhizoprionodon* composés de sept espèces côtières (*R. acutus*, *R. lalandii*, *R. longurio*, *R. oligolinx*, *R. porosus*, *R. taylori* et *R. terraenovae*) ont une distribution circumtropicale sur les plateaux continentaux. Ils comprennent deux espèces indiennes et du Pacifique (*R. oligolinx* et *R. taylori*), une entre l'est de l'Inde et du Pacifique, de l'Atlantique jusqu'au nord de l'Australie (*R. acutus*), et quatre espèces américaines, réparties dans l'est du Pacifique (*R. longurio*) et l'ouest de l'Atlantique (*R. lalandii*, *R. porosus* et *R. terraenovae*). Le genre *Rhizoprionodon* présente une grande distribution dans le monde. *R. acutus* est la seule espèce du genre présente le long de la côte ouest de l'Afrique.

1.2.2.2. Diagnose de l'espèce :

Les principaux caractères de *Rhizoprionodon acutus* (Compagno, 1984) sont :

- ☺ corps fusiforme, longueur de la bouche est généralement supérieure à la largeur, apex étroit et arrondi ;
- ☺ museau long, pointu et aplati, pas de spiracle, sillons labiaux supérieurs longs bien distincts et longeant horizontalement les lèvres supérieures ;
- ☺ seconde nageoire dorsale plus petite que la première, nageoire anale précédée d'une longue carène ventrale, scutelles pointues, pluricuspidées et pluricarénées ;
- ☺ dents semblables aux deux mâchoires à couronne basse, oblique et étroite, avec les bords externes profondément échancrés et sans cuspidées secondaires à bords lisses chez les jeunes mais souvent finement denticulées chez les adultes ;

- ☺ origine de la première nageoire au-dessus ou en arrière des angles internes des pectorales ; seconde dorsale plus petite que l'anale, avec son origine bien en arrière du milieu de la base de l'anale qui est prolongée en avant par une paire de longues carènes préanales. Le dessus est gris ou gris-brun ; le dessous est blanc, les nageoires dorsale et anale à bords foncés ou noirâtres (Figure 1.18 ; Compagno, 1984).

C'est une espèce que l'on trouve dans les milieux pélagiques, dans les profondeurs comprises entre 1 à 200 m. Elle est tropicale, côtière essentiellement exploitée dans les pêcheries artisanales (35°N - 30°S). Elle est dans la liste rouge de l'UICN depuis 2003 (Statut : Least Concern : préoccupation mineure).

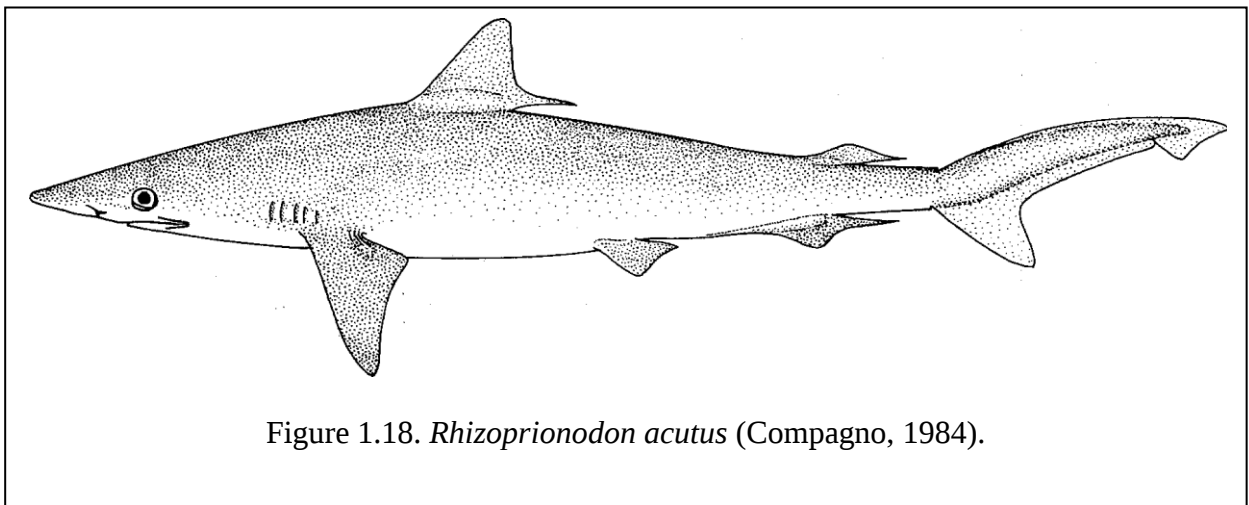


Figure 1.18. *Rhizoprionodon acutus* (Compagno, 1984).

1.2.2.3. Distribution géographique

L'espèce est répandue sur le plateau continental des pays de l'Atlantique est dans la zone de Madère de la Mauritanie jusqu'au sud de l'Angola. *R. acutus* se répartit aussi dans la zone ouest de l'Indo-Pacifique de l'Afrique du sud-est, jusqu'à la Mer Rouge du Japon jusqu'à l'Australie (Figure 1.19 ; Compagno, 1984).

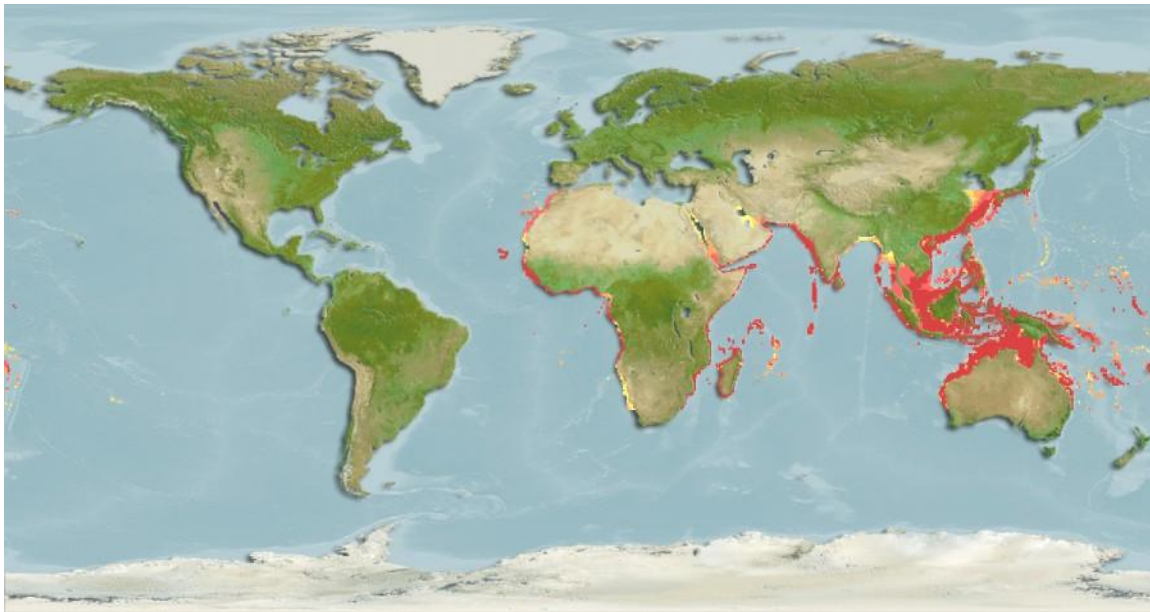


Figure 1.19. Aire de distribution de *Rhizoprionodon acutus* (AquaMaps, 2010).

1.2.2.4. Biologie de l'espèce

Rhizoprionodon acutus est une espèce commune du plateau continental sénégalais. Cette espèce côtière est souvent prise par la pêche artisanale dans beaucoup de régions du monde. Cependant, les données biologiques concernant la population de *R. acutus* au Sénégal et dans le monde sont rares. Seules quelques études relatives à sa reproduction ont été réalisées au Sénégal (Cadenat & Blache, 1981 ; Capapé *et al.*, 2006), en Mauritanie dans le Banc d'Arguin (Valadou *et al.*, 2006), sur les côtes ouest-africaines (Bass *et al.*, 1975 ; Compagno, 1984), en Inde (Krishnamoorthi & Jagadis, 1986 ; Devadoss *et al.*, 1989), en Oman (Henderson *et al.*, 2006) et en Australie (Last & Stevens, 1994 ; Stevens & Mcloughlin, 1999 ; Simpfendorfer, 2003). C'est en Inde et en Australie que des données statistiques sont plus disponibles. Dans les eaux indiennes, elle est souvent prise aux filets maillants et par la pêche au chalut (Devadoss *et al.*, 1989). Dans le nord de l'Australie, *R. acutus* est l'une des espèces de requins les plus couramment prises dans les pêcheries de poissons osseux et de crevettes aux chaluts (Last & Stevens, 1994). Elle représente 2% des captures dans les filets maillants et 6 % de la capture à la palangre (Stevens & Mcloughlin, 1999). L'espèce est fréquente jusqu'à 200 m de profondeur dans les eaux côtières tropicales (Compagno, 1984).

Comprendre la structure des âges et la croissance dans une population constitue la base pour évaluer la mortalité et la productivité. Ainsi les paramètres de la croissance d'une espèce

sont parmi les plus influentes des variables biologiques (Campana, 2001). Peu d'études ont été réalisées sur l'âge et la croissance du requin à museau pointu. La seule étude existante a été faite en Australie par Harry *et al.* (2010) ; or cette espèce présente de grandes différences morphologiques entre la population du Sénégal et celle des côtes australiennes.

L'étude de la reproduction de *R. acutus* a été réalisée dans divers endroits, par divers auteurs sur les côtes ouest-africaines (Bass *et al.*, 1975), sur les côtes sud-ouest africaines (Compagno, 1984), dans les eaux de Madras en Inde (Krishnamoorthi & Jagadis, 1986), en Oman (Henderson *et al.*, 2006), en Mauritanie (Valadou *et al.*, 2006) et au Sénégal (Cadenat & Blache, 1981 ; Capapé *et al.*, 2006). Ces études ont permis de mieux comprendre la reproduction de cette espèce. *R. acutus* est vivipare, avec une fécondité utérine sur les côtes sénégalaises de un à huit fœtus (Cadenat & Blache, 1981 ; Compagno, 1984 ; Capapé *et al.*, 2006). La période de gestation est de 12 mois (Capapé *et al.*, 2006), et les femelles matures produisent des jeunes chaque année. La reproduction de cette espèce dans les eaux australiennes est asynchrone (Stevens & Mcloughlin, 1991 ; Harry *et al.*, 2010) mais en Afrique et en Asie la reproduction est saisonnière (Bass *et al.*, 1975 ; Devadoss, 1988).

Les requins sont parmi les plus grands prédateurs dans le milieu marin (Cortés, 1999) et ont un rôle important dans les échanges d'énergie entre les niveaux trophiques (Wetherbee & Cortes, 2004 ; Cortés & Gruber, 1990). La modification de la structure et de l'abondance des requins peuvent entraîner des modifications de l'abondance des espèces situées à des niveaux trophiques inférieurs (Jennings & Kaiser, 1998 ; Myers *et al.*, 2007). Toutefois, l'absence d'informations quantitatives sur l'alimentation des requins dans de nombreux écosystèmes rend difficile l'évaluation de la façon dont ils contribuent à la structure trophique marine (Cortés, 1999). Quelques études sommaires sur le régime alimentaire de *R. acutus* ont été faites (Cadenat & Blache, 1981 ; Compagno, 1984 ; White *et al.*, 2004 ; Patokina & Litvinov, 2005). Les proies sont de petits poissons (*Coris*, *Upeneus*, *Ethmalosa*, *Synodus*, *Gerres*, *Cynoglossus*) et des céphalopodes côtiers (*Sepia*, *Octopus*) (Compagno, 1984).

CHAPITRE 2

PRODUCTIVITÉ DES ÉLASMOBRANCHES AU SÉNÉGAL



CHAPITRE 2. PRODUCTIVITÉ DES ÉLASMOBRANCHES AU SÉNÉGAL

2.1. Introduction

Les côtes ouest-africaines, particulièrement celles du Sénégal sont connues pour leurs eaux très productives sur le plan biologique (Roy, 1992 ; Caverivière, 1994 ; Chavance *et al.*, 2004). La pêche constitue la première source de devises pour de nombreux pays et fournit de nombreux emplois et des revenus aux populations côtières. Les conditions hydroclimatiques du milieu marin favorables sont dues à la présence de l'upwelling côtier qui s'étend du Maroc au Sénégal (Faure *et al.*, 2000). Cette forte productivité fait de l'Afrique de l'Ouest une région halieutique majeure sur le plan mondial. Sa production halieutique moyenne (zone statistique FAO 34) atteint 3,5 millions de tonnes par an (Chavance *et al.*, 2004).

Le poids halieutique du Sénégal est très significatif puisqu'il atteint environ 400 000 tonnes par an (<http://ecomaritime.gouv.sn>). Avec un tel tonnage de captures, il est évident que la pêche joue un rôle stratégique dans l'économie du pays. Les pêches maritimes représentent 30% des recettes d'exportation et 1,5% du PIB total en 2008 (<http://ecomaritime.gouv.sn>). Les recettes d'exportation des produits halieutiques ont été estimées à plus de 155 milliards de francs CFA en 2007. L'apport en devises de la pêche au Sénégal est considérable. Le nombre d'emplois générés est estimé à environ 600 000. Il assure 70 % des apports en protéines animales (<http://ecomaritime.gouv.sn>).

Depuis le milieu des années quatre-vingt, les pêcheries de requins ont augmenté en taille et en nombre à travers le monde et cela en réponse à une demande plus forte de leurs produits dérivés (Bonfil, 1994). Au cours de ces dernières années de nombreuses pêcheries de poissons en général et d'élasmobranches en particulier ont été décrites dans le monde, montrant la même tendance de développement rapide puis d'effondrement des stocks. Ces élasmobranches occupent une large gamme d'habitats au sein des océans du globe dans lesquels ils ont développé divers traits de vie (Camhi *et al.*, 1998). En Afrique, les pêcheries d'élasmobranches sont peu étudiées (Kroese & Sauer, 1998). Au Sénégal, les études sur la pêche des élasmobranches sont quasi absentes. Au début du siècle dernier, les élasmobranches (raies et requins) n'étaient pas ciblés par les populations côtières sénégalaises. Ils étaient capturés de manière accessoire par les pêcheurs de petits pélagiques, ces poissons étaient transformés (salage-séchage) et échangés avec les populations rurales contre des céréales (région du Sine Saloum). Au Sénégal, leur exploitation ciblée date des

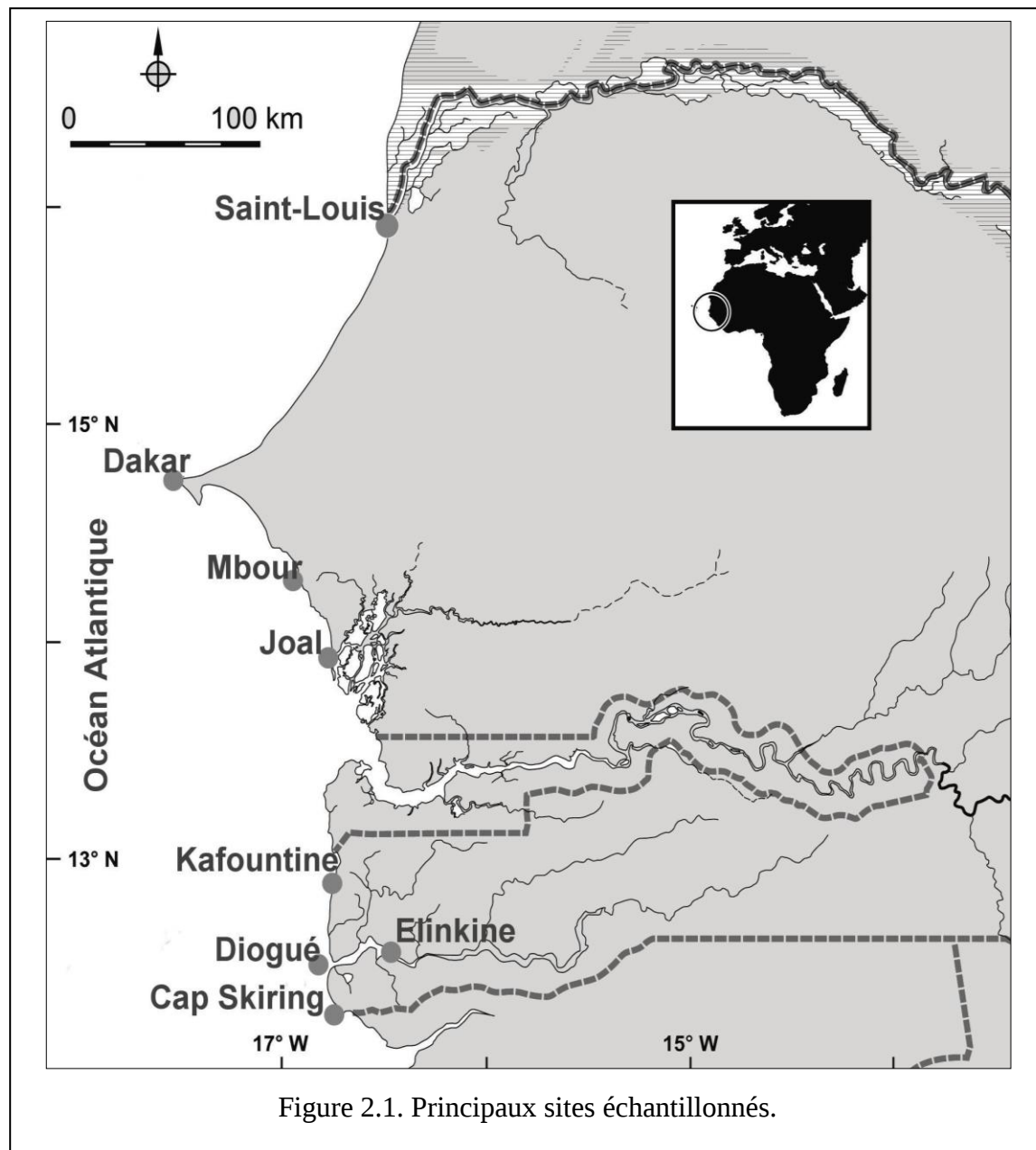
années 40 avec quelques expériences menées sur la Petite Côte sénégalaise par des industriels européens à la recherche d'une source de vitamine A à partir de l'huile du foie. Ces expériences se sont soldées par des échecs. Après le déclin des industries européennes, l'entrée séquentielle d'acteurs de différentes nationalités (ghanéenne, burkinabè et guinéenne) dans la filière a été notée. Ils ont exploré de nouvelles formes de valorisation des captures (salage et fumage). Entre 1958 et 1970, une phase de léthargie (due à la vitamine A de synthèse), suivie d'une période de relance du secteur avec l'arrivée de nouveaux ghanéens en Gambie ont caractérisé le secteur. Ils ont développé une pêche ciblée et établi un réseau d'achat des captures accidentelles par les autres pêcheurs, notamment les Nyominkas (Sine Saloum). Après les années 70, le développement du marché des ailerons a donné un nouvel essor à la pêche jusqu'à 1993. Une phase de développement et d'extension de cette filière a été notée dans la sous-région de 1994 à 2002. Enfin, une phase de déclin, de 2003 à nos jours, a été observée. Cette période se caractérise par une baisse importante et régulière des mises à terre. Aujourd'hui, ils sont capturés par la quasi-totalité des engins de pêche utilisés.

L'élaboration des mesures de conservation requière des données sur la pêche de ces espèces. Or, les données sur la pêche des élasmobranches dans le monde sont très insuffisantes (Bonfil, 1994). Au Sénégal, elles sont presque inexistantes. Sans ces données, il est impossible d'estimer le niveau d'exploitation de la ressource. C'est en Inde et en Australie où quelques données de statistiques de pêches du requin à museau pointu ont été fournies (Devadoss *et al.*, 1989 ; Last & Stevens, 1994 ; Stevens & Mcloughlin, 1999 ; Simpfendorfer, 2003). Ainsi pour obtenir plus d'informations sur la pêche de cette espèce, cette étude a été basée sur une exploitation de données obtenues lors de nos campagnes de prospections. Elle vise d'abord à faire une description générale de la pêche du requin à museau pointu sur les côtes sénégalaises en particulier et celle des autres espèces d'élasmobranches en général. Elle met l'accent sur la composition des tailles des débarquements, le sex-ratio, les engins utilisés dans les captures dans les différents sites de collecte.

2.2. Matériel et méthodes

Un échantillonnage systématique pour une étude plus importante de la pêche artisanale de requin à museau pointu et des autres espèces d'élasmobranches débarquées, a été conduit de mai 2009 à février 2011 sur les huit sites de collecte que sont Saint-Louis, Dakar, Mbour, Joal, Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Skiring (Figure 2.1). Pour chaque site, les quantités débarquées (en nombre d'individus), les engins de pêche et le type de pirogue utilisé ont été enregistrés. Sur chaque site de débarquement deux échantillonnages mensuels systématiques ont été menés par un enquêteur durant la période d'échantillonnage pour les données liées à la pêche. Sur le site de Mbour, la capture par unité d'effort (CPUE) par jour a été calculée et elle concerne des pêcheurs qui effectuent des sorties quotidiennes entre 6 et 17 h avec un équipage de 3 à 7 personnes et des pirogues de 8 à 12 m équipées d'un moteur de 25 CV utilisant comme engin de pêche un filet maillant dérivant. La CPUE a été calculée à partir du nombre de requins à museau pointu pêchés par pirogue et par jour de mai 2009 à avril 2010 (Bizzarro *et al.*, 2007). Nous avons choisi le site de Mbour pour sa position plus accessible au centre de la côte sénégalaise et le fait qu'il soit, d'après les pêcheurs, le site le plus actif dans les débarquements du requin à museau pointu au Sénégal.

Les données sur les autres espèces ont été collectées de juillet 2009 à septembre 2010 au niveau des débarcadères des huit sites retenus à savoir : Saint-Louis, Dakar, Mbour, Joal, Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Sikiring. Nous n'avions pas d'espèces ciblées en commençant nos enquêtes sur le terrain mais à l'issue de nos prospections, en plus du requin à museau pointu, 15 espèces ont été répertoriées dont 7 espèces de requins et 8 espèces de raies. Les espèces de requins ont été : l'émissole lisse, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), le requin-nourrice, *Ginglymostoma cirratum* (Müller et Henle, 1837), le requin-marteau halicorne, *Sphyrna lewini* (Griffith et Smith, 1834), le requin-marteau commun, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), le grand requin-marteau, *Sphyrna mokarran* (Rüppell, 1837), le requin bordé, *Carcharhinus limbatus* (Müller et Henle, 1839) et l'ange de mer épineux, *Squatina oculata* (Duméril, 1829). Les espèces de raies ont été la pastenague marguerite, *Dasyatis margarita* (Günther, 1870), la pastenague perlée, *Dasyatis margaritella* (Compagno et Roberts, 1984), la pastenague commune, *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), la mourine lusitanienne, *Rhinoptera marginata* (Geoffroy et Saint-Hilaire, 1817), la raie papillon glabre, *Gymnura micrura* (Bloch et Schneider, 1801), la raie-papillon épineuse, *Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758), la raie-guitare fouisseuse, *Rhinobatos cemiculus* (Geoffroy et Saint-Hilaire, 1817) et la raie tigrée, *Zanobatus schoenleinii* (Müller et Henle, 1841).



Ces espèces ne sont pas certainement les seules présentes dans la zone mais pour des raisons de distribution et d'importance dans les captures, certaines n'ont pas été observées dans les prises des pêcheurs lors de nos prospections dans les différents sites retenus. Pour chaque individu, la longueur totale et/ou la largeur totale du disque en cm ont été mesurées, le poids en g pesé, le sexe et le stade de maturité déterminés. L'état de maturité chez les mâles a été étudié à partir des ptérygopodes tandis que celui des femelles a été déterminé à partir de l'état des ovaires, des follicules et de l'utérus. Les individus proviennent des captures de la pêche artisanale des principaux sites de débarquement : Saint-Louis au nord du pays, Dakar dans la Presqu'île du Cap-Vert, Mbour et Joal au centre-ouest du pays, et enfin Kafountine, Élinkine, Diogué, et Cap Skiring au sud-ouest (Casamance).

2.3. Résultats

2.3.1. Cas du requin à museau pointu

Les requins à museau pointu sont débarqués le long des côtes sénégalaises pendant toute l'année avec toutefois des quantités variant en fonction des mois et des sites de pêche. Au total, 1682 individus sont collectés au niveau des débarquements (Tableau 2.1).

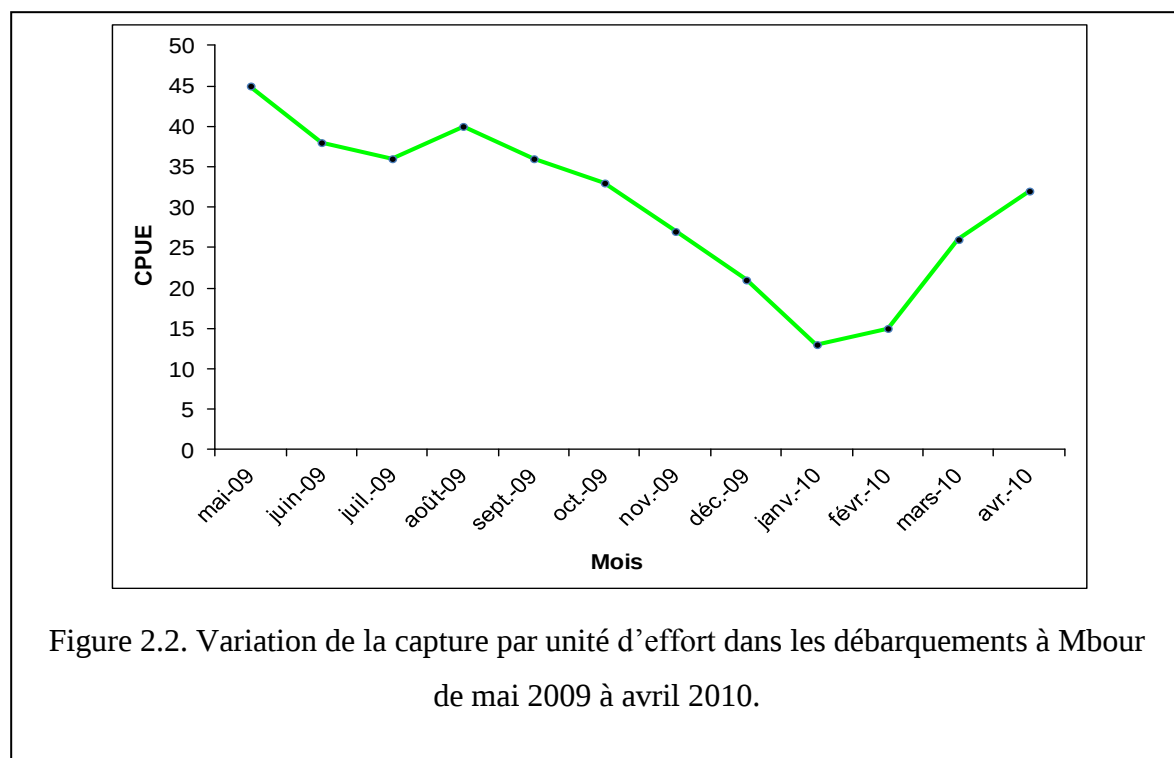
Les sites de Mbour, Joal et Kafountine constituent les endroits où les débarquements sont les plus importants avec des pourcentages respectifs de 36,9%, 23,1% et 19,9%. Les taux de débarquement les plus faibles sont notés aux sites de Cap Skiring, Élinkine et Saint-Louis avec respectivement 2,8%, 0,6% et 2% du total (Tableau 2.1).

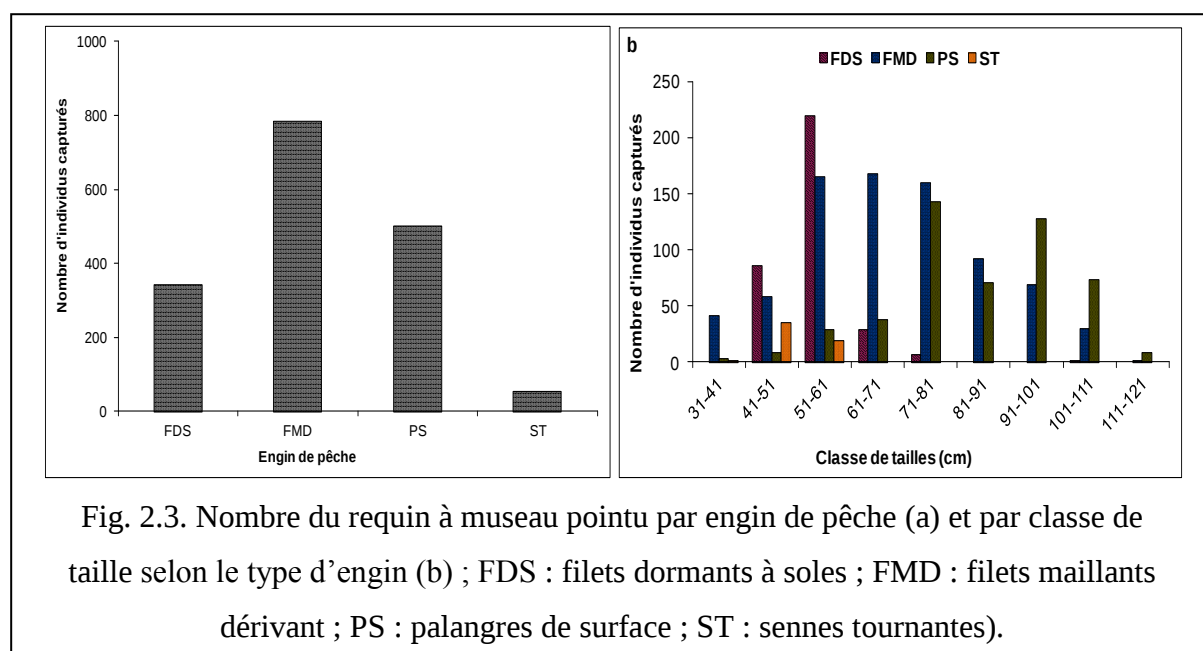
À Mbour, la CPUE montre que les débarquements sont plus importants de mai à juin et plus faibles entre janvier et février (Figure 2.2), ce qui indique des variations d'abondances au cours du cycle annuel. Le nombre d'individus débarqués par mois à Mbour varie significativement (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 222,751$; d.l. = 74 ; $p < 5$). La différence s'est accentuée aux mois de mai et juin par rapport aux autres mois (Figure 2.2).

Les filets maillants dérivant représentent les engins les plus utilisés pour la capture de *R. acutus* au Sénégal avec 784 individus (46,5% des prises), suivis des palangres de surface et des filets maillants à soles avec respectivement 501 individus (29,8%) et 342 individus (20,4%) des captures (Figure 2.3a). L'engin le moins utilisé est la senne tournante avec 55 individus (3,3%) des captures uniquement à Kafountine. Seuls les filets maillants dérivant sont utilisés dans tous les sites de pêche et les palangres de surface sont utilisées dans les sites de débarquement au centre-ouest, à Mbour, Joal et Dakar. La senne tournante, le filet maillant à soles et le filet maillant dérivant capturent des petits individus tandis que la palangre de surface capture en majorité des individus adultes (Figure 2.3b). Une différence significative est notée en comparant la moyenne des tailles des captures en fonction des engins (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 460,519$; d.l. = 77 ; $p < 5$).

Tableau 2.1. Composition des captures du requin à museau pointu selon les sites de débarquement

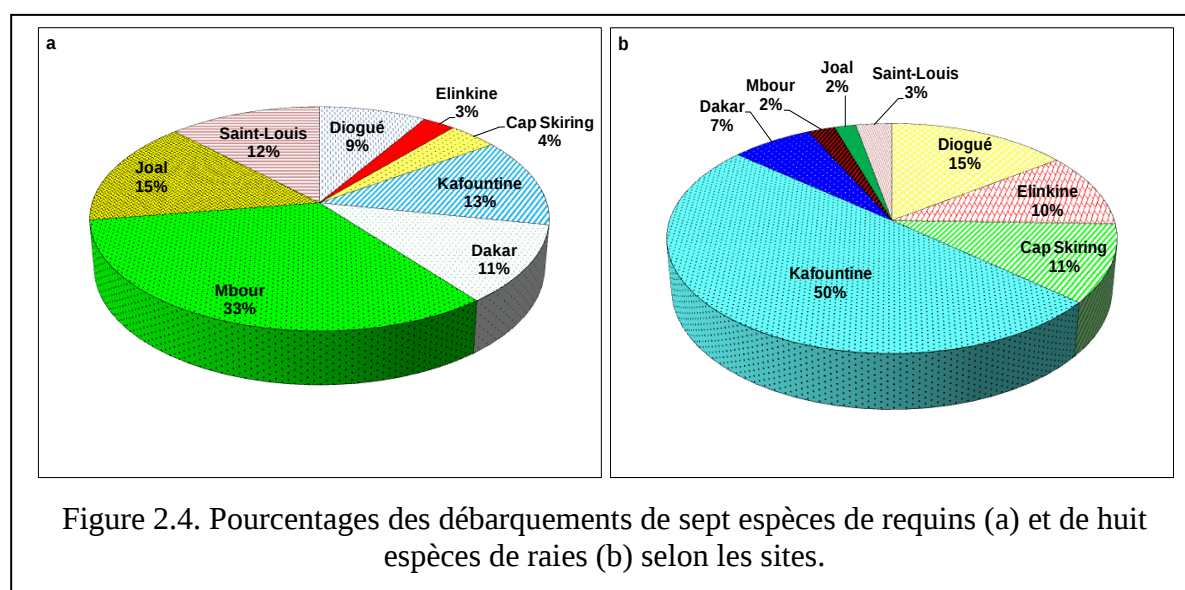
Sites	n	n femelles	n mâles	écart LT (cm)	Moy LT (cm)	Sex-ratio	Captures%
Saint-Louis	34	20	14	59-94	79±08	1,43:1	2,0
Dakar	102	80	22	48-113	88±18	3,64:1	6,1
Mbour	620	374	246	31-112	75±18	1,53:1	36,9
Joal	389	252	137	31-112	74±17	1,84:1	23,1
Kafountine	334	194	140	38-109	57±11	1,39:1	19,9
Élinkine	10	5	5	56-73	67±06	1,00:1	0,6
Diogué	145	94	51	47-105	56±12	1,84:1	8,6
Cap Skiring	48	29	19	46-109	63±13	1,53:1	2,9
Total	1682	1048	634	31-113	70±19	1,65:1	100





2.3.2. Cas des autres espèces d'élasmobranches

Le suivi des captures des sept autres espèces de requins montre que ces espèces sont plus débarquées dans les sites situés au centre et au nord (Mbour : 33% ; Joal : 15% ; Saint-Louis : 12%). Les sites situés en zone sud ont enregistré les plus faibles débarquements (Diogué : 9% ; Cap Skiring : 4% ; Élinkine : 3% ; Figure 2.4a). Cependant pour les raies, ce sont les sites situés en Casamance qui ont connu les plus grands débarquements avec Kafountine (50%), Diogué (15%), Cap Skiring (11%) et Élinkine (10%). Les débarquements sont très faibles dans les sites au nord avec Dakar, Saint-Louis, Mbour et Joal qui représentent respectivement 5, 3, 2 et 2% des débarquements (Figure 2.4b).



Le ratio global (femelles/mâles) des requins et des raies a été en faveur des femelles sur l'ensemble des espèces sauf pour *Z. schoenleinii* et *D. margaritella*. (Figure 2.5a et b).

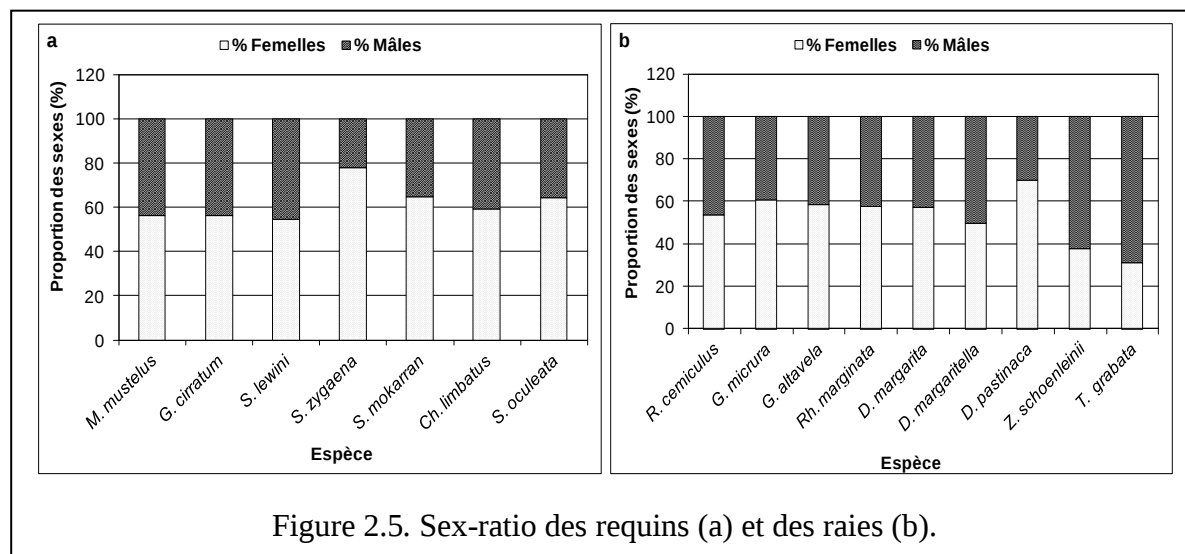


Figure 2.5. Sex-ratio des requins (a) et des raies (b).

Les structures des tailles des captures des requins montrent que pour le requin-nourrice *G. cirratum*, les quelques individus débarqués (16 individus) en Casamance étaient matures avec une LT allant de 189 à 285 cm, (Figure 2.6). Par contre, chez *S. lewini*, *S. mokarran* et *S. zygaena*, tous les individus étaient immatures. Les captures de ces trois espèces sont plus nombreuses en Casamance et sont le plus souvent des captures accessoires (Figure 2.6). Une large gamme de taille est observée chez *C. limbatus* allant de 45 à 129 cm. Concernant l'espèce *S. ocaleata*, les débarquements sont observés seulement à Dakar (à Ouakam) où les pêcheurs par plongée les débarquent. Pour *M. mustelus*, elle n'est débarquée que dans les sites du centre et du nord.

La composition des tailles de la raie *G. micrura*, montre que tous les stades de maturité sont débarqués. Cette espèce est plus débarquée à Kafountine. L'autre espèce du genre présente sur les côtes sénégalaises, *G. altavela* est moins débarquée. Seuls 24 individus sont débarqués. Concernant la raie *R. marginata*, plusieurs gammes de taille sont observées (42 à 86 cm ; Figure 2.7). La raie guitare, *R. cemiculus*, est la plus débarquée parmi les espèces de raies. Les raies pastenagues représentées par trois espèces que sont *D. margaritella*, *D. margarita* et *D. pastinaca* sont plus débarquées en Casamance. Les pastenagues perlées débarquées sont presque toutes matures tandis que les individus appartenant aux deux autres espèces sont composés de matures et d'immatures. Les captures de *D. margarita* et *G. micrura* sont essentiellement dominées par des femelles et des juvéniles surtout à Kafountine. *Z. schoenleinii* est uniquement observée à Joal avec des individus tous matures (Figure 2.7).

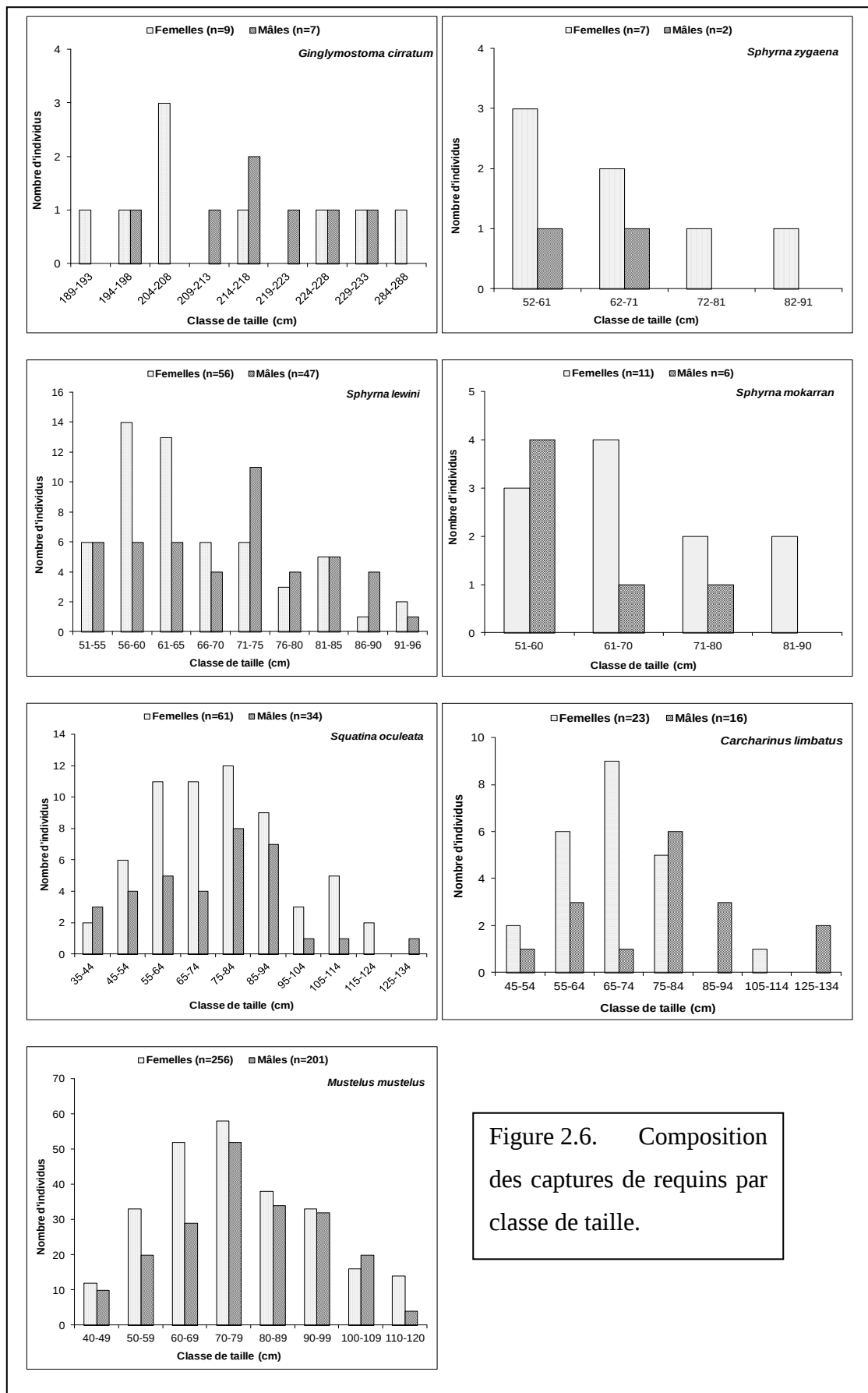


Figure 2.6. Composition des captures de requins par classe de taille.

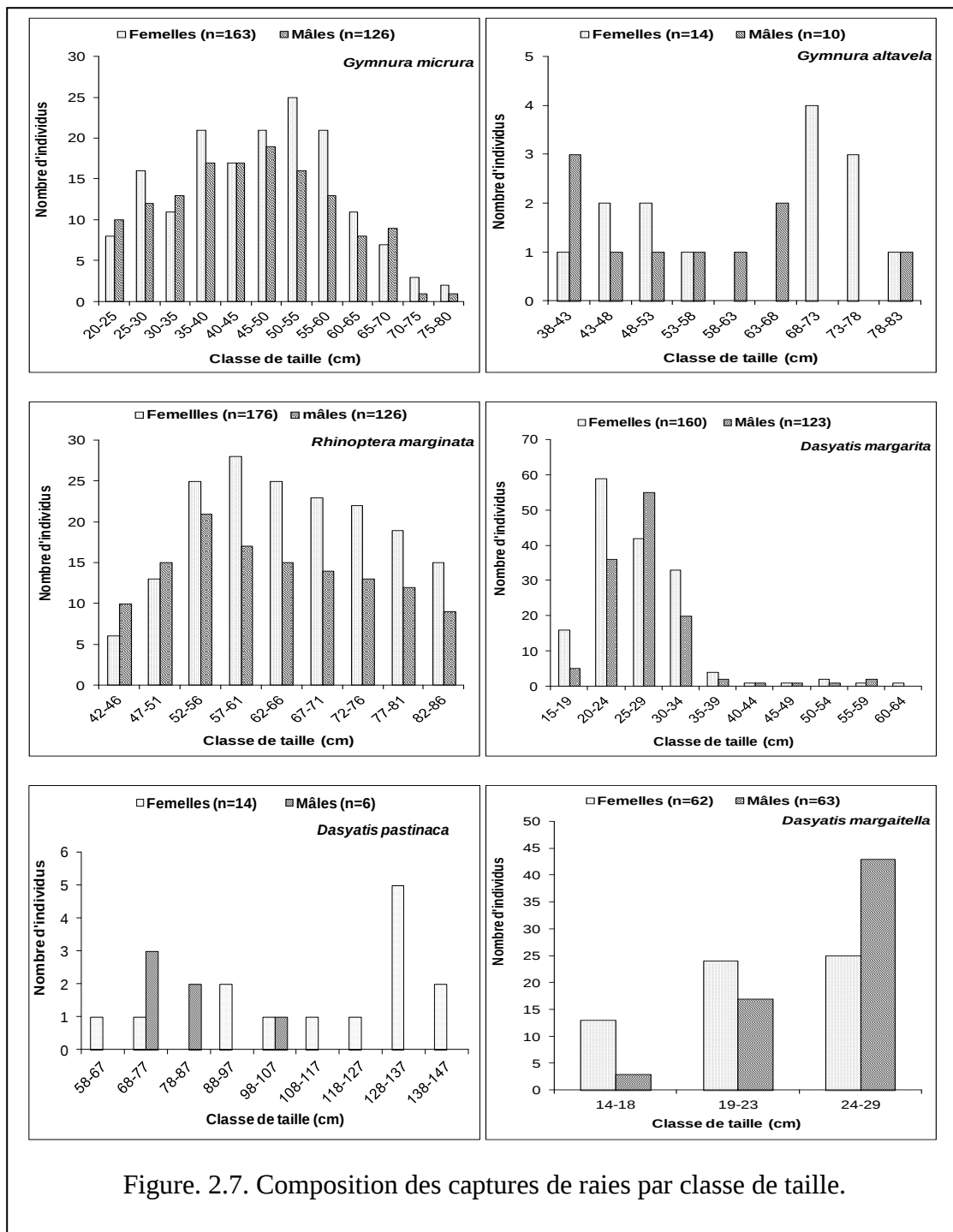


Figure. 2.7. Composition des captures de raies par classe de taille.

2.4. Discussion

Les résultats de cette étude ont permis d'obtenir des informations plus fiables sur la pêche du requin à museau pointu et de quelques autres espèces d'élasmobranches au niveau des côtes sénégalaises. La recherche scientifique dans les pêcheries d'élasmobranches constitue la clé du développement du système de gestion de la ressource halieutique (Simpfendorfer, 1998). Les quelques données existantes sur les pêcheries d'élasmobranches sénégalaises dans cette période d'effondrement des stocks sont fournies dans le cadre du Programme Requins au plan sous-régional. Le PAN-Requins ne prend pas en compte le volet recherche sur la biologie et l'écologie de ces espèces faute de moyens et de décisions politiques. L'Australie est parvenue à bien gérer le stock de *Mustelus antarcticus* par une meilleure connaissance de sa biologie et une meilleure stratégie de gestion, notamment par une régulation du maillage des filets de pêche (Walker, 1998 ; Stevens, 1999). Les statistiques officielles sur les pêcheries d'élasmobranches dans beaucoup de pays sont biaisées. Des estimations brutes indiquent que plus de 95 000 tonnes d'élasmobranches sont débarquées annuellement dans les eaux africaines (Kroese & Sauer, 1998). La tendance à la hausse des captures d'élasmobranches a été notée dans toutes les régions du monde. Cette tendance, également notée au Sénégal, pourrait s'expliquer par une augmentation de la pression de pêche sur les ressources halieutiques (FAO, 2008b).

La pêche artisanale occupe une place prépondérante dans l'exploitation des élasmobranches en Afrique en général et au Sénégal en particulier. En Afrique, le secteur de la pêche artisanale des requins multispécifique, utilise de nombreux engins de captures (Kroese & Sauer, 1998). Les flottilles artisanales au Sénégal, à l'exclusion des thoniers pêchant aux appâts, sont autorisées à opérer dans les 6 à 7 milles (Fall, 2009). Les pêcheurs artisanaux au Sénégal capturent les élasmobranches surtout comme prises accidentelles dans les pêcheries de téléostéens (*Arius laticulatus*, *Cynoglossus senegalensis*, *C. monody* et d'autres espèces non identifiées). De grandes quantités de requins ont été débarquées dans les pêcheries de crevettes en Afrique et ces prises accessoires ont été estimées à 23 000 tonnes (Kroese & Sauer, 1998). Les pêcheurs artisanaux d'élasmobranches se limitent le plus souvent près de la côte ; or ces zones sont des zones de nurserie de ces espèces et cela expliquerait la forte présence des raies femelles adultes et de juvéniles du genre *Dasyatis* dans les captures à Kafountine. Toutefois, une étude plus poussée devra infirmer ou confirmer cette hypothèse.

En Afrique de l'Ouest en général et au Sénégal en particulier, le manque de données historiques sur la pêche de *R. acutus* empêche toute comparaison avec le statut antérieur de la pêche de cette espèce. La présente étude est la première qui précise quelques informations sur la pêche de quelques élasmodontes en général et de *R. acutus* en particulier. Dans beaucoup de régions du monde, *R. acutus* est essentiellement capturé par la pêche artisanale. Motta *et al.* (2005) ont montré que les espèces du genre *Rhizoprionodon* font partie des requins les plus capturés dans le monde principalement par la pêche artisanale. Marquez-Farias *et al.* (2005) ont montré l'importance de *R. longurio* dans les pêcheries artisanales mexicaines. Le requin à museau pointu est un requin côtier très accessible aux pêcheurs artisanaux. Les données portant sur les autres espèces ont montré également, comme dans beaucoup de régions du monde, la prédominance de la pêche artisanale dans les captures de requins et de raies.

Les engins utilisés et les particularités biologiques des espèces sont deux paramètres qui affectent l'espèce. Les requins pélagiques et semi-pélagiques qui s'activent en eaux peu profondes (particulièrement les Carcharhinidés) sont plus exposés aux engins de pêche utilisés par les pêcheurs artisanaux sénégalais.

Des dizaines de millions d'élasmodontes sont prises chaque année par les palangres, les sennes tournantes commerciales et les filets maillants dans tous les océans du monde (Dulvy *et al.*, 2008). Sur les 21 espèces pélagiques océaniques prises régulièrement par la pêche en haute mer dans le monde, 52% sont menacées (Dulvy *et al.*, 2008). La plupart des requins capturés au Sénégal appartiennent à la Famille des Carcharhinidés. Les filets de pêche capturant les requins ont des tailles différentes et ainsi les requins ne sont pas exposés au même titre. Les petits individus passent à travers les mailles des gros filets comme les « félé-félé » ou filets maillants à *Rhinobatos*. C'est pourquoi à Élinkine où ces filets sont plus utilisés, les gros individus comme les grands requins-marteau ont été observés tandis qu'à Diogué et à Kafountine où les filets dormants sont utilisés, les requins de petites tailles sont plus fréquents. Les filets maillants à *Rhinobatos* ou « félé-félé » ont été introduits au Sénégal par les ghanéens à partir de la Casamance. Les pêcheurs saint-louisiens ont été aussi les premiers à adopter les félé-félé comme les filets à *Rhinobatos*. La technique utilisée pour cet engin est que le pêcheur se déplace à son gré surtout la nuit et cela crée beaucoup de conflits avec les pêcheurs à filets fixes en Casamance. Les filets maillants dérivant ou « yolal » très utilisés dans les captures d'élasmodontes au Sénégal ont été introduits à Joal par les

ghanéens vers les années 1990 pour assurer un ravitaillement correct des ateliers de transformation de requins. Pour le filet dormant à poissons, les captures accessoires de requins ont représenté 14% de toutes les espèces totales (DPM, 2005). Les filets dormant à soles ont été responsables de 7% des captures totales (DPM, 2005). Les palangres, la senne tournante, la senne de plage et les filets maillants encerclant ont été moins utilisés dans les captures (DPM, 2005). Le degré d'utilisation de ces engins de pêche d'après les données de la DPM ne corrobore pas avec celui trouvé dans l'étude de la pêcherie du requin à museau pointu. Dans l'étude de la pêcherie de cette espèce, les engins utilisés sont les filets maillants dérivant, les filets dormants à sole, les palangres et la senne tournante. Marquez-Farias et Castillo-Géniz (1998) ont montré l'utilisation de plusieurs engins de pêche concernant *R. terraenovae* au Mexique. En général, les requins sont capturés aux filets maillants, aux palangres ou au chalut dans la pêche industrielle et artisanale (Walker, 1998).

Le filet maillant dérivant a été plus utilisé pour la capture du requin à museau pointu dans cette étude (46,5%). Au nord de l'Australie, cette espèce représente 8,6% des captures de requins et 2% des captures sont assurés par les filets maillants (Stevens & Mcloughlin, 1999). Au Maroc, selon Tudela *et al.* (2005), beaucoup de requins sont capturés par les filets maillants dérivant surtout pour les espèces *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, *Alopias vulpinus*. En mer ionienne, en Méditerranée, les requins représentent 11,3% en masse des captures des filets dérivant (Megalofonou *et al.*, 2005). Dans les régions du golfe du Mexique et des Caraïbes, beaucoup d'espèces de requins telles que *R. terraenovae*, *R. lalandi*, *Sphyrna tiburo*, *Carcharhinus limbatus* sont capturées aux filets maillants dérivant (Walker, 1998).

Dans l'étude la pêcherie de *R. acutus*, les palangres de surface ont été le deuxième engin le plus utilisé dans les captures (29,8%) avec un large usage dans la zone centre (Dakar, Mbour et Joal). La pêche à la palangre a un impact très important sur les populations d'élasmobranches (Kroese & Sauer, 1998). Au Sénégal, les palangres sont utilisées pour cibler quelques espèces de requins souvent de grandes tailles (FAO, 2008b). Cet engin est très performant dans les captures de requins car les requins comme *R. acutus* sont très fréquents à de faibles profondeurs. Les captures de requins à la palangre sont souvent notées dans la pêcherie d'autres espèces de poissons. Au nord de l'Australie, *R. acutus* est capturée à la palangre par les pêcheurs taïwanais avec 6,6% des captures (Stevens & Mcloughlin, 1999). Au moins 12 espèces de requins sont capturées par les palangres de surface en méditerranée (Di Natale, 1998 ; Megalofonou *et al.*, 2005).

Dans cette étude, les filets dormants à soles ne sont utilisés qu'en Casamance, au sud du pays, dans la capture de *R. acutus* (20,4%) et de petits requins marteaux comme *Sphyrna lewini*. Les requins sont souvent capturés accessoirement par les pêcheurs qui sortent quotidiennement et qui pêchent la sole. Avec cette technique, le pêcheur laisse son filet « dormir » et passe plusieurs fois vérifier la prise. Les prises accessoires de requins pélagiques par ces engins de pêche des téléostéens ont été bien montrées par Walker (1998) dans les pêcheries du Pacifique. Au Sénégal, l'utilisation du monofilament non biodégradable peut faire beaucoup de dégâts.

La senne tournante, l'engin le moins utilisé pour capturer le requin à museau pointu (3,3%) n'a été observée qu'en Casamance avec des tailles de captures généralement inférieures à 70 cm (LT). Les raies du genre *Dasyatis* sont souvent capturées accessoirement surtout à Kafountine. La senne tournante est l'engin de prédilection des espèces grégaires formant des bancs. Il peut s'agir des petits pélagiques côtiers, de gros pélagiques hauturiers, d'espèces semi-pélagiques évoluant en pleine mer, mais aussi de requins en concentration lors des périodes de reproduction ou suivant leurs proies. En Casamance dans les sites de Kafountine, Élinkine, Diogué et Cap Skiring, les captures de requins par sennes tournantes représentent 24 % du total de toutes les espèces (DPM, 2005). En Tunisie, ce même engin capture accessoirement des requins pélagiques et des raies dans les pêcheries de téléostéens ou d'autres petits pélagiques (Hattour, 2000). Au centre de la Méditerranée, plus de 70% des captures du requin blanc sont dus à la senne tournante (Fergusson, 1996 ; Saïdi *et al.*, 2005). L'étude de ces engins de pêche des élastomobranches au Sénégal en général et de *R. acutus* en particulier est très importante dans l'évaluation de la pêcherie de ces espèces. Au sud de l'Australie, une bonne étude des maillages des filets de pêche a permis d'élaborer des mesures de gestion et de mieux protéger le stock (Stevens *et al.*, 2000).

Les côtes sénégalaises sont fréquentées par de nombreuses espèces de requins et de raies appartenant à plusieurs Familles. Chez les requins, les Carcharhinidés et les Triakidés ont été les Familles les plus importantes. Les espèces appartenant à ces Familles sont le plus souvent pélagiques, côtières et très vulnérables aux engins de pêche artisanaux. Chez les raies, les Rhinobatidés ont été les plus débarqués. La raie guitare *Rhinobatos cemiculus* est une espèce très capturée dans les « bolongs » en Casamance. Elle est appréciée localement car elle présente un double intérêt pour la valeur des ailerons achetés par la communauté guinéenne et la chair achetée par la communauté ghanéenne.

Notre étude sur le terrain et l'analyse de la base de données de la DPM ont permis de voir que la plupart des requins débarqués ne sont pas identifiés par les agents de collecte et sont appelés « requins ». Cela montre le besoin de formation de ces agents pour une bonne identification des espèces débarquées. Les deux espèces que sont *M. mustelus* et *R. acutus* sont souvent confondues car elles se ressemblent beaucoup au niveau du museau mais sont facilement reconnaissables à la dentition plus lisse et à la queue plus longue chez *M. mustelus*. Chez les raies, le problème d'identification semble moins se poser car toutes les espèces sont souvent bien identifiées même si des confusions entre espèces du même genre ne sont pas à écarter. Les observations que nous avons faites sur le terrain nous ont permis de voir que les espèces *Gymnura micrura* et *G. altavela* ainsi que les espèces *Dasyatis margarita* et *D. margaritella* sont souvent confondues. Toutefois, les quantités officielles des débarquements montrent à quel niveau elles sont sous-estimées à cause d'un manque d'agents de collecte. Cela pose un véritable problème dans la mise en œuvre des mesures de gestion des élasmobranches au Sénégal.

A l'heure actuelle, les pêcheries sénégalaises d'élasmobranches ne font l'objet d'aucune gestion spécifique. Contrairement aux poissons téléostéens dont les débarquements sont soumis à une certaine taille ou un certain poids, les requins et les raies ne font l'objet d'aucune condition de capture, de débarquement ou de mise en vente. La loi 98-32 du 14 avril 1998 a tout de même introduit pour la première fois la notion de « repos biologique » en visant la reproduction et/ou le recrutement qui a pour but une limitation de la mortalité par pêche surtout concernant les prises accessoires. Les prises accessoires d'élasmobranches telles que définies par Bonfil (1994), qui les considère comme toutes les captures de requins et de raies dans les pêcheries ciblant d'autres espèces constituent une grande part des débarquements de poissons en Afrique. L'essentiel des 39 000 tonnes d'élasmobranches débarqués en 1994 dans le continent était composé de captures accidentelles (Anon, 1996). Les captures accessoires de requins au Sénégal représentent 34% de toutes espèces confondues (DPM, 2005). La capture des élasmobranches est inévitable pour plusieurs raisons. Le « yolal », un des engins actifs de la pêche artisanale effectuée le plus souvent la pêche pendant la nuit. Cette période de forte activité de ces espèces de poissons démersaux et semi-pélagiques correspond à celle de prédilection de nombreuses espèces qui, durant leur recherche de proies, se heurtent aux filets dérivant et ainsi sont retenues dans les mailles. La forte présence d'élasmobranches dans les captures des téléostéens surtout en zone sud montre l'importance de ces captures accidentelles au Sénégal. A Kafountine, les pirogues ciblant les

soles ou d'autres poissons osseux débarquent quotidiennement beaucoup d'élasmobranches avec souvent de grosses quantités. Seule la raie guitare et les autres espèces de requins de grandes tailles échappent à ces prises car ces espèces font l'objet d'une pêche ciblée.

La forte demande d'ailerons de requins est aujourd'hui reconnue comme étant le moteur d'une forte mortalité des requins aussi bien dans les prises accessoires que dans la pêche ciblée en particulier dans les eaux internationales (Clarke *et al.*, 2007) même si le « finning » est aujourd'hui interdit dans beaucoup de pays (Camhi *et al.*, 2007). La situation de baisse de la pêche industrielle des élasmobranches au Sénégal pourrait plutôt être stratégique car la pêche industrielle étant très spécialisée, les pêcheurs tendent toujours à maximiser au mieux la rentabilité de leur campagne de pêche du fait des lourdes charges d'exploitation de leurs navires (DPM, 2005).

Dans ce travail, les captures du requin à museau pointu ont été plus importantes pendant les mois de mai à octobre et cela est aussi observé chez beaucoup d'espèces comme *Mustelus mustelus* et *Rhinobatos cemiculus*. Ce résultat, montrant une saisonnalité des captures de *R. acutus*, laisse supposer une présence des individus dans les zones pêchées expliquant ainsi une plus forte prise par les pêcheurs artisanaux. Au Sénégal, la période allant de novembre à avril correspond à la saison froide caractérisée par des eaux froides et salées (Rebert, 1983) et la période allant de mai à octobre correspond à la saison chaude caractérisée par des eaux chaudes et moins salées (Barry-Gérard, 1994) ce qui pourrait avoir des conséquences sur les aspects bio-écologiques des poissons en général et des requins en particulier. Le requin à museau pointu est plus débarqué sur les côtes-Est indiennes entre les mois de février à septembre (Devadoss *et al.*, 1989). Dans ce pays, la saison chaude se situe entre mars et juillet et la saison des pluies se situe à la même période qu'au Sénégal. Smith *et al.* (2009) ont montré que les captures de requins par la pêche artisanale au Mexique étaient plus importantes du printemps à l'automne. Quelques différences entre les périodes de pics dans les débarquements peuvent être notées d'une zone à une autre et elles pourraient être expliquées par des aspects écologiques ou dans l'échantillonnage ou par les engins utilisés.

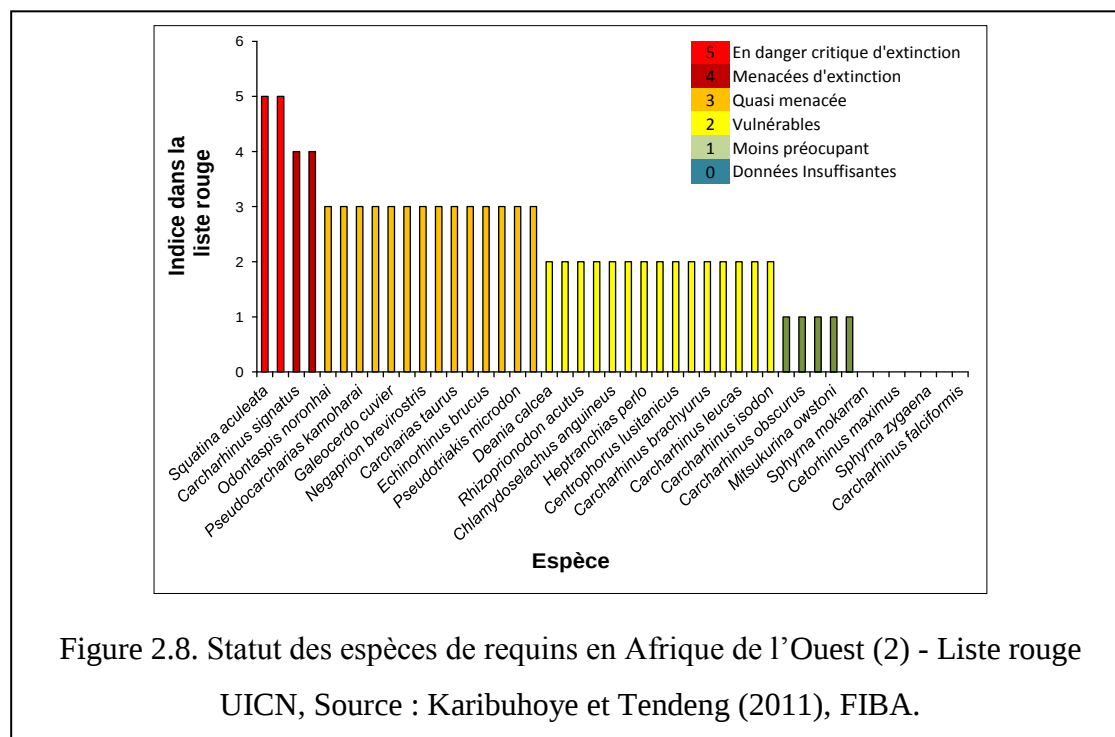
Dans la zone sud, ce sont les pêcheurs eux-mêmes qui vendent les élasmobranches capturés aux transformateurs qui sont tous des ghanéens qui font du salé-séché ou du métorah. Une petite partie des ces produits transformés sera consommée par ces transformateurs eux-mêmes et l'autre partie sera convoyée vers le port de Dakar ou de Banjul pour être exportée vers les pays comme le Ghana, le Nigéria, la Côte d'Ivoire. Les captures de *R. acutus* dans la

zone sud, de tailles plus petites que celles de la zone centre et nord, sont vendues à des prix plus bas. Les ailerons ne sont pas coupés avant la vente aux transformateurs. Quelque soit leur taille, les 3 sont vendus entre 100 et 150 FCFA, soit les 30 entre 1 000 et 1 500 FCFA. A Mbour et à Joal, les pêcheurs vendent les produits de cette espèce à des mareyeurs par lot et non par individus. Les mareyeurs, après avoir coupés les ailerons, vendent par caisse à leur tour aux transformateurs qui sont des sénégalais. Des caisses de 100 à 150 individus sont vendues entre 15 000 et 20 000 FCFA. Les transformateurs (surtout sérères) assurent le salé-séché et vendent les produits à des distributeurs qui les ventilent à l'intérieur du pays surtout dans les villages sérères du Sine et du Saloum. Au Sénégal, la consommation de la chair de ces requins est peu connue mais avec la crise économique et la baisse drastique de la consommation en protéines animales, beaucoup de localités dans le pays en demandent.

La forte proportion des jeunes et des femelles dans les débarquements suggère que les principales nourriceries des élasmobranches sont sous forte pression de pêche. Les requins attirent moins d'attention par rapport aux poissons osseux qui ont une rentabilité plus grande. Les tailles et les stades de maturité ne sont pas souvent notés. Toutefois, d'après les observations faites sur les huit centres de collecte, les petits individus immatures et les femelles dominent dans les captures pour presque toutes les espèces débarquées. Et cela constitue un réel danger compte tenu de la biologie de ces espèces proche de celle des Mammifères. En plus, les tailles des captures sont largement en deçà de celles obtenues par d'autres auteurs au Sénégal (Cadenat, 1950 ; Cadenat & Blache, 1981 ; Capapé *et al.*, 1994 ; Capapé *et al.*, 2006). Cette diminution généralisée des tailles dans les captures, notée chez presque toutes les espèces, constitue un signe tangible d'une dégradation des stocks d'élasmobranches au Sénégal.

Aucune étude sur le niveau d'exploitation et sur le statut de nos ressources de requins et de raies n'a été faite jusqu'ici au Sénégal. C'est à l'échelle sous régional au sein de la CSRP en Afrique de l'Ouest où quelques données sont disponibles. Cette structure regroupe 7 pays de l'Afrique de l'Ouest qui sont le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée, la Guinée-Bissau, la Mauritanie, le Sénégal et la Sierra Leone. Elle sert à harmoniser les politiques à long terme des États membres dans la préservation, la conservation et l'exploitation des ressources halieutiques au profit des populations respectives. Les stocks de poissons pélagiques et semi-pélagiques y sont pleinement exploités voire surexploités comme dans beaucoup de pays dans le monde. D'après Camhi *et al.* (2007), 32% des requins pélagiques et raies dans le monde

sont menacés (6% en danger et 26% vulnérables). Une dégradation générale du statut de l'ensemble des espèces et des risques clairs pour les espèces de grande taille ont été notés. La liste rouge de l'UICN des requins et des raies de l'Afrique de l'Ouest qui a été actualisée en 2006 grâce au projet PSRA-Requins donne une indication sur le niveau de danger des espèces d'élasmobranches au Sénégal (Figure 2.8).



En Afrique de l'Ouest 73% des espèces identifiées sont en danger ou vulnérables ; 11% ne sont pas menacées et pour 16% il n'y pas de données suffisantes. Les anges de mer (*Squatina aculeata*, *S. oculata* et *S. squatina*), les poissons-scies (*Pristis microdon*, *P. pectinata*, *P. pristis*), le grand requin marteau (*Sphyrna mokarran*), la raie guitare (*Rhynchobatus luebberti*) sont en danger critique d'extinction. Les raie-guitares (*Rhinobatos cemiculus* et *R. rhinobatos*) sont en danger. La raie-papillon épineuse (*Gymnura altavela*), l'émissole à grandes lèvres (*Leptocharias smithii*), le requin à museau pointu (*Rhizoprionodon acutus*), les requins marteaux (*Sphyrna lewini*, *S. zygaena*), la raie-guitare d'Irvine (*Rhinobatos irvinei*), et la pastenague à queue épineuse (*Dasyatis centroura*) sont considérées comme des espèces vulnérables (Diop & Dossa, 2011).

La gestion des pêcheries des élasmobranches dans l'espace de la CSRP ont poussé le Sénégal et les structures sous-régionales à entreprendre un certain nombre de mesures pour éviter l'effondrement de la pêche. L'état de pleine exploitation voire de surexploitation lié

à une forte demande du marché régional et international et des insuffisances dans la réglementation ont poussé les autorités sénégalaises à mettre en place le PAN-Requins. Ainsi le Sénégal a été l'un des premiers pays de la CSRP à élaborer le PAN-Requins par arrêté ministériel N°006477 du 25 septembre 2006. Avant la mise en place du PAN-Requins, il existait une absence d'un système de suivi des pêcheries tenant compte de leur spécificité. Le système du CRODT, pour des raisons financières, ne couvre plus que huit (8) centres de débarquement. Les agents de terrain chargés de la collecte des statistiques de pêche avaient peu de connaissances sur les espèces d'élastmobranches débarquées. L'objectif principal du PSRA-Requins était la conservation et la gestion des populations de Requins dans les 7 pays de la CSRP. Depuis la mise en œuvre du PAN-Requins et du PSRA-Requins diverses activités ont été menées. Toutefois, suivant le concept de l'approche de précaution, certaines recommandations peuvent être retenues compte tenu des problèmes observés dans l'étude de la pêcherie de *R. acutus* et des autres espèces d'élastmobranches au Sénégal :

- ☉ éviter la surpêche des élastmobranches surtout les individus en âge d'être recrutés ;
- ☉ veiller à ce que des nombres suffisants d'élastmobranches survivent et parviennent à maturité surtout à Kafountine, Diogué et Cap Skiring où il y a beaucoup de juvéniles dans les captures surtout pour l'espèce *R. acutus* et le genre *Dasyatis* ;
- ☉ reconvertir les pêcheurs pour passer progressivement des requins vers d'autres ressources halieutiques ;
- ☉ mettre en place des mécanismes destinés à associer les acteurs de la pêche industrielle et artisanale au suivi et à la prise de décisions en matière de gestion ;
- ☉ poursuivre les programmes de formation au profit des acteurs de la pêche afin d'appliquer les mesures de gestion et les techniques normalisées de collecte des données ;
- ☉ encourager la recherche sur la connaissance de la biologie et de l'écologie de certaines espèces à l'échelle sous régionale car l'aspect sous régional de la pêcherie a été confirmé ;
- ☉ sensibiliser les pêcheurs pour une réduction des prises accessoires surtout pour les filets à sole à Kafountine et Diogué.
- ☉ protéger les nurseries des espèces menacées avec l'élaboration d'aires marines protégées pour la conservation des élastmobranches en Afrique de l'Ouest ;
- ☉ fixer des quotas ou limites de prises (y compris les prises accessoires) ;
- ☉ déterminer la variation de la sélectivité des filets maillants en relation avec la taille des requins et l'ouverture des mailles des filets ;

- ☯ évaluer la variation de la sélectivité dans le cadre de la pêche à l'hameçon en fonction de la taille du requin et celle de l'hameçon ;
- ☯ augmenter (ou instaurer) la taxe sur le commerce des ailerons et de la chair des élasmobranches ;
- ☯ mise en place d'un observatoire sur l'exploitation des élasmobranches dans l'espace CSRP avec une harmonisation des législations de pêche des élasmobranches dans l'espace CSRP.

Toutes ces recommandations répondent à des objectifs stratégiques de la Lettre de Politique Sectorielle des Pêches et de l'Aquaculture du Sénégal que sont : (i) une gestion durable de la pêche et de l'aquaculture tout en assurant sa viabilité économique et (ii) l'accroissement de la valeur ajoutée des produits halieutiques.

Le déficit majeur pour les structures de gestion de pêcherie des requins et de raies au Sénégal sera de limiter les captures afin d'éviter l'épuisement des stocks d'élasmobranches. Pour atteindre ce but, les sciences halieutiques peuvent permettre d'asseoir de nouvelles approches dans l'acquisition et l'évaluation de nouvelles données de la pêche pour peaufiner de nouvelles stratégies assurant l'exploitation durable de la ressource.

CHAPITRE 3

RELATIONS BIOMÉTRIQUES DU REQUIN À MUSEAU POINTU



CHAPITRE 3. RELATIONS BIOMÉTRIQUES DU REQUIN À MUSEAU POINTU

3.1. Introduction

Le suivi de la structure des débarquements des poissons est très déterminant dans l'élaboration des mesures de gestion des ressources halieutiques. La pêche affecte les communautés de poissons à travers le prélèvement le plus souvent sélectif au niveau de la taille et du sexe. Les variabilités biologiques des caractères étudiés chez les poissons sont à l'origine des difficultés d'analyse de la biométrie. Pour une même taille, divers individus de la même espèce présentent des poids différents, ce qui rend complexe l'établissement de certaines relations biométriques. La relation taille/poids d'une espèce peut donner lieu à certaines applications principalement en bio-écologie et en physiologie. Cette relation est souvent utilisée dans l'estimation des conditions de vie (Safran, 1992), dans le calcul de la biomasse d'une population (Anderson & Gutreuter, 1983) et dans la comparaison des populations d'une espèce vivant dans différentes régions (Goncalves *et al.*, 1997). La relation taille/poids est régulée génétiquement mais dépend aussi d'un ensemble de facteurs externes et internes tels que la nourriture, l'état de maturité sexuelle, la gestation etc. Sa représentativité dans la population dépend de la taille de l'échantillon (nombre d'individus) et de la couverture des tailles observées. La structure par tailles selon les saisons et les lieux de pêche des mâles et des femelles constitue également des paramètres importants dans les études biométriques. Le but de cette étude est de mettre en évidence la structure des tailles des captures de la pêche artisanale du requin à museau pointu en fonction du temps (saisons, mois), de l'espace (sites de débarquement) et du sexe et d'étudier quelques aspects biométriques telle que la relation taille/poids en vue de dégager des caractéristiques pouvant être utilisées dans l'élaboration de mesures de conservation de cette espèce.

3.2. Matériel et méthodes

Un échantillonnage mensuel a été effectué de mai 2009 à mai 2011 sur des d'individus capturés par la pêche artisanale dans toutes les stations de collecte. Les données des deux années ont été compilées pour chaque mois. Pour chaque individu, le sexe, la longueur totale (LT, cm), la longueur à la fourche (LF, cm), la longueur standard (LS, cm), le poids total (PT, g) et le poids éviscéré (PE, g) ont été enregistrés. Le poids éviscéré est obtenu en enlevant tous les viscères. Chez les mâles l'état de maturité a été évalué à partir de l'aspect des testicules et du degré de calcification des ptérygopodes. Trois groupes d'individus ont été ainsi identifiés suivant l'état de maturité : les juvéniles, les pré-adultes et les adultes. Chez les femelles, l'état de maturité a été étudié à partir de l'état des ovaires et de l'utérus (Stehmann, 2002 ; San Martin *et al.*, 2005). Trois groupes de femelles ont été identifiés suivant l'état de maturité : les juvéniles, les pré-adultes, et les adultes.

Les logiciels STATISTICA®, XLSTAT® 2011 et le tableur Excel 2007® ont été utilisés pour les analyses statistiques. La moyenne des tailles par mois, par site de collecte et par saison a été calculée. La relation entre LT et PT a été déterminée grâce à l'équation :

$$PT = aLT^b$$

où a est le facteur de condition moyen et b le coefficient d'allométrie ou de régression du poids total (PT) sur la longueur totale (LT) à travers l'expression logarithmique de type $\ln(PT) = \ln(a) + b \ln(LT)$ (Hayes *et al.*, 1995). Le coefficient b (pente de la droite de régression) varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. Il exprime la forme relative du corps d'un poisson. Lorsqu'il est égal à 3, la croissance est dite isométrique, c'est-à-dire que le cube de la longueur est égal au poids. Lorsqu'il est différent de 3, la croissance est allométrique. Un coefficient b supérieur à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur, l'allométrie est majorante ; un coefficient b inférieur à 3 indique une meilleure croissance en longueur qu'en poids, l'allométrie est minorante (Ricker, 1979). La relation taille/poids renseigne donc sur la proportionnalité des croissances pondérales et linéaires. Les paramètres a et b ont été calculés pour les femelles et les mâles par itération à l'aide de la fonction "estimation non linéaire" du logiciel XLSTAT® 2011 et Excel 2007®. Une régression linéaire, entre la longueur totale et la longueur à la fourche, entre la longueur totale et la longueur standard (Campana *et al.*, 2005), ainsi qu'entre le poids total et le poids éviscéré, a été calculée (Kara & Bayhan, 2008).

Pour évaluer la différence pour le sex-ratio, le test χ^2 par tableau de contingence a été utilisé pour tester la différence dans l'échantillon global, entre les sites de collecte, les mois, les saisons, les stades de maturité et les classes de taille (Zar, 1996). Une analyse de variance (ANOVA) ou un test de Kruskal-Vallis, si l'homogénéité des variances n'était pas obtenu, a été utilisé pour comparer la moyenne des tailles des captures en fonction des mois et des sites. Le test de Kolmogorov-Smirnov a été utilisé pour montrer la différence dans la distribution des fréquences de taille entre les mâles et les femelles (Motta *et al.*, 2005). Le test de Student a été utilisé pour comparer la moyenne des tailles en fonction des sexes et des saisons (Santos *et al.*, 2002). Le même test a été aussi utiliser pour tester la valeur du coefficient b de la relation taille/poids des mâles et des femelles et des deux sexes combinés par rapport à la valeur isométrique du coefficient b (Pallaoro *et al.*, 2005) et pour comparer la valeur de b de cette étude avec celles d'études antérieures. Une analyse de covariance (ANCOVA) a été utilisée pour comparer la relation taille/poids des deux sexes, des différents stades de maturité, des saisons, des mois et des sites (Sokal & Rohlf, 1994 ; Zar, 1996). Tous les tests effectués ont été faits avec un intervalle de confiance de 95%.

3.3. Résultats

3.3.1. Structure des tailles et des poids

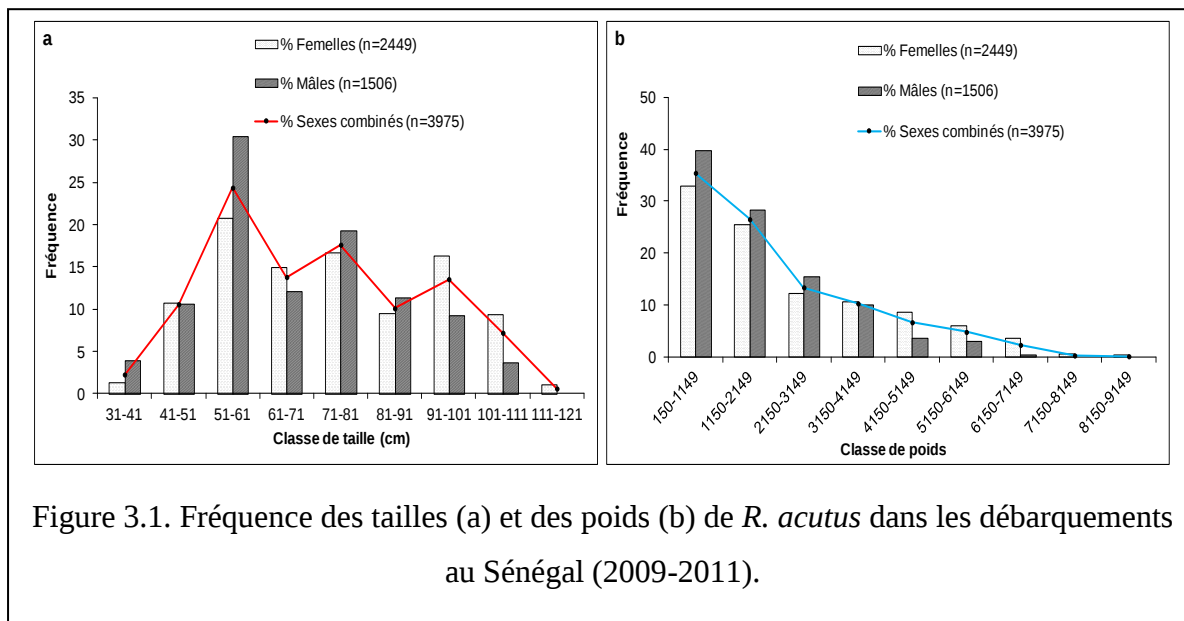
Au total, les mesures sont réalisées sur 3 975 individus dont 2 469 femelles (62,10%) et 1 506 mâles (37,90%) (Tableau 3.1). Les tailles varient entre 31 et 113 cm (LT) pour les femelles et 35 et 110 cm (LT) pour les mâles tandis que les poids varient entre 200 et 8 500 g (PT) pour les femelles et entre 300 et 6 700 g (PT) pour les mâles. L'analyse globale des fréquences de taille des individus a indiqué une classe modale comprise entre 51 et 61 cm (Figure 3.1a). Les plus grandes gammes de taille sont mesurées à Joal et à Mbour avec comme taille minimale et maximale respectives 31 et 113 cm à Joal et 31 et 112 cm à Mbour (Tableau 3.1).

Tableau 3.1. Composition des captures (nombre d'individus) moyennes étendues des tailles et sexe ratio selon les sites de débarquement de *R. acutus*. Comb. : combinés ; max : maximum ; min : minimum.

Sites	Femelles	Mâles	Sexes combinés	Moyennes LT (cm)	Sexes comb. (min-max, cm)	Sex-ratio
Cap Skiring	76	44	120	66±16	46-110	1,73
Dakar	182	73	255	87±19	48-113	2,49
Diogué	180	100	280	57±13	47-105	1,80
Élinkine	45	26	71	69±18	50-99	1,73
Joal	565	294	859	80±18	31-113	1,92
Kafountine	431	319	750	58±12	38-109	1,35
Mbour	931	612	1543	78±18	31-112	1,52
Saint-Louis	59	38	97	76±13	48-102	1,55
Total général	2469	1506	3975	73±19	31-113	1,64

L'analyse globale des fréquences de poids des individus indique une classe modale comprise entre 150 et 1 149 g (PT). Les mâles sont plus nombreux dans les classes de poids inférieures ou égales à 2 150-3 149 g. Pour les classes de poids supérieur à 2 150-3 149 g, les femelles sont dominantes (Figure 3.1b). La moyenne globale des tailles est de $71,26 \pm 19$ cm pour les deux sexes combinés, de $73,49 \pm 19$ et $67,60 \pm 17$ cm respectivement pour les femelles et les mâles. Au niveau des sites, les tailles moyennes enregistrées sont plus grandes à Dakar avec 87 ± 19 cm (LT) et plus petites à Kafountine avec 58 ± 12 cm (LT). Une

différence significative est trouvée dans la comparaison des tailles moyennes en fonction des deux sexes (test $t = 4,560$; d.l. = 3973 ; $p < 0,05$).



La composition des tailles pendant les douze mois de l'année montre une grande variabilité des tailles entre les mois. Trois classes de taille sont identifiées en fonction du stade de maturité pour les mâles avec les juvéniles (≤ 69 cm LT), sub-adultes ($70 \leq LT \leq 80$ cm) et les adultes (≥ 81 cm LT). Trois classes de taille sont identifiées en fonction du stade de maturité pour les femelles avec les juvéniles (≤ 69 cm LT), sub-adultes ($70 \leq LT \leq 90$ cm) et les adultes (≥ 91 cm LT). Une dominance des juvéniles et des pré-adultes est notée pendant les mois de mai à octobre tandis que les adultes sont plus nombreux pendant les mois de novembre à avril (Figure 3.2).

La répartition des tailles en fonction des saisons montre une forte présence de juvéniles pendant la saison chaude. Pendant la saison froide, ce sont les pré-adultes et les adultes qui sont dominants dans les débarquements (Figure 3.3a et b). Une différence significative est notée dans la comparaison des fréquences de taille entre les saisons (test de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,05$). Une différence significative a été aussi observée entre les moyennes des tailles des individus capturés entre les deux saisons (test $t = -5,219$; d.l. = 3973 ; $p < 0,05$).

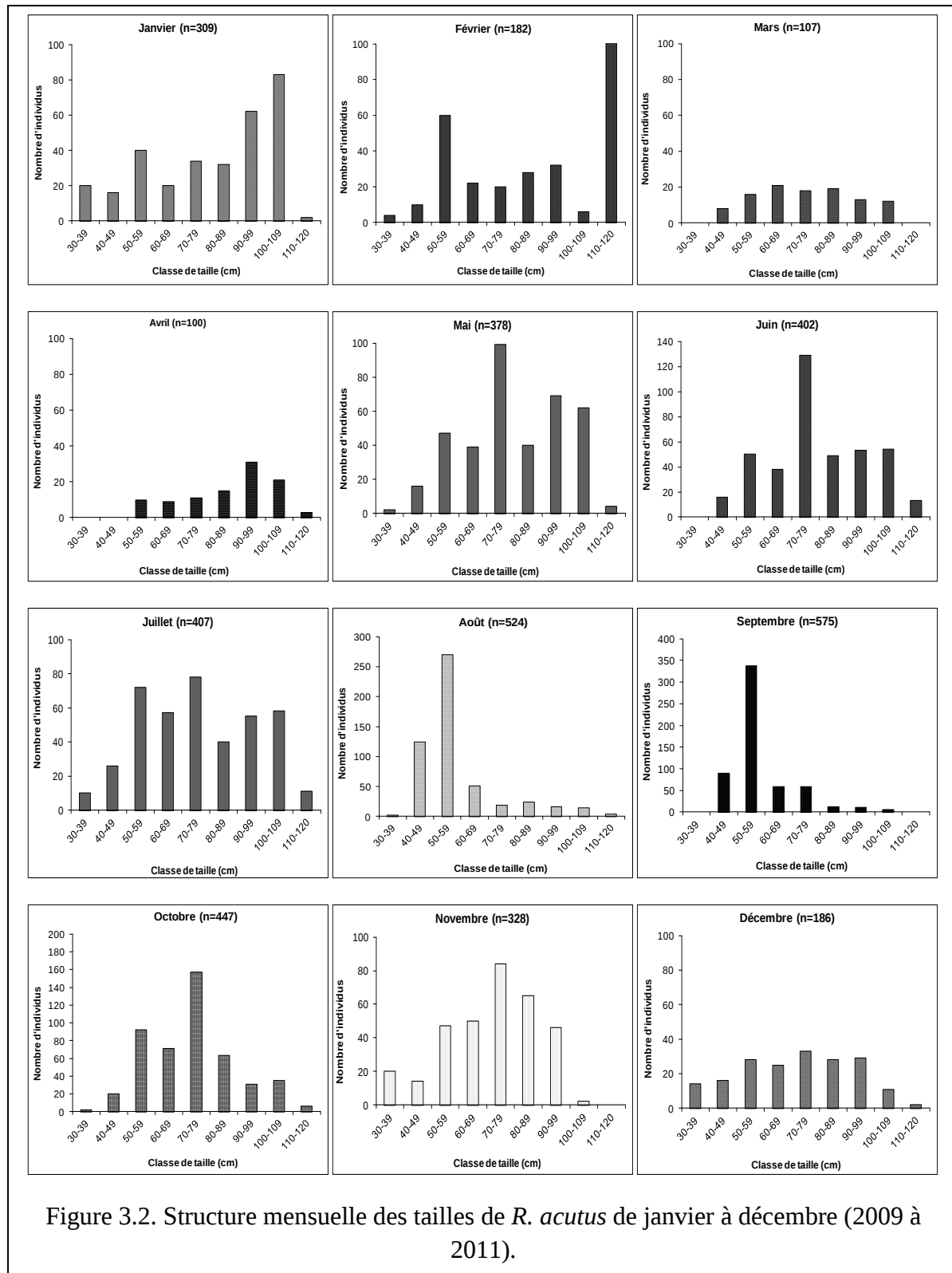


Figure 3.2. Structure mensuelle des tailles de *R. acutus* de janvier à décembre (2009 à 2011).

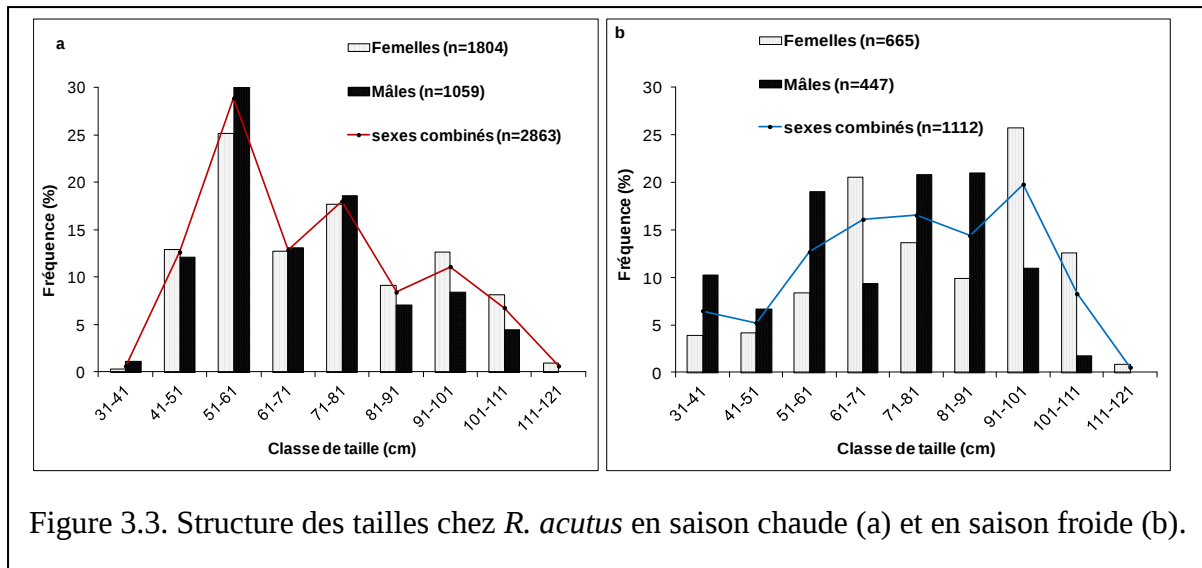


Figure 3.3. Structure des tailles chez *R. acutus* en saison chaude (a) et en saison froide (b).

En suivant la répartition des moyennes de taille des mâles et des femelles en fonction des sites, ceux situés au nord et au centre (Saint-Louis, Dakar, Joal et Mbour) ont enregistré les plus grandes tailles par rapport à ceux situés au sud (Casamance) où les immatures sont dominants (Figure 3.4). Une différence significative est notée entre la saison froide et la saison chaude dans les sites du nord (Saint-Louis, Dakar, Mbour et Joal ; test $t = -67,786$; d.l. = 5506 ; $p < 0,05$) et entre les deux saisons dans les sites situés au sud (Kafountine, Élinkine, Diogué et Cap Skiring ; test $t = -121,134$; d.l. = 2440 ; $p < 0,05$). Une différence significative a été trouvée dans la comparaison des moyennes des tailles entre les huit sites de débarquement (test de Kruskal-Vallis ; $t = 596,231$; d.l. = 7 ; $p < 0,05$). Même si les sites situés au nord et au centre présentent les grands individus, une distribution plus étalée des tailles est observée surtout dans les sites de Mbour et Joal. À Dakar, les adultes sont plus nombreux comparés aux autres sites. La même tendance a été observée sur la répartition des poids. Les moyennes de poids les plus élevées sont notées dans les sites du nord et du centre (Figure 3.4). Les sites situés en Casamance se caractérisent par une très forte présence de juvéniles à Dogué, Kafountine, Élinkine et Cap Skiring (Figure 3.4).

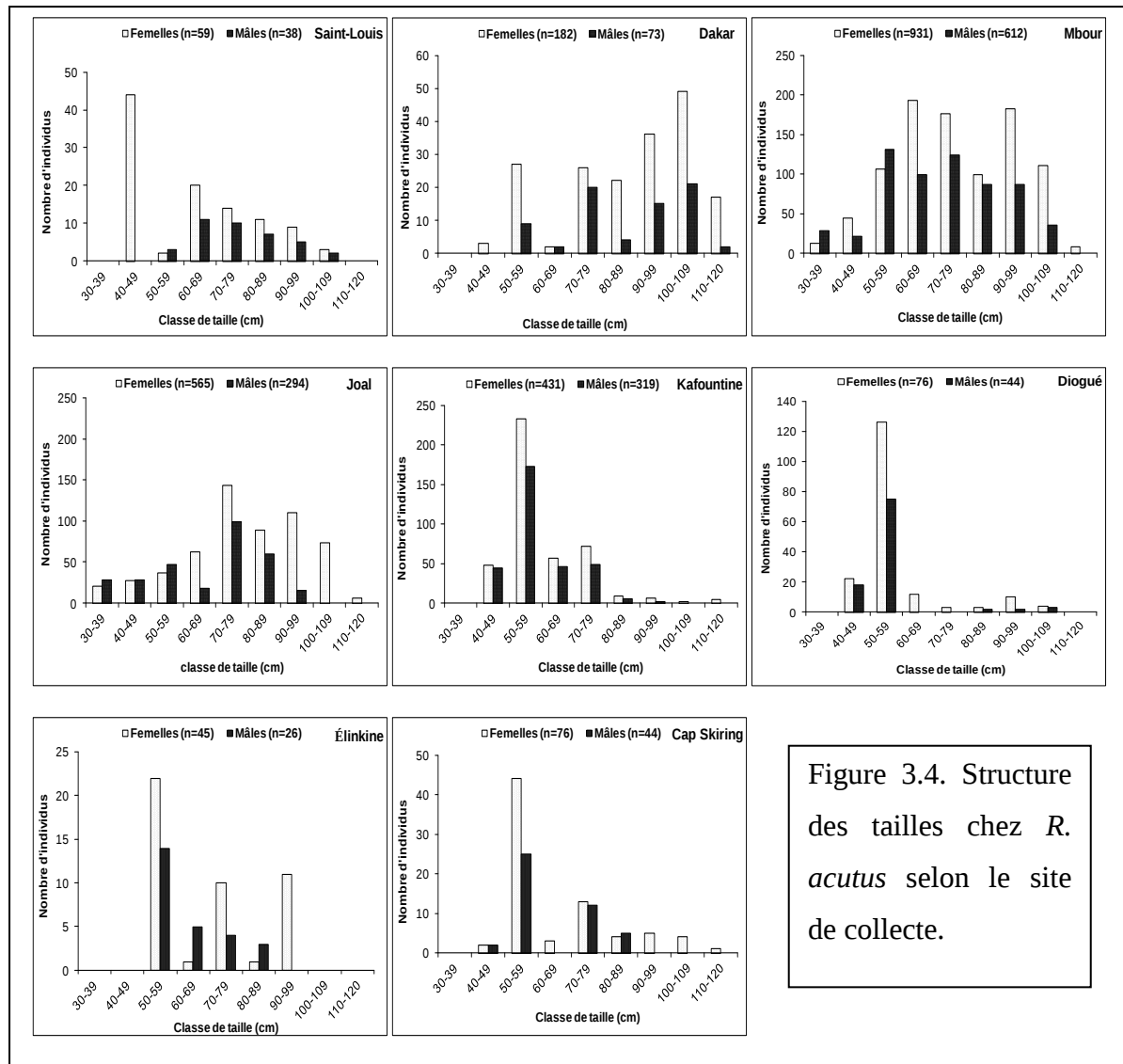
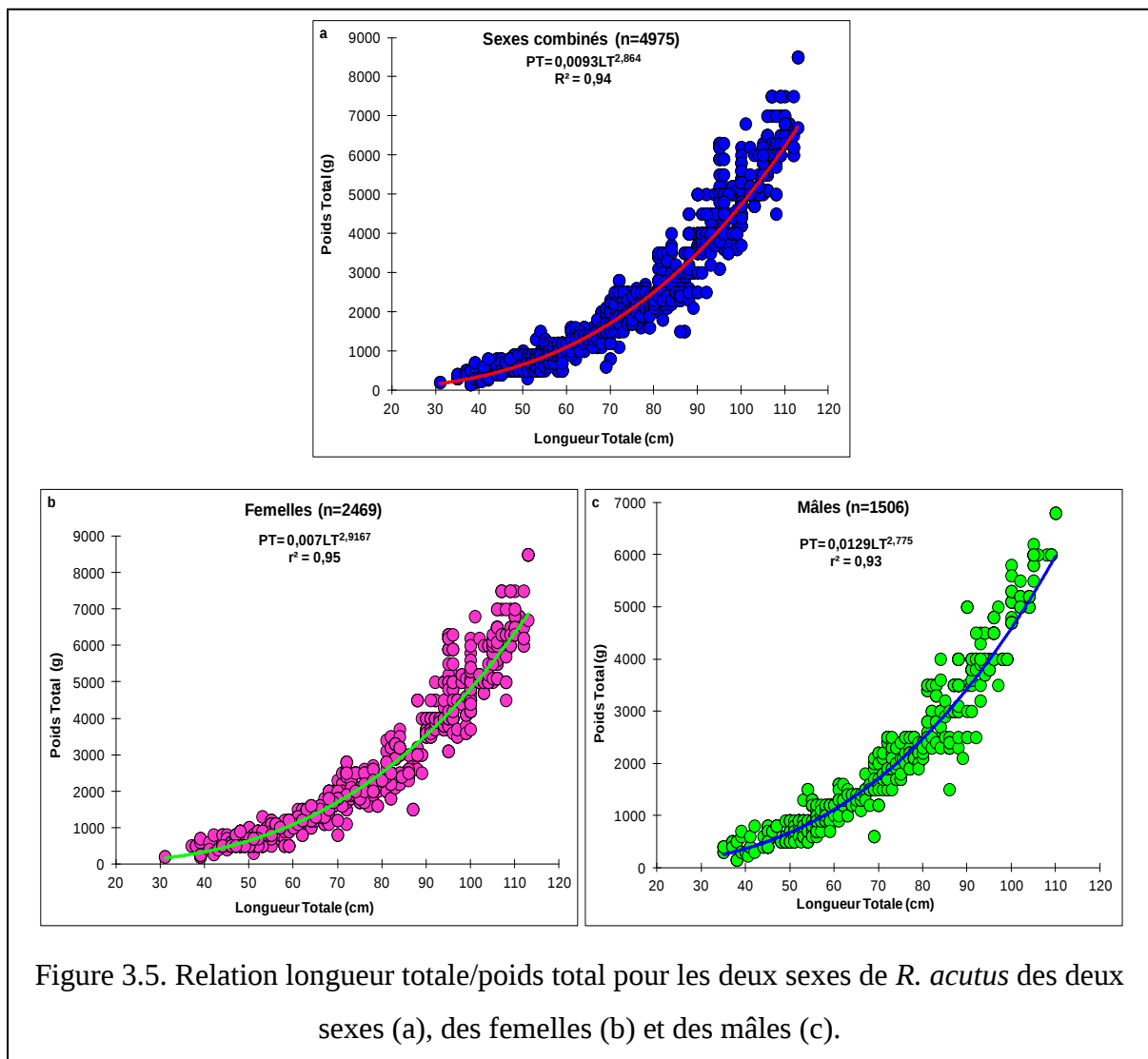


Figure 3.4. Structure des tailles chez *R. acutus* selon le site de collecte.

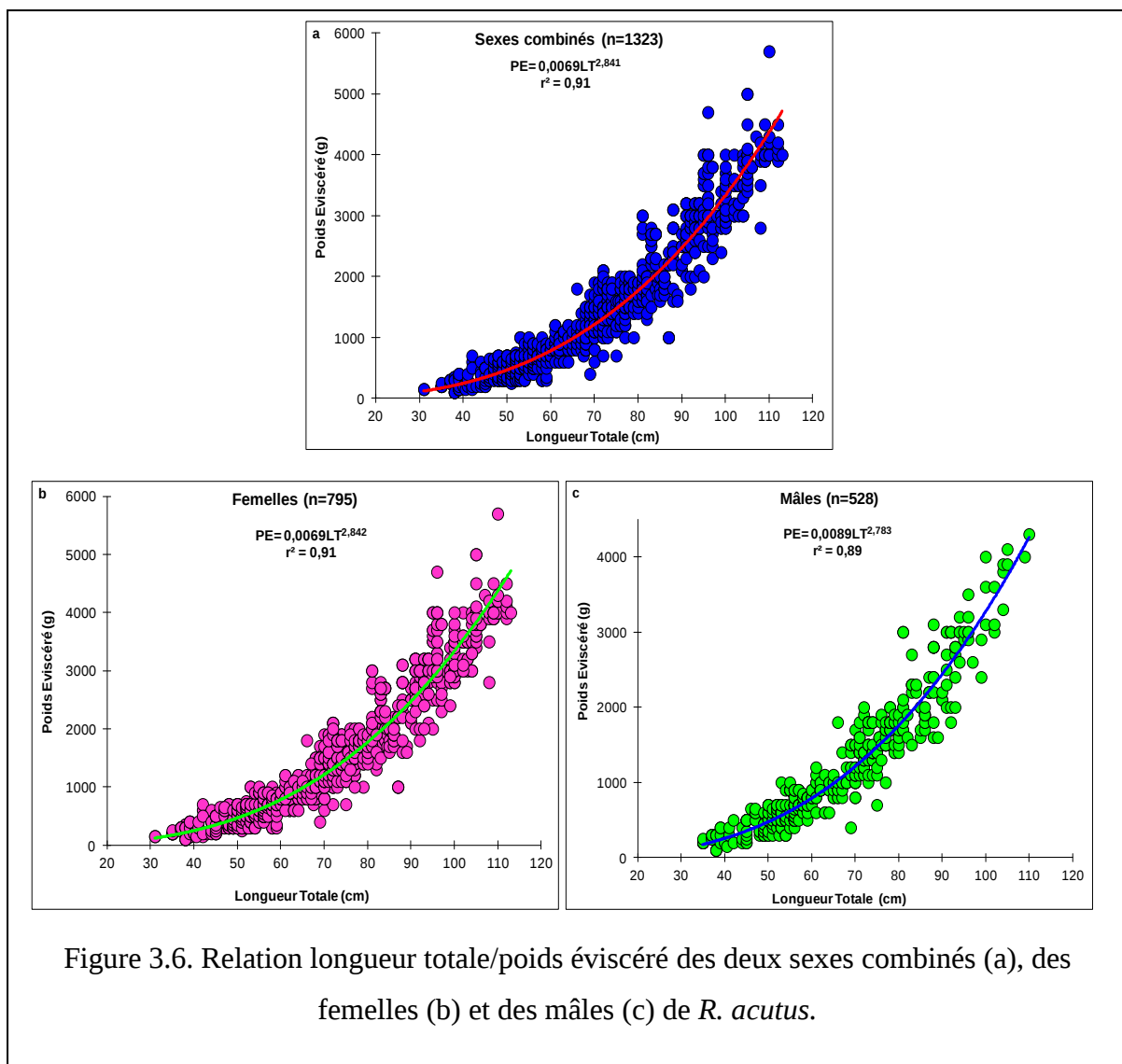
3.3.2. Relation taille/poids

Une bonne corrélation a été trouvée dans la relation entre la longueur totale et le poids total chez les sexes combinés, les femelles et les mâles (Figure 3.5a, b et c). La valeur du coefficient b étant inférieure à 3, cela signifie que la longueur croît plus vite que le poids pour les deux sexes. Le test d'ANCOVA n'a pas présenté de différence significative dans la relation longueur totale/poids total entre mâles et femelles ($r^2 = 0,89$; $F = 16394,27$; $p > 0,05$). Toutefois, le coefficient b est significativement différent de la valeur isométrique de 3 pour les deux sexes combinés (test $t = 43,150$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$). De même, une différence significative a été trouvée dans la comparaison des valeurs du coefficient b par rapport à la valeur isométrique 3 pour les femelles (test $t = 71,029$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$) et les mâles (test $t = 25,714$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$). Une différence significative a été notée dans la comparaison des coefficients b des mâles et des femelles (test $t = 40,284$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$).



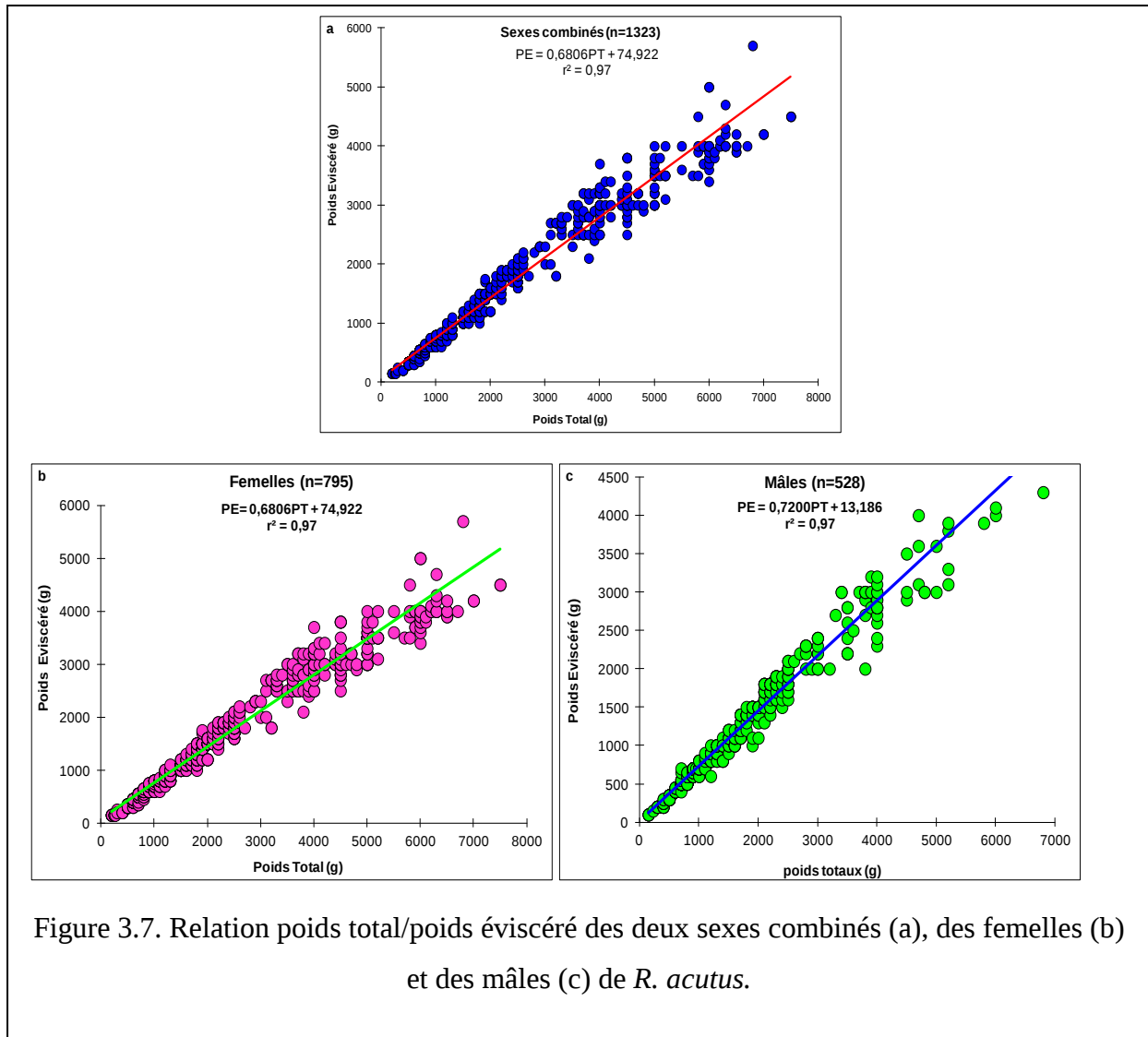
Une forte corrélation a été notée entre le poids éviscéré et la longueur totale pour les deux sexes combinés, pour les femelles et pour les mâles (Figure 3.6a b et c). Cette relation longueur totale/poids éviscéré ne présente pas de différence significative entre mâles et femelles (ANCOVA ; $r^2 = 0,89$; $F = 5307,37$; $p > 0,05$).

Une différence significative a été observée dans la comparaison du coefficient b (PE/LT) des deux sexes combinés et de la valeur isométrique (test $t = 36,879$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$). De même une différence significative a été observée dans la comparaison des valeurs du coefficient b par rapport à la valeur isométrique 3 pour les femelles (test $t = 49,336$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$) et les mâles (test $t = 26,637$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$).

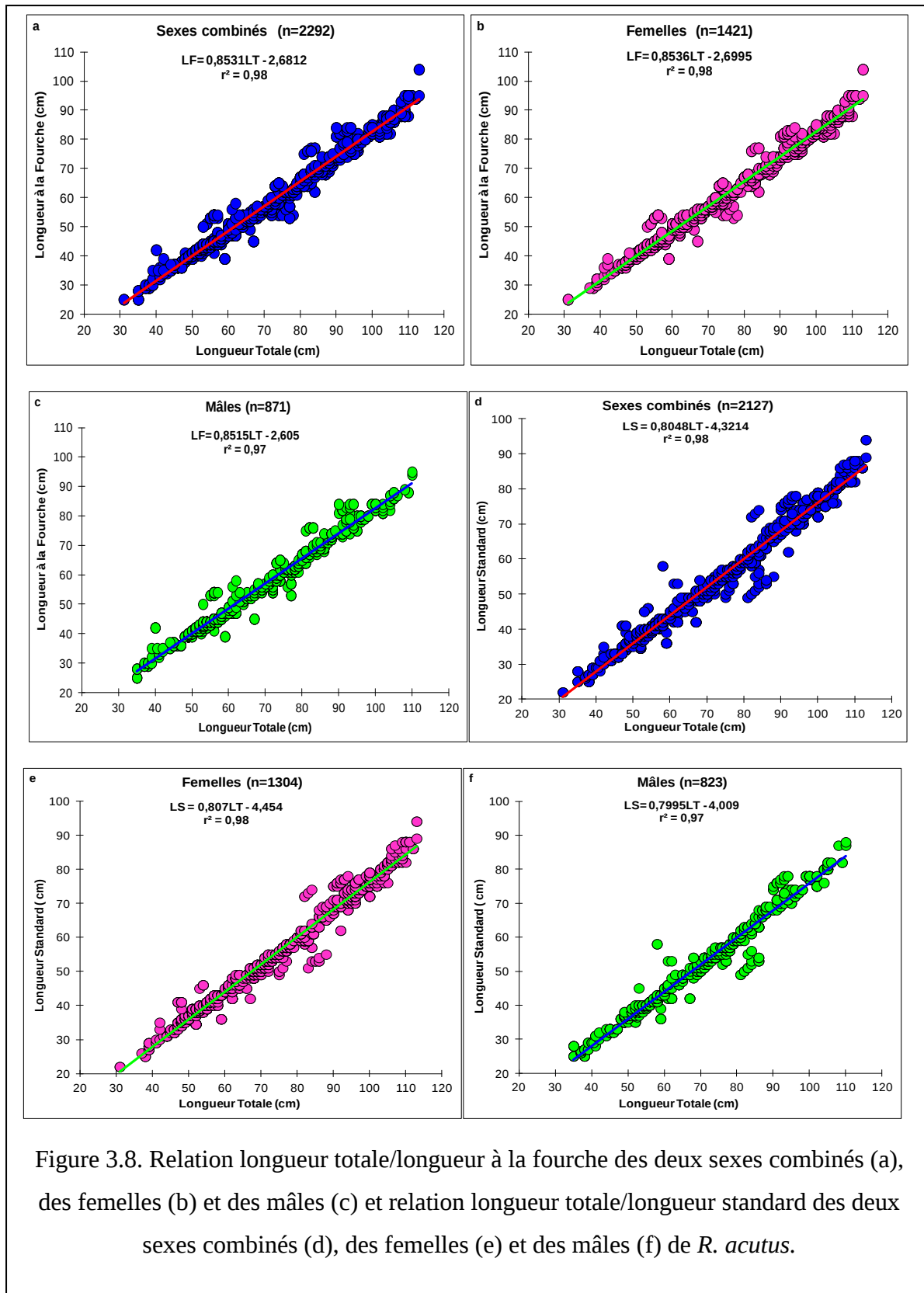


La relation entre le poids total et le poids éviscéré a présenté une très bonne corrélation linéaire pour les deux sexes combinés, les femelles et les mâles (Figure 3.7a, b et c). Le

coefficient b a été plus élevé chez les femelles. Cela montre que la différence entre le poids éviscéré et le poids total a été plus importante chez les femelles. Toutefois, cette relation poids total/poids éviscéré ne présente pas de différence significative entre mâles et femelles (ANCOVA ; $r^2 = 0,97$; $F = 20125,06$; $p > 0,05$).



La relation entre la longueur totale et la longueur à la fourche présente une corrélation linéaire significative pour les deux sexes, les femelles et les mâles (Figure 3.8a, b et c). Le même type de corrélation a été calculé entre la relation entre la longueur totale et la longueur standard pour les deux sexes combinés, les femelles et les mâles (Figure 3.8d, e et f).



3.4. Discussion

Les moyennes des tailles des captures ont montré que les juvéniles et les pré-adultes sont capturés plus fréquemment en Casamance alors que les adultes le sont plus à Mbour, Joal Dakar et Saint-Louis. Ce résultat montre une distribution spatiale différentielle selon la taille. Globalement, les petits individus ont dominé les débarquements dans cette étude. Une telle observation avait été faite par Valadou *et al.* (2006) en Mauritanie chez *R. acutus* qui procède à une ségrégation par taille comme la plupart des espèces d'élasmobranches (Hoenig & Gruber, 1990 ; Natanson *et al.*, 1995).

La sélectivité des engins n'a pas eu beaucoup d'influence sur la taille des individus capturés car le maillage des filets maillants dérivant, l'engin le plus utilisé, ne présente pas de différence dans les sites de la Casamance, ceux du centre-ouest et celui du nord.

La distribution des tailles du requin à museau pointu avait été étudiée par Capapé *et al.* (2006) mais cette étude ne peut servir de référence car ces auteurs n'avaient pas échantillonné toute l'année.

La classe modale de la longueur totale, de 51 à 61 cm dans cette étude, est nettement plus petite comparée à celle trouvée par Valadou *et al.* (2006) en Mauritanie dans le Banc d'Arguin. Ces auteurs avaient trouvé une classe modale de 100 cm pour les femelles et de 90 cm pour les mâles.

Les débarquements des individus de grandes tailles sont plus importants pendant les mois chauds (de mai à octobre) et plus faibles pendant les mois froids (de novembre à avril) mais cela est occulté par la forte présence de juvéniles pendant les mois de mai à septembre, ce qui explique le « rajeunissement » global des débarquements pendant la saison chaude. Cette ségrégation spatiale et temporelle de la taille du requin à museau pointu laisse supposer une migration des individus adultes du sud vers le nord et/ou une migration des petits individus du nord vers le sud surtout vers les mois de mai à octobre. Barry-Gérard (1994) avait montré que les ressources halieutiques au Sénégal, exploitées par les flottes artisanales, tirent partie des enrichissements du plateau continental en effectuant des migrations saisonnières. En plus au Sénégal, les influences hydroclimatiques le long de la côte et la saisonnalité des upwellings peuvent entraîner des mouvements de poissons en général et de requins en particulier. Barry-Gérard (1994) a estimé qu'en juin, un rapide mouvement d'espèces semi-pélagiques se déplaçant vers le nord se développe et que le déclenchement et l'intensité de ces migrations

semblent être liés à la dynamique spatio-temporelle des upwellings. Au sud, les quantités de pluies enregistrées sont nettement plus grandes qu'au nord, ce qui pourrait influencer la salinité et les autres aspects physico-chimiques qui pourraient entraîner des mouvements des requins ou de leurs proies vers le nord (Barry-Gérard, 1994). Au nord de l'Australie, Simpfendorfer et Milward (1993) ont déclaré que *R. acutus* et *R. taylori* ont utilisé la baie de Cleveland comme une première et une seconde zone de nurserie où se trouvaient des juvéniles du requin à museau pointu. Au Brésil, Motta *et al.* (2005) ont estimé que les juvéniles de *R. lallandii* ont effectué des migrations au fur et à mesure qu'ils devenaient matures. Une telle hypothèse pourrait être vérifiée au Sénégal en Casamance dans les sites de Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Skiring où les captures sont essentiellement constituées de petits individus. Une distribution saisonnière des individus a été aussi montrée chez *R. longurio* (Marquez-Farias *et al.*, 2005) et chez *R. terraenovae* au Mexique (Parsons & Hoffmayer, 2005). Des mouvements nord-sud similaires ont été également montrés chez *R. terraenovae* au Mexique (Marquez-Farias & Castillo-Géniz, 1998) et dans le golfe de la Californie (Marquez-Farias *et al.*, 1999).

En plus de cette migration nord-sud, le requin à museau pointu semble effectuer un rapprochement vers les côtes ce qui explique la plus forte présence des adultes dans les débarquements surtout pendant les mois de mai et juin, période de parturition (Capapé *et al.*, 2006). En effet, une différence significative a été observée dans la comparaison des tailles entre les deux saisons dans les sites au nord et au centre réunis et dans ceux situés au sud. Ce résultat laisse supposer pour cette espèce des migrations côte-large et nord-sud en fonction de la saison.

De plus, la structure temporelle du développement des gonades est souvent déterminée par des signaux environnementaux qui régulent les cycles hormonaux avec une incidence sur le système d'accouplement des populations (Maruska *et al.*, 1996). Barry-Gérard (1994) avait montré que le Banc d'Arguin en Mauritanie et la Petite Côte du Sénégal constituaient des aires de dispersion d'espèces migrantes mais aussi la zone de nurserie la plus importante de la côte ouest-africaine et qu'il existait des réservoirs alimentant ces migrations. Toutefois, des études plus approfondies doivent être faites pour confirmer les migrations du requin à museau pointu et définir les trajectoires de cette migration. La biotélémétrie pourrait être utilisée dans un programme sous régional de marquage-recapture. Cet outil permettra non seulement de suivre les mouvements de cette espèce mais aussi d'obtenir d'autres données bio-écologiques (Cooke, 2008).

Les tailles maximales des individus dans la présente étude sont très différentes de celles enregistrées précédemment pour cette espèce au Sénégal (Afrique de l'Ouest) (Cadenat & Blache, 1981 ; Capapé *et al.*, 2006) (Tableau 3.2).

Tableau 3.2. Résumé des tailles maximales de *Rizoprionodon acutus*

Sexes	LT max (cm)	Références
Mâles	110	Présente étude (Sénégal)
Femelles	113	
Mâles	121,5	Capapé <i>et al.</i> , (2006) (Sénégal)
Femelles	126	
Mâles	86	Henderson <i>et al.</i> , (2006) (Oman)
Femelles	97	
Indéterminé	108	Krishnamoorthi et Jagadis (1986) (Inde)
Indéterminé	110	Compagno (1984) (Afrique de l'Ouest)
Mâles	178	Cadenat et Blache (1981) (Sénégal)
Femelles	165	
Indéterminé	72,2	Springer (1964) (USA)

Les tailles maximales plus petites trouvées dans cette étude pourraient s'expliquer par une diminution locale de la taille des individus de cette espèce suite à une mortalité élevée due à la surpêche exercée sur cette espèce. Les diminutions de taille de requins capturés sont souvent attribuées à une surexploitation (Walker & Heessen, 1996 ; Rago *et al.*, 1998). Ce phénomène avait été observé chez *R. terraenovae* par Carlson et Baremore (2003) dans le golfe du Mexique. Le dimorphisme sexuel dans la taille maximale observée dans cette étude est typique des élamobranthes (Walmsley-Hart *et al.*, 1999). Ces auteurs ont déclaré que chez les élamobranthes, les femelles grandissent plus que les mâles avec une taille de maturité et une taille maximale plus grandes. Les données sur la structure des tailles du requin à museau pointu ont permis de mieux appréhender la composition des débarquements, avec plus d'information sur la pêcherie de cette espèce au Sénégal. La distribution des fréquences de poids a montré que les femelles ont été plus lourdes que les mâles.

La distribution du nombre de mâles et de femelles indique que le requin à museau pointu montre une ségrégation sexuelle dans la zone étudiée. La présence plus importante de femelles dans l'échantillonnage dans toutes les classes de taille pourrait être une conséquence

d'une relative supériorité de femelles dans le stock ou une migration pour la reproduction des femelles vers la côte. Simpfendorfer et Unsworth (1998) ont montré le même résultat chez *Furgaleus macki* dans le sud-ouest de l'Australie. Un tel résultat a été observé par Mattos *et al.* (2001) chez *R. porusus* au nord du Brésil. Ce déséquilibre est plus noté pendant les mois de mai à septembre, période pendant laquelle les femelles sont plus proches des côtes. Ce résultat est conforme à ceux de Cadenat et Blache (1981) et Capapé *et al.* (2006) dans la zone. L'abondance relative des femelles par rapport aux mâles pourrait aussi être due à une mortalité différentielle des individus (Casey *et al.*, 1985 ; Jensen *et al.*, 2002). Selon ces auteurs, les femelles du requin gris *Carcharhinus plumbeus* en Atlantique nord-ouest vivaient plus longtemps que les mâles. Au niveau des embryons, il ne semble pas exister de ségrégation au niveau du sexe de *R. acutus*. Un résultat similaire a été trouvé en Inde (Krishnamoorthi & Jagadis, 1986) et en Australie (Stevens & Mcloughlin, 1991) chez cette espèce.

Aucune étude sur la relation taille/poids n'a été faite sur cette espèce jusqu'ici au Sénégal. Les données disponibles ont été publiées en Inde et en Afrique du Sud. Cette relation taille/poids permet de décrire des traits d'histoire de vie morphologiques sur l'état biologique et physiologique du poisson (degré de réplétion de l'estomac, degré de développement des glandes génitales et stade de leur maturation et de faire des comparaisons entre les différentes espèces de poissons, ou entre les populations de poissons de différents habitats et/ou de régions (Goncalves *et al.*, 1997 ; Andrade & Campos, 2002). De plus, la connaissance de cette relation permet le calcul du poids du poisson connaissant seulement la longueur et vice versa (Hureau, 1970). Elle est fréquemment utilisée pour suivre les variations saisonnières de la croissance des poissons (Safran, 1992). Les données obtenues dans cette étude sur la relation taille/poids ont fourni de nouvelles informations sur le requin à museau pointu. Les relations taille/poids pour les mâles, les femelles et les deux sexes combinés indiquent une allométrie négative ($b < 3$) qui montre que la croissance en longueur est plus importante que la croissance pondérale. Cependant, le poids des femelles croît plus vite que celui des mâles par rapport à la longueur totale. La relation longueur totale/poids total ne présente pas de différence significative entre mâles et femelles (ANCOVA). Même si le test de comparaison des coefficients b montre une différence significative entre les deux sexes, les deux valeurs de b sont assez proches. Cela veut dire que pour les deux sexes, la croissance du poids et de la longueur est presque similaire. En Inde, Krishnamoorthi et Jagadis (1986) n'avaient pas trouvé de différence significative dans la comparaison des valeurs de b des deux sexes

(ANCOVA). De nombreux auteurs ont trouvé une valeur de b pour les femelles supérieure à celle des mâles pour cette espèce (Tableau 3.3). Il a été aussi montré que chez beaucoup de requins, les femelles croissent plus vite que les mâles (Marquez-Farias *et al.*, 2005). Les valeurs plus élevées du r^2 et du coefficient b des femelles par rapport aux mâles pourraient s'expliquer par la présence des embryons et des gonades plus lourds chez les femelles dans l'échantillon.

Les résultats obtenus dans cette étude sont très proches de ceux de plusieurs études de la relation taille/poids du requin à museau pointu (Tableau 3.3). Des variations entre régions dans le monde mais aussi au sein de la même région du coefficient b ont été notées. Ces variations pourraient être dues au nombre d'individus échantillonnés.

Une forte corrélation a été trouvée entre la longueur totale et la longueur à la fourche, entre la longueur totale et la longueur standard et entre le poids total et le poids éviscéré. Ces résultats permettront de faire des conversions entre ces différentes mesures de cette espèce. Ainsi, la longueur totale pourra être estimée à partir de la longueur à la fourche ou la longueur standard et inversement. De même, le poids total pourra être estimé à partir du poids éviscéré et inversement. Les relations entre ces trois paramètres ne présentent pas de différences significatives entre les mâles et les femelles.

Il est important de noter que la valeur de a dans l'équation taille/poids appelée coefficient de condition est en réalité un coefficient de condition moyen et ne peut être obtenu qu'à partir d'un ensemble de points représentant des couples poids-longueurs. Il s'agit en fait d'un coefficient de condition modélisé à partir du nuage de points et non de celui d'un individu ou d'une même classe de taille. Une différence significative a été notée dans la comparaison des valeurs de a entre les deux sexes ; ce qui confirme des états de condition différents résultant probablement d'une ségrégation différentielle dans la répartition spatio-temporelle et dans leur alimentation (Chapitre 6). Ces différences peuvent résulter des foies volumineux qui stockent une grande quantité d'énergie (Oguri, 1990). Le poids de cet organe est un bon indicateur de l'état de santé ou de condition du poisson (Cliff *et al.*, 1989). La moyenne de la valeur du rapport hépato-somatique par mois a varié entre 7,15 et 12,55% (Chapitre 5). Cette variation du poids du foie influence grandement sur le poids total de l'animal et sur les longueurs correspondantes.

Tableau 3.3. Relation taille/poids du requin à museau pointu selon plusieurs auteurs.

Sexes	n	a	b	r	Auteurs	Localités
Femelles	2469	0,0070	2,92	0,95	Présente étude	Sénégal (littoral)
Mâles	1506	0,0129	2,77	0,93		
Sexes combinés	3975	0,0088	2,86	0,94		
Femelles	1393	0,0010	3,23	0,79	(Valadou <i>et al.</i> , 2006)	Mauritanie
Mâles	383	0,0010	3	0,82		
Sexe Indéterminé		0,0151	2,72		(Torres, 1991)	Afrique du Sud
Femelles	97	0,0080	2,95		(Krishnamoorthi & Jagadis, 1986)	Inde (Madras)
Mâles	83	0,0073	2,80			
Sexes combinés	180	0,0079	2,98	0,99		
Femelles		0,0023	3,14		(Kasim, 1991)	Inde (Madras)
Mâles		0,0096	2,85			

Avec les relations biométriques établies dans cette étude, il suffit de disposer d'une mensuration quelconque, effectuée sur un poisson de la population de cette espèce au Sénégal pour déterminer théoriquement les autres caractéristiques morphologiques mesurées. Quant à son utilisation dans d'autres régions du monde pour cette espèce le problème d'hétérogénéité des stocks dans les différentes régions peut se poser. De plus, leur utilisation dans l'étude de la croissance présente des limites surtout pour les individus à croissance rapide (Casey *et al.*, 1985 ; Hoenig & Gruber, 1990).

CHAPITRE 4

CROISSANCE DU REQUIN À MUSEAU POINTU



CHAPITRE 4. ÂGE ET CROISSANCE DU REQUIN À MUSEAU POINTU

4.1. Introduction

Dans le monde entier, les populations d'élastomobranthes ont fortement diminué en raison de leur surexploitation par la pêche (Baum *et al.*, 2003). Malgré le faible nombre de pêcheries ciblant principalement les requins et les raies, ils ont été fortement touchés en tant que prises accessoires (Yokota & Lessa, 2006). Pour cette raison, l'évaluation des paramètres biologiques des populations d'élastomobranthes basée sur des connaissances fiables est nécessaire pour déterminer à la fois les risques engendrés par l'exploitation de ces espèces et la façon de les contourner par l'élaboration de mesures de gestion (Walker, 2007). Les informations sur l'âge et la croissance des poissons sont essentielles à la compréhension des traits d'histoire de vie des espèces (la mortalité, les estimations de la productivité, la longévité, l'âge de recrutement, l'âge de maturité sexuelle, la période de reproduction, les migrations...) et à l'étude de la démographie et de la dynamique des populations (Panfili *et al.*, 2002). Chez les requins et les raies, dépourvus de squelette osseux et d'otolithes, d'autres structures calcifiées comme les vertèbres portant des marques de croissance (Ridewood, 1921) sont utilisées pour estimer l'âge et la croissance. Les travaux de Ridewood (1921) ont montré que les corps vertébraux portent des anneaux concentriques de cartilage calcifié séparés par des anneaux de cartilage peu ou pas calcifié donnant différentes propriétés de transparence à la lumière. Cette alternance régulière de parties calcifiées et moins calcifiées correspond à des phénomènes cycliques plus ou moins réguliers.

Le but de la présente étude est de fournir des informations biologiques sur l'âge et la croissance à partir de l'analyse des vertèbres du requin à museau pointu, de caractériser des marques de croissance spécifiques sur les vertèbres, de valider l'estimation de l'âge par l'observation des accroissements marginaux, et enfin d'estimer et de comparer la croissance et la taille maximale théorique dans les eaux sénégalaises par rapport à d'autres régions.

4.2. Matériel et Méthodes

De décembre 2009 à novembre 2010, 616 requins à museau pointu ont été échantillonnés mensuellement dans les sites de débarquement de la pêche artisanale utilisant divers engins de pêche (filets maillants dérivant, palangres, filets à soles et senne tournante). La longueur totale (en cm, de la pointe du museau jusqu'à la pointe de la nageoire caudale avec la nageoire caudale en position naturelle) et le poids total (en g) de chaque individu ont été mesurés. Les cinq à dix plus grandes vertèbres, situées dans la partie antérieure de la première nageoire dorsale de chaque individu, ont été prélevées. Pour les séparer et les débarrasser des restes de tissus et de muscles, les vertèbres ont été bouillies pendant 5 minutes ou plus selon leur taille. Ensuite elles ont été mises dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5% pendant 30 mn ou plus selon leur taille (Carlson & Parsons, 1997) pour enlever les derniers restes de tissus puis laissées sécher à l'air libre. Pour obtenir une meilleure lisibilité des marques de croissance, des observations de vertèbres entières, de vertèbres coupées et non colorées, et de vertèbres coupées et colorées au bleu de toluidine ont été comparées.

Les coupes ont été réalisées sur les plus grandes vertèbres entières à l'aide d'une scie rotative à vitesse lente (ISOMET BUEHLER®) munie d'une lame circulaire diamantée de 300 µm d'épaisseur. Les vertèbres ont été coupées selon un plan sagittal. Les grosses vertèbres ont été coupées directement, alors que celles de plus petite taille ont été préalablement incluses dans de la résine polyester transparente mélangée à un catalyseur (1 goutte de catalyseur pour 15 ml de résine). Le bloc de résine contenant la vertèbre a été mis à polymériser durant 24 h à l'étuve à 34°C. Les coupes de vertèbres ont été colorées au bleu de toluidine (0,1 g de poudre de bleu de toluidine dans 100 ml d'eau distillée tamponnée à 4,6 avec de l'acide acétique) pour révéler les marques de croissance les plus chromophiles. Les images de toutes les vertèbres entières, coupées et colorées ont été numérisées à l'aide d'un objectif photo NIKON (grossissement $\times 50$) monté sur une caméra SONY tri-CCD couplée au logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées, Visilog®, Noesis, France). Ces images ont ensuite été traitées à l'aide du logiciel Paint Shop Pro® pour un rehaussement des contrastes et de la luminosité des marques de croissance. Au final, la coloration au bleu de toluidine des coupes de vertèbres a été retenue pour interpréter les marques de croissance chromophiles. Ces marques ont été dénombrées le long du corps vertébral.

Pour estimer la justesse et la précision du comptage des marques de croissance sur les vertèbres, deux interprétations ont été faites par le même lecteur, à des moments séparés et

sans information sur les poissons interprétés. L'Indice du Pourcentage Moyen d'Erreur (IPME) a été estimé pour comparer les deux lectures (Campana, 2001) :

$$IPME = 100\% \cdot \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - \bar{X}_j|}{\bar{X}_j}$$

où X_{ij} est la $i^{\text{ème}}$ estimation du nombre de marques du $j^{\text{ème}}$ poisson, $\bar{X}_j$ est le nombre moyen de marques du poisson, R est le nombre de lectures effectuées pour chaque poisson. Pour calculer la précision des lectures, Chang (1982) a proposé l'utilisation d'un coefficient de variation (CV) qui utilise la déviation standard au lieu de la déviation absolue de la moyenne, entraînant donc moins de biais et plus de précision pour les comparaisons (Panfili *et al.*, 2002) :

$$CV = 100\% \cdot \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{R-1} \right)^2}}{\bar{X}_j}$$

Les vertèbres ont été traitées au Laboratoire de Biologie et d'Ecologie des Poissons en Afrique de l'Ouest (LABEP-AO, laboratoire commun IRD-IFAN), à l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN). Compte tenu des informations sur la reproduction de cette espèce calculées dans la présente étude (Chapitre 5), la parturition se produit vers le mois de mai et la date du 1^{er} mai a été choisie comme date de naissance moyenne de tous les individus de la population pour le calcul de l'âge.

Pour évaluer si les marques de croissance interprétées reflètent un dépôt annuel, l'Incrément Marginal (absolu) (IM), a été calculé et suivi mensuellement (Liu *et al.*, 1999) :

$$IM = R_n - R_i$$

avec R_n , distance noyau-bord de la vertèbre le long du corps vertébral et R_i , distance noyau-dernière marque chromophile (en mm). Cette méthode de validation du rythme de dépôt des marques de croissance est très utilisée chez les Chondrichthyens (Lessa *et al.*, 2004) et a été choisie dans cette étude pour déterminer la période de formation des marques de croissance annuelles sur les vertèbres (Cailliet *et al.*, 2006).

Trois modèles de croissance ont été ajustés aux données taille-âge pour les mâles et les femelles : le modèle de Gompertz (1825), le modèle standard de von Bertalanffy (von

Bertalanffy, 1938), et le modèle modifié de von Bertalanffy (Katsanevakis, 2006). Ces trois modèles sont très utilisés chez les élasmobranches (Haddon, 2001 ; Lessa *et al.*, 2009). Le modèle de von Bertalanffy est donné par la formule suivante :

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_{∞} , longueur asymptotique, t_0 , âge théorique à la taille 0, K , constante de croissance et L_t , longueur à l'âge t . Le modèle de croissance de Gompertz (Wintner *et al.*, 2002 ; Lessa *et al.*, 2009) est donné par la formule suivante :

$$L_t = L_{\infty} \times e^{(-a \times e^{(-K \times t)})}$$

Avec a , une constante du modèle. Le modèle modifié de von Bertalanffy (Katsanevakis, 2006) a permis d'estimer la taille à la naissance de l'espèce étudiée (L_0) et a été calculé comme suit :

$$L_t = L_0 + (L_{\infty} - L_0) \times (1 - e^{-K \times t})$$

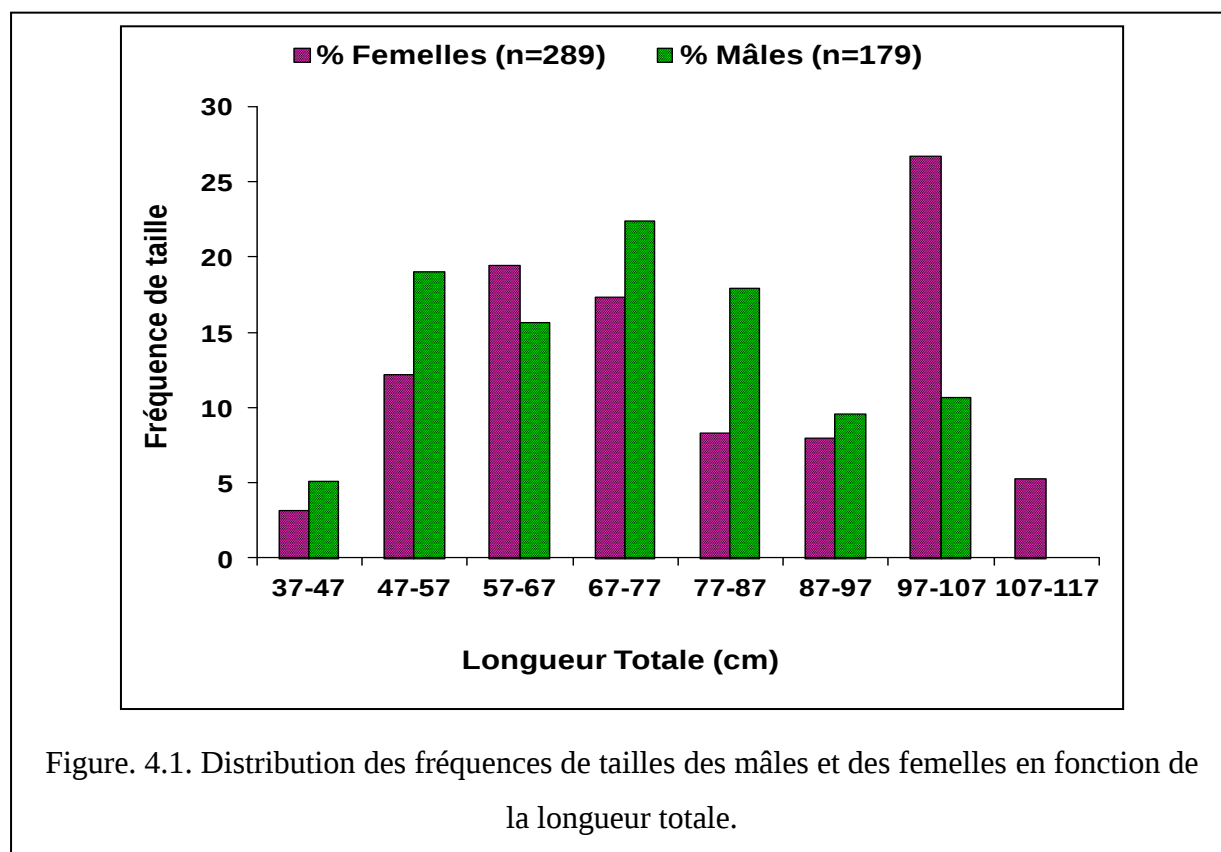
Le poids d'un poisson étant en général proportionnel au cube de sa longueur, cette longueur peut être remplacée par le poids dans le modèle de von Bertalanffy. L'équation de la croissance en poids (Ricker, 1979 ; Smith *et al.*, 2007) s'écrit alors :

$$W_t = W_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

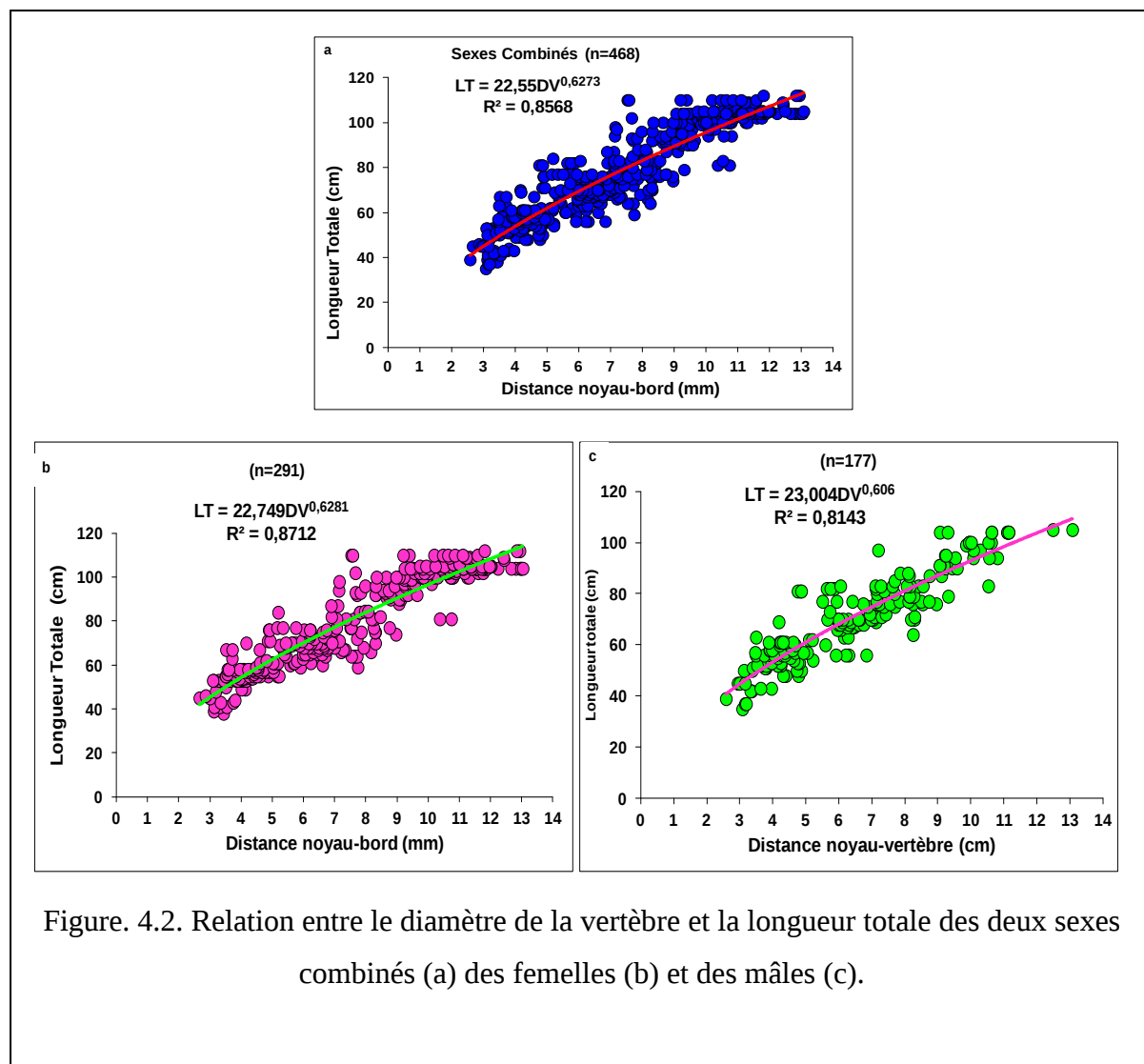
W_t , poids au temps t , W_{∞} = poids asymptotique correspondant à la longueur asymptotique L_{∞} avec $W_{\infty} = aL_{\infty}^b$; a et b étant les paramètres de la relation taille-poids, K et t_0 étant les paramètres de croissance de l'équation standard de von Bertalanffy.

4.3. Résultats

Les vertèbres de 291 femelles (62,18% de l'échantillon total ; 38-112 cm LT) et de 177 mâles (37,82% de l'échantillon total ; 37-105 cm LT) sont utilisées. La moyenne des tailles des individus a été de 79 ± 20 cm pour les femelles et de 72 ± 16 cm pour les mâles (Figure. 4.1). Une différence significative est trouvée dans la comparaison des tailles moyennes mensuelles pour les femelles (ANOVA, $F = 4,79$, d.l. = 11, $p < 0,05$) et pour les mâles (ANOVA ; $F = 2,74$; d.l. = 11 ; $p < 0,05$).



La distribution globale des tailles des mâles et des femelles présente une différence significative (test de Kolmogorov-Smirnov, d.l. = 0.158, $p < 0,05$). Une forte corrélation a été trouvée entre le diamètre des vertèbres et la longueur totale des individus pour les mâles et les femelles ($r^2 > 8$; Figure 4.2) indiquant une croissance isométrique entre la vertèbre et la longueur du corps. Une différence significative a été trouvée dans la comparaison de la relation entre la longueur totale et le diamètre des vertèbres des mâles et des femelles (ANCOVA : $F = 7,771$; $p < 0,05$).



Les photos de la Figure 4.3 présentées ci-dessous illustrent des vertèbres entières et des coupes sagittales de vertèbres de requin à museau pointu, rehaussées grâce au système d'analyse d'images. Les marques de croissance apparaissent par paires de marques opaques plus claires et de marques translucides plus foncées sur les vertèbres non colorées. Les marques de croissance sont plus visibles sur les vertèbres colorées et correspondent à des marques chromophiles (Figure 4.3). La plupart du temps, la coloration spécifique au bleu de toluidine a permis d'augmenter le contraste des préparations et a rendu les marques de croissance plus lisibles, représentées par une alternance de marques claires et de marques chromophiles. L'image a de la Figure 4.3 appartient à une femelle mesurant 104 cm LT.

Les marques sont plus claires sur la vertèbre coupée et colorée que sur les autres autres types d'observation. L'image b de la Figure 4.3 est celle d'une vertèbre d'une femelle mesurant 102 cm (LT). Elle montre aussi que les marques sont plus visibles sur la vertèbre

entière colorée et la vertèbre coupée et colorée. Le même résultat est observé sur l'image c de la Figure 4.3 qui appartient à un mâle mesurant 66 cm LT. En comparant la lisibilité des marques de croissance entre les individus immatures et matures, le dénombrement des marques de croissance (flèches roses) est plus difficile avec les individus matures chez qui les dernières sont difficilement discernables car plus rapprochées. La première marque, interprétée comme une marque de naissance (flèche verte ; Figure 4.3), est plus visible sur les vertèbres colorées. Certaines vertèbres n'étaient pas interprétables et étaient éliminées de l'analyse.

Afin de déterminer si le dépôt de la marque de croissance translucide se fait annuellement, la validation indirecte par la méthode de l'incrément absolu a été réalisée. Après validation des dépôts des marques de croissance, leur nombre a été converti en âge (années). Les valeurs de l'Indice du Pourcentage Moyen d'Erreur (IMPE) varient entre 1,48% (pour deux marques de croissance ; $n = 45$) et 3,38% (pour 4 marques ; $n = 69$). L'IMPE pour l'ensemble de l'échantillon a été de 2,56%. Les valeurs du CV varient entre 2,10% (pour deux marques de croissance ; $n = 45$) et 4,78% (pour 4 marques ; $n = 69$). Le CV pour l'ensemble de l'échantillon a été de 3,63%. Ainsi les valeurs du CV compris entre 2,10 et 4,78% ($< 5\%$) sont tout à fait acceptables pour continuer l'analyse. Le taux de lisibilité des vertèbres est de 76,13% (469 vertèbres) sur l'effectif total examiné de 616 vertèbres. Les variations des moyennes mensuelles des incréments absolus suggèrent un dépôt d'une bande translucide par an. Une différence significative est trouvée dans la comparaison des incréments absolus mensuels des femelles (ANOVA : d.l. = 11 ; $F = 4,796$; $p < 0,05$) et des mâles (ANOVA : d.l. = 11 ; $F = 2,742$; $p < 0,05$). La taille maximale et le nombre maximal de marques observés sont de 112 cm LT et 11 marques pour les femelles et de 104 cm et 10 marques pour les mâles. Les moyennes mensuelles des IM pour les deux sexes présentent une valeur minimale en octobre oscillant entre 0,31 pour les mâles et les femelles (Figure 4.4a et b). Ce résultat suggère la formation d'une bande translucide en octobre pour les mâles et les femelles.

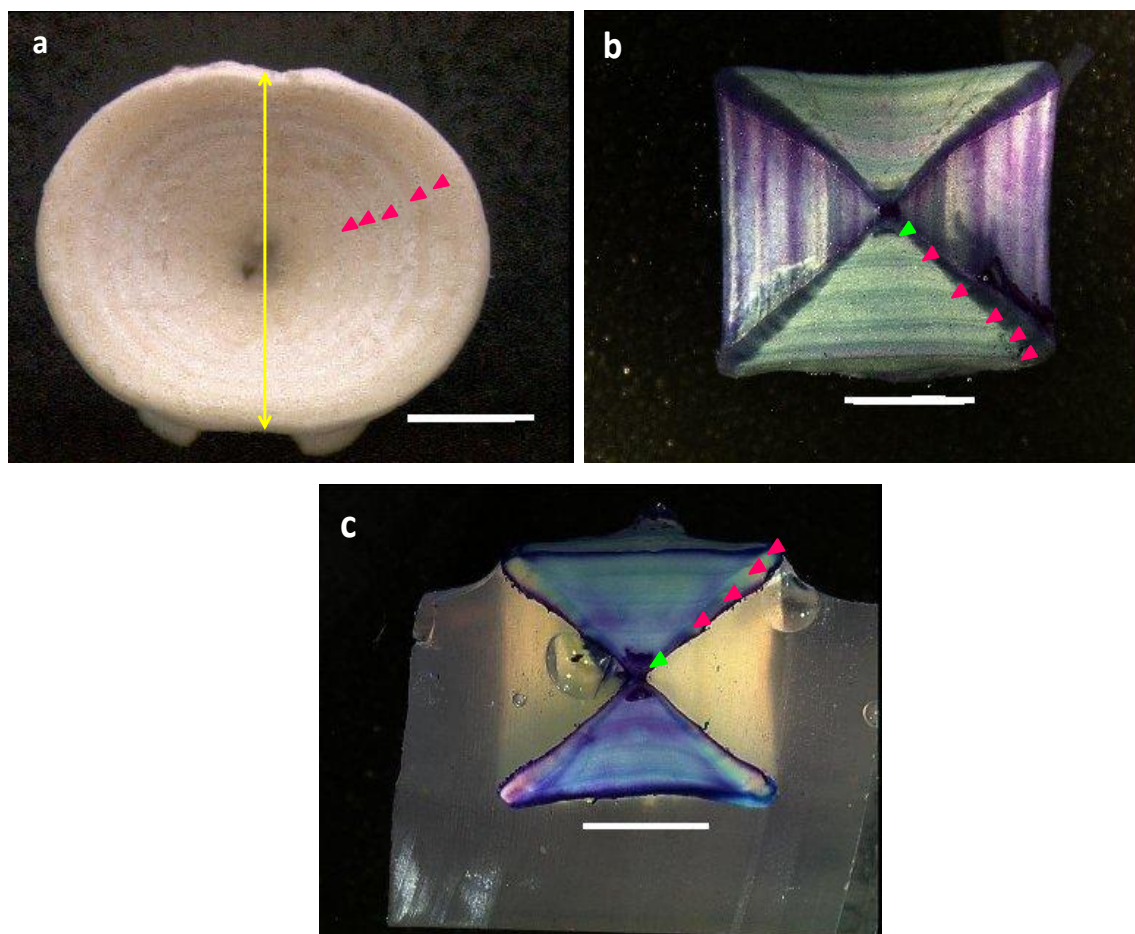
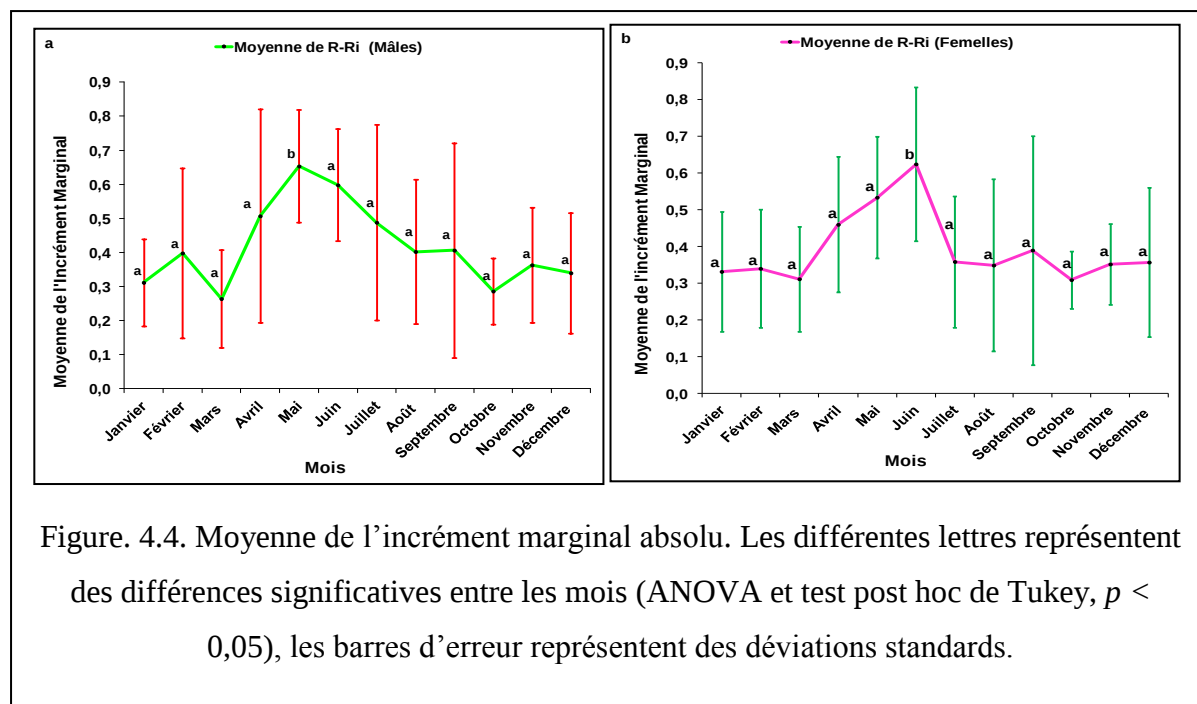
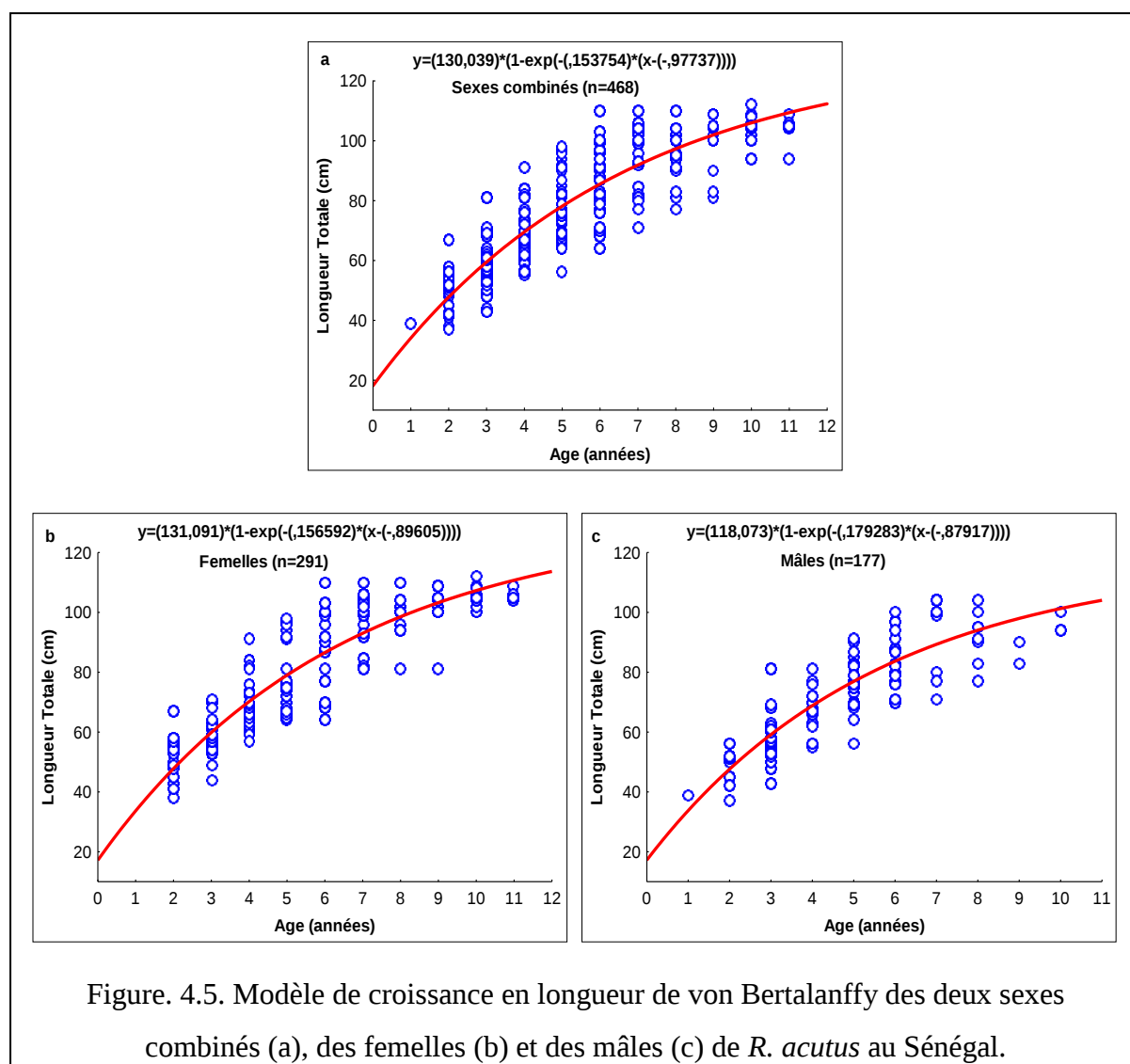


Figure 4.3. Images de vertèbres de *R. acutus* ; a provient d'un individu femelle, LT = 104 cm ; b provient d'un individu femelle, LT = 102 cm ; c provient d'un individu mâle, LT = 66 cm. La flèche verte désigne la marque de naissance et les flèches roses représentent des marques de croissance. Barre d'échelle = 5 mm.



La première bande correspondant à la bande de naissance, a été exclue de l'analyse. En plus, il n'y a pas de paires de marques chromophiles et opaques à la naissance.

Les estimations des paramètres de croissance obtenues pour chaque modèle de croissance sont résumées dans le Tableau 4.1. Les femelles et les mâles possèdent des valeurs de K assez proches (0,15 et 0,18 pour les femelles et les mâles respectivement). Toutefois, les femelles atteignent une taille asymptotique plus grande que les mâles (131 pour 118 cm respectivement). Selon le modèle de von Bertalanffy, la croissance du requin à museau pointu est très rapide chez les jeunes. Elle devient de plus en plus lente avec l'âge chez les deux sexes (Figure 4.5). La taille à la naissance obtenue à partir du modèle de von Bertalanffy modifié (L_0) est de 17 cm pour les deux sexes (Tableau 4.1). La longueur asymptotique des femelles est toujours plus grande que celle des mâles, quelque soit le modèle utilisé. Le modèle de Gompertz a fourni les plus petites valeurs de L_∞ et les plus grandes de K (Tableau 4.1). Les longueurs totales des femelles et des mâles estimées à l'âge de 1 an sont très voisines selon le modèle de von Bertalanffy : 33,7 cm chez les femelles et 33,8 cm chez les mâles. Les accroissements respectifs lors de la 2^e année sont aussi comparables avec 14,1 et 13,8 cm respectivement chez les femelles et les mâles. Si les accroissements annuels sont quasi égaux lors de la première année, les femelles grandissent plus vite que les mâles dans les années suivantes. L'âge de première maturité sexuelle, calculé à partir de la LT_{50} (Chapitre 5), est de 5,8 ans pour les mâles et de 6,9 ans pour les femelles selon les 2 modèles.



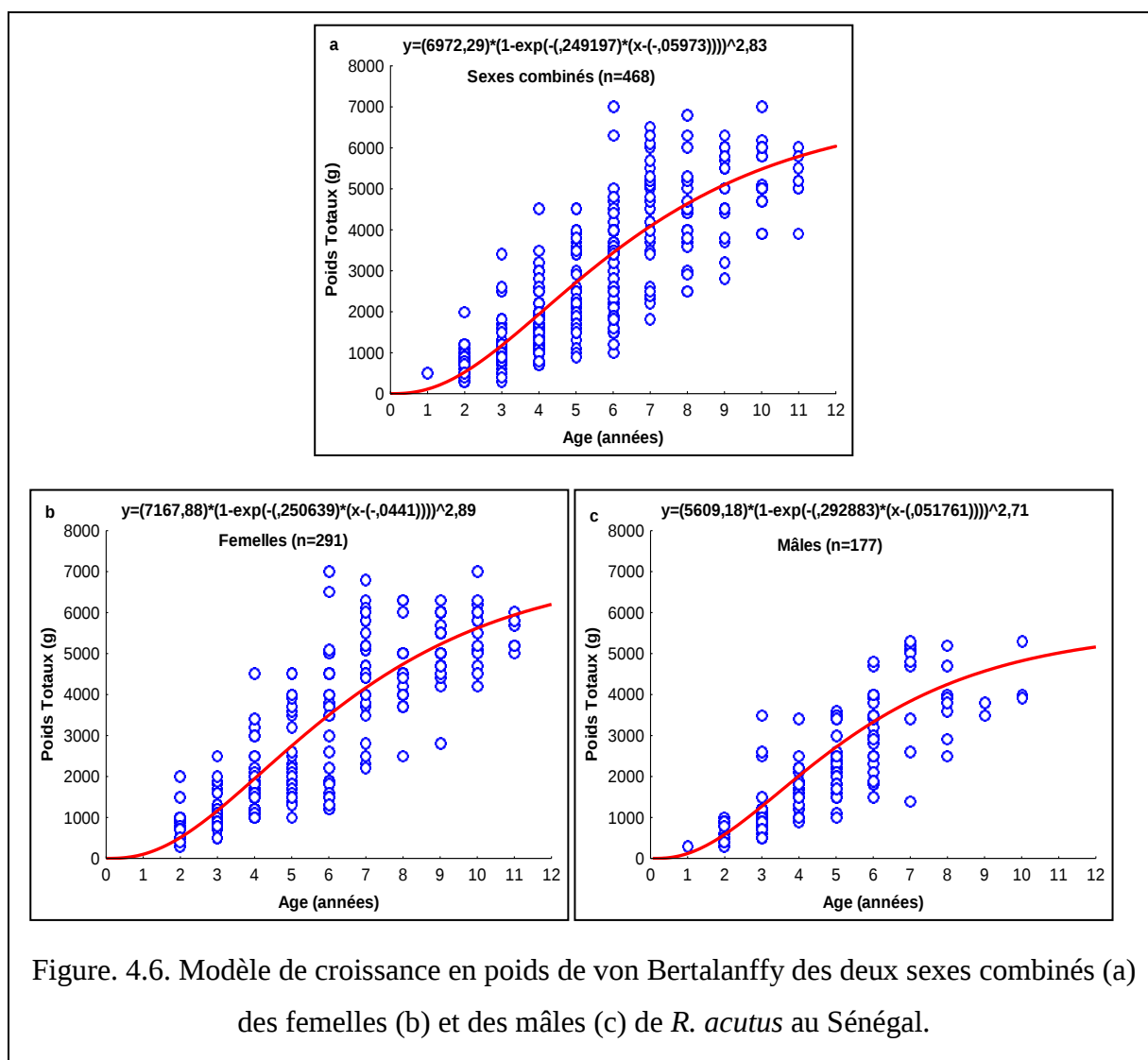
La croissance pondérale est déduite des relations longueur-poids pour les mâles et les femelles (Chapitre 3). Contrairement à la croissance en longueur, la croissance pondérale de *R. acutus* est plus rapide chez les pré-adultes (Figure 4.6).

Comme pour la croissance en longueur, la croissance pondérale est plus rapide chez les femelles (le modèle de von Bertalanffy, 1 223 g/an pour les femelles et 1 047 g/an pour les mâles pour la 2^e année). Chez les femelles comme chez les mâles, l'accroissement pondéral annuel est plus important entre la première et la deuxième année. Les valeurs asymptotiques pondérales tirées du modèle de von Bertalanffy sont 7 168 et 5 609 g respectivement pour les femelles et les mâles (Figure. 4.6). L'évolution des moyennes pondérales mensuelles a montré que la croissance pondérale baisse pendant les mois de juillet et septembre.

Tableau 4.1. Estimations des paramètres de croissance obtenus pour chaque modèle

Modèles	Sexes	Paramètres	Estimation	Erreur	p
von Bertalanffy (VBGF)	Combinés	L_{∞}	130,038	6,538	0,000
		K	0,153	0,020	0,000
		t0	-0,977	0,274	0,000
	Femelles	L_{∞}	131,090	7,662	0,000
		K	0,156	0,025	0,000
		t0	-0,896	0,339	0,009
	Mâles	L_{∞}	118,073	10,794	0,000
		K	0,179	0,044	0,000
		t0	-0,879	0,463	0,060
Gompertz	Combinés	L_{∞}	117,806	3,524	0,000
		a	1,514	0,055	0,000
		K	0,261	0,022	0,000
	Femelles	L_{∞}	119,115	4,144	0,000
		a	1,541	0,074	0,000
		K	0,265	0,027	0,000
	Mâles	L_{∞}	107,946	6,289	0,000
		a	1,476	0,103	0,000
		K	0,296	0,047	0,000
von Bertalanffy modifié	Combinés	L0	18,170	3,414	0,000
		L_{∞}	130,092	6,457	0,000
		k	0,153	0,020	0,000
	Femelles	L0	17,163	4,537	0,000
		L_{∞}	131,094	7,656	0,000
		K	0,156	0,025	0,000
	Mâles	L0	17,209	6,107	0,006
		L_{∞}	118,057	10,830	0,000
		K	0,179	0,044	0,000

Cette période de réduction globale de la croissance est synchrone avec la mise en place des marques opaques sur les vertèbres en octobre. L'évolution des tailles moyennes en fonction des mois présente sensiblement les mêmes tendances.



4.4. Discussion

La coloration des vertèbres au bleu de toluidine a permis de rehausser la visibilité de la marque de croissance permettant d'augmenter les contrastes entre ces marques. Les observations faites sur les vertèbres entières du requin à museau pointu (Cailliet *et al.*, 1986), et sur les vertèbres coupées (Branstetter & McEachran, 1986) ont permis de choisir les vertèbres coupées et colorées et de mieux lire la marque de croissance.

Une relation isométrique entre le diamètre des vertèbres et la longueur totale a été trouvée dans cette étude comme chez beaucoup d'autres espèces de requins (Gruber & Stout, 1983 ; Pratt & Casey, 1983).

Les moyennes mensuelles des incréments marginaux ont commencé à augmenter à partir du mois de mars pour atteindre un pic aux mois de mai et de juin respectivement pour les mâles et les femelles, avec la formation des zones translucides sur les vertèbres. En Australie, avec la méthode des moyennes mensuelles des incréments marginaux relatifs, elles ont commencé à augmenter à partir du mois de mars pour atteindre un pic au mois de juillet pour cette espèce (Harry *et al.*, 2010). La période de la formation de la bande de croissance translucide pour cette espèce succède à celle de la reproduction de cette espèce au Sénégal. La période de parturition, d'accouplement et de formation des embryons est suivie d'une période de croissance.

La présente étude a permis de mettre en évidence la formation d'une bande translucide chromophile par an chez le requin à museau pointu, la première paire étant considérée comme celle correspondant à la naissance. L'hypothèse de la formation de marques annuelles a été validée par la méthode de l'accroissement marginal absolu. Le dépôt annuel de marques annuelles de croissance est typique chez les requins (Branstetter, 1987a ; b ; McAuley *et al.*, 2006). Un dépôt annuel de marques de croissance a été vérifié chez plusieurs espèces de Carcharhinidés : *R. taylori* en Australie (Simpfendorfer, 1993) et *R. terraenovae* dans le Golfe du Mexique (Branstetter, 1987b ; Carlson & Baremore, 2003) et dans le sud-est des États-Unis (Loefer & Sedberry, 2003). D'autres études de croissance de Carcharhinidés ont validé le dépôt d'une marque par an (Davenport & Stevens, 1988 ; Simpfendorfer *et al.*, 2002 ; McAuley *et al.*, 2006). Ce dépôt annuel caractérise souvent les espèces à reproduction saisonnière annuelle comme *R. acutus* (Chapitre 5). La période de formation de la marque translucide est située au mois de juillet pour cette espèce en Australie (Harry *et al.*, 2010).

Cette période de la formation de la bande de croissance n'a pu être située par Lessa *et al.* (2009) chez *R. lalandii* et *R. porosus* au Brésil. La méthode de l'incrément marginal absolu utilisée dans la présente étude a également été choisie chez de nombreuses espèces d'élaémobranches dans la littérature pour la validation de la périodicité du dépôt des marques de croissance (Lessa *et al.*, 2004). Cette méthode est utilisée avec succès chez le requin Renard *Alopias pelagicus* (Liu *et al.*, 1999) et chez le requin Peau bleue *Prionace glauca* (Lessa *et al.*, 2004).

Dans cette étude, l'analyse de l'accroissement marginal absolu a indiqué que les marques de croissance se forment à la fin de la saison pluvieuse avec la bande chromophile translucide au mois d'octobre. La saisonnalité dans la distribution des accroissements marginaux est typique chez les Carcharhiniformes tropicaux (Romine *et al.*, 2006 ; Piercy *et al.*, 2007). Cette saisonnalité de la croissance est conforme à celle observée dans la distribution des tailles des captures (Chapitre 3), dans la reproduction (Chapitre 5) et dans l'alimentation (Chapitre 6) de cette espèce. La période de formation de la bande translucide au début de la saison froide (octobre-novembre) au Sénégal concorde avec celui trouvé par Harry *et al.* (2010) en Australie. Ces auteurs ont situé la période de dépôt de la marque translucide du requin à museau pointu pendant l'hiver au mois de juillet qui correspond à l'été dans l'hémisphère nord (les saisons australiennes évoluent à l'opposé de celles de l'hémisphère nord). En plus, l'estimation de l'âge et de la croissance du requin à museau pointu en Australie a été faite en tenant compte d'un cycle de reproduction non saisonnier de cette espèce (Harry *et al.*, 2010) contrairement au cycle reproductif saisonnier montré dans cette étude pour cette espèce (Chapitre 5).

Les facteurs qui influent sur la périodicité du dépôt de calcium sur les vertèbres des élaémobranches sont peu connus. Les variations de la température, de l'alimentation et du stress lié à certaines activités comme la migration ont été citées comme facteurs responsables (Pratt & Casey, 1983). Le dépôt de la bande de croissance annuelle a été montré chez ses congénères, *R. terraenovae* par Loefer et Sedberry (2003) et *R. taylori* par Simpfendorfer (1993).

La relation linéaire entre le diamètre de la vertèbre et la LT a indiqué que la croissance de la vertèbre a augmenté proportionnellement à la LT pour toutes les tailles. Ce résultat a été trouvé chez plusieurs autres espèces de requins (Gruber & Stout, 1983 ; Pratt & Casey, 1983).

Les modèles de croissance utilisés dans cette étude ont été bien ajustés aux données pour la croissance en longueur et en poids. Le modèle de von Bertalanffy, quoiqu'ancien et soumis à de nombreuses critiques, reste de loin le plus utilisé dans l'estimation de la croissance des poissons. L'application des modèles de croissance de von Bertalanffy et de Gompertz au requin à museau pointu dans cette étude a conduit à des vitesses de croissance légèrement différentes. En appliquant celui de Gompertz, la croissance apparaît plus rapide qu'avec celui de von Bertalanffy. Les valeurs du coefficient K sont plus élevées dans le modèle de Gompertz (0,26 et 0,29 respectivement pour les femelles et les mâles) par rapport à celui de von Bertalanffy (0,16 et 0,18 respectivement pour les femelles et les mâles). Les valeurs estimées du coefficient K des femelles et les mâles selon le modèle de von Bertalanffy de cette population de *R. acutus* supérieures à 0,1 correspondent à celles de petites espèces de requins à croissance lente (Carlson & Parsons, 1997) avec des caractéristiques bioécologiques liées au milieu de vie. Musick (1999) a précisé que les espèces à coefficient K égal ou inférieur à 0,1 sont très vulnérables à une surexploitation. La valeur de K dans cette étude n'étant pas très loin de 0,1, des mesures de précaution mériteraient d'être prises en compte pour cette espèce.

R. acutus croît moins vite que d'autres espèces du genre (Tableau 4.2). Des différences bioécologiques pourraient expliquer ce résultat. La vitesse de croissance est plus rapide chez les juvéniles des deux sexes. Une telle observation a été faite chez *R. acutus* en Australie par Harry *et al.* (2010) et chez d'autres espèces du genre (Simpfendorfer, 1993 ; Lessa *et al.*, 2009). Selon le modèle standard de von Bertalanffy de la présente étude, l'accroissement naturel annuel des femelles est plus grand que celui des mâles. Selon le modèle de Gompertz, les mâles croissent plus vite seulement pendant la première année comparés aux femelles. Ce résultat pourrait expliquer le fait que les femelles soient matures plus tardivement et atteignent des tailles maximales plus grandes que les mâles (Chapitre 5). Toutefois, il contraste avec celui de Kasim (1991) qui a estimé que les mâles présentaient une croissance plus rapide que les femelles. Le dimorphisme sexuel dans la croissance est montré par tous les modèles de croissance utilisés dans cette présente étude.

Les comparaisons et les interprétations des coefficients de croissance entre les espèces d'un même genre ou entre les populations d'une même espèce sont limitées par la taille des échantillons, les gammes de taille considérées, la méthodologie de l'estimation de l'âge, la technique de validation et les modèles de croissance utilisés (Cailliet & Goldman, 2004). Les rythmes de croissance selon le modèle de von Bertalanffy de cette espèce dans cette étude

sont assez semblables à ceux de *R. porosus* au Brésil (Lessa *et al.*, 2009) et plus faibles par rapport à d'autres espèces du genre (Tableau 4.2).

Les plus grandes femelles observées durant cette étude étaient âgées de 11 ans (LT = 112 cm) et les plus grands mâles de 10 ans (LT = 110 cm). Ce résultat est assez semblable à celui trouvé en Inde avec l'âge maximal de cette espèce à 10 ans (Krishnamoorthi & Jagadis, 1986). L'âge maximal pour cette espèce par contre a été estimé inférieur en Australie (Harry *et al.*, 2010) où il a été évalué à 6 ans, mais la taille de la population de cette espèce est réduite en Australie. Ces âges maxima pour *R. acutus* dans la présente étude sont aussi très proches de ceux de *R. terraenovae* (11 ans) (Loefer & Sedberry, 2003) et *R. porosus* (10 ans) (Lessa *et al.*, 2009). Le cycle de vie long de *R. acutus* au Sénégal pourrait permettre à cette espèce de mieux supporter une forte prédation des grands requins. Selon Branstetter (1990), la prédation des requins en dessous de 100 cm (LT) est élevée du fait de leur faible habileté à la nage et de leur petite taille les rendant plus facilement capturables par les prédateurs.

La taille asymptotique est plus grande chez les femelles par rapport aux mâles et cela confirme le dimorphisme sexuel de cette espèce (Chapitre 3 et 5). Pour les deux sexes, les tailles asymptotiques calculées ont été plus grandes que les tailles maximales observées au cours de cette étude. De même, un dimorphisme sexuel pondéral est observé dans cette étude avec un poids asymptotique plus grand chez les femelles. Pour les deux sexes, les poids asymptotiques (W_{∞}) ont été moins grands que les maxima pondéraux (W_{max}) observés au cours de cette étude avec $W_{\infty} = 7\,168$ contre $W_{max} = 8\,500$ g et $W_{\infty} = 5\,609$ g contre $W_{max} = 6\,800$ g respectivement pour les femelles et les mâles. Le manque de données sur la croissance pondérale de cette espèce dans d'autres régions empêche toute comparaison avec des études antérieures. Toutefois, ces données sur la croissance pondérale pourront permettre de mieux comprendre la croissance de cette espèce et des autres requins du genre. La taille à la naissance obtenue à partir du modèle de von Bertalanffy modifié a donné une taille nettement inférieure à celle trouvée dans cette étude par la mesure de la taille maximale des embryons du plus petit individu capturé ayant des cicatrices ombilicales sur le ventre (Chapitre 5).

Les petites espèces de requins telle que *R. acutus* tendent à montrer une croissance rapide dans les premières années de la vie et un taux de croissance beaucoup plus lent une fois la maturité atteinte. Cet aspect de leur croissance complique l'estimation de l'âge à partir des marques de croissance enregistrées et conservées sur les vertèbres car, avec la réduction de la

croissance avec l'âge, les marques les plus récentes chez les individus âgés sont très proches et rendent leur interprétation difficile.

Les estimations des paramètres d'histoire de vie qui ont été présentés dans cette étude ont été basées sur un échantillonnage plus important, temporel et très structuré, comparé aux études antérieures pour cette espèce. La comparaison des paramètres du modèle de croissance de von Bertalanffy calculés dans la présente étude avec ceux obtenus dans d'autres régions montre une certaine différence. Toutefois, cette différence peut être attribuée aux méthodes d'échantillonnage, aux types d'analyse des données et à des réalités bioécologiques entre ces régions. L'estimation de la croissance du requin à museau pointu, sur les côtes sénégalaises par l'analyse des marques de croissance sur les vertèbres a permis de conclure qu'il existe une différence dans la croissance des mâles et des femelles de cette espèce, et que les femelles croissent plus vite que les mâles. Cette différence peut être due à une ségrégation sexuelle qui caractérise le requin à museau pointu (Chapitre 3) ou par la nécessité pour les femelles d'atteindre une plus grande taille pour mieux contenir les embryons (Walmsley-Hart *et al.*, 1999). Avec une paire de marques de croissance par an, le requin à museau pointu apparaît comme une espèce à croissance lente qui caractérise les espèces à stratégie K souvent très vulnérables à la surpêche. Les paramètres de croissance peuvent fournir des informations pour comprendre le degré de vulnérabilité des espèces. Les tailles maximales observées étant en-deçà des tailles asymptotiques, cette espèce semble être surexploitée. Bien que ce soit une tâche plutôt ardue à accomplir avec la plupart des espèces d'élastomobranthes, la nécessité actuelle d'obtenir des données sur l'âge et la croissance pour des fins de gestion de la ressource devient une exigence majeure dans la gestion des pêcheries au Sénégal.

Tableau 4.2. Comparaison des paramètres du modèle de von Bertalanffy des espèces du genre *Rhizoprionodon* rapportés par plusieurs auteurs (M : mâles ; F : femelles).

Espèces	L_{∞} (cm LT)	K	t_0 (années)	n	Auteurs
<i>R. acutus</i>	118(M)/131(F)	0,18(M)/0,16(F)	-0,88(M)/-0,89(F)	177(M)/291(F)	Présente étude
<i>R. acutus</i>	100	0,2	-1,78	105	(Krishnamoorthi & Jagadis, 1986)
<i>R. acutus</i>	105,4(M)/106,5(F)	0,64(M)/0,60(F)	0,052(M)/0,055(F)		(Kasim, 1991)
<i>R. acutus</i>	82,1(M)/86,1(F)	0,94(M)/0,63(F)			(Harry <i>et al.</i> , 2010)
<i>R. lalandii</i>	78,1	0,3	-1,46	84	(Lessa <i>et al.</i> , 2009)
<i>R. porosus</i>	112,9	0,17	-1,75	134	(Lessa <i>et al.</i> , 2009)
<i>R. terraenovae</i>	92,5	0,45	-2,01	215	(Parsons, 1985)
<i>R. terraenovae</i>	108	0,36	0,98	20	(Branstetter, 1987a)
<i>R. terraenovae</i>	94	0,73	-0,88	304	(Carlson & Baremore, 2003)
<i>R. terraenovae</i>	98,3(M)/98,8(F)	0,50(M)/0,49(F)	-0,94(M)/-0,91(F)	116(M)/123(F)	(Loefer & Sedberry, 2003)
<i>R. taylori</i>	65,2(M)/73,2(F)	1,34(M)/1,01(F)	0,41(M)/0,45(F)	52(M)/85(F)	(Simpfendorfer, 1993)

CHAPITRE 5

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DU REQUIN À MUSEAU POINTU



CHAPITRE 5. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DU REQUIN À MUSEAU POINTU

5.1. Introduction

Les espèces du genre *Rhizoprionodon* constituent une composante importante des captures de la pêche artisanale dans le monde (Lessa, 1988 ; Mattos *et al.*, 2001 ; Capapé *et al.*, 2006). Elles sont de plus en plus capturées accidentellement dans les activités de pêche ciblant d'autres espèces (Bonfil, 1994). Parmi elles, le requin à museau pointu, *R. acutus*, Rüppell 1837, est l'espèce ayant la plus large distribution géographique. Elle est localisée le long de la côte d'Afrique Occidentale, dans la région Indo-Pacifique, dans la partie nord de l'océan Indien, de l'Indonésie aux archipels des Philippines, et du Japon à l'Australie (Compagno, 1984 ; Capapé *et al.*, 2006 ; Harry *et al.*, 2010). Elle est régulièrement débarquée sur les côtes sénégalaises (Capapé *et al.*, 2006). Le requin à museau pointu est couramment rencontré jusqu'à 200 m de profondeur dans les estuaires tropicaux et subtropicaux et dans les eaux côtières (Compagno, 1984).

Malgré sa valeur commerciale, très peu de données sur sa biologie sont disponibles à travers le monde. Des connaissances sur les caractéristiques de la reproduction sont essentielles pour élaborer des stratégies de gestion et permettre la durabilité de la ressource (Mattos *et al.*, 2001). Les rares études sur la reproduction de cette espèce ont été menées au Sénégal (Capapé *et al.*, 2006), en Mauritanie (Valadou *et al.*, 2006), en Inde (Krishnamoorthi & Jagadis, 1986 ; Devadoss *et al.*, 1989) et en Oman (Henderson *et al.*, 2006). Elle est une espèce vivipare ayant 2 à 8 fœtus par femelle après une gestation qui dure un an (Compagno, 1984 ; Capapé *et al.*, 2006). Au Sénégal, Capapé *et al.* (2006) n'avaient pas pu échantillonner sur un cycle annuel complet. Aucune femelle mature n'avait été observée d'octobre à décembre.

Le but de cette étude est de fournir des informations complémentaires sur certains paramètres de la reproduction incluant la réévaluation de la taille de maturité des individus, la période du cycle de reproduction basée sur le stockage de sperme chez les deux sexes et la persistance du sperme chez les femelles tout le long du cycle de reproduction. Les résultats de cette étude pourront contribuer à proposer des mesures de gestion plus adéquates en rapport avec le cycle de reproduction de cette espèce.

5.2. Matériel et méthodes

Un échantillonnage systématique mensuel du requin à museau pointu le long des côtes du Sénégal a été réalisé de mai 2009 à février 2011 à partir de la pêche artisanale dans chacune des 8 sites de débarquement : Saint-Louis (nord-ouest), Dakar (dans la Presqu'île du Cap-Vert), Mbour, Joal (dans le centre-ouest), Kafountine, Élinkine, Diogué et Cap Skiring (en Casamance dans le sud-ouest). Au Total, 1 800 individus ont été échantillonnés. Le même effort de pêche et engins de pêche ont été utilisés dans toutes les sites en saison chaude, de mai à octobre, comme en saison froide, de novembre à avril (Barry-Gérard, 1994).

Des analyses statistiques ont été effectuées en utilisant les logiciels STATISTICA® et XLSTAT® 2011. La relation entre LT et PT a été établie en utilisant la formule :

$$PT = aLT^b$$

où a est le facteur de condition moyen et b le coefficient allométrique (Hayes *et al.*, 1995).

Pour l'étude du cycle reproduction, le site de Mbour a été échantillonné deux fois par mois pendant une année complète (900 individus). Pour chaque échantillonnage, la longueur totale (LT, en cm), de la pointe du museau à celle de la nageoire caudale, le poids total (PT, en g), le poids éviscéré (PE, en g) et le sexe ont été déterminés. Pour les mâles, la longueur du testicule (IT, en cm), la masse du testicule (MT, en g) et la longueur du ptérygopode (Lpt, en cm) ont été mesurées.

Le stade de maturité a été évalué, pour les mâles, par l'aspect des testicules et le degré de calcification des ptérygopodes. Pour les femelles les follicules vitellogènes et non vitellogènes ont été comptés et mesurés. La largeur du plus grand follicule (Diamètre du Follicule Maximal, DFM ; (Davenport *et al.*, 2011) de l'ovaire gauche a été mesurée chez les femelles matures et ces données mensuelles ont été comparées pour déterminer la durée du cycle de reproduction des femelles. La présence et la taille des œufs dans les utérus des femelles au cours de l'année ont été notées afin de mieux définir le cycle reproducteur des femelles. La largeur des glandes oviductales a été mesurée (en mm), et leur masse (OVM en g) a été obtenue. Pour déterminer la présence du sperme chez les mâles et les femelles au cours de l'année et mieux localiser la période d'accouplement du requin à museau pointu, cinq glandes oviductales de femelles matures gravides et non gravides et cinq testicules de mâles matures ont été recueillis pendant les mois suivants : juillet, septembre, novembre, janvier, mars et mai. Des sections histologiques ont été faites après avoir fixé les testicules des mâles et les

glandes oviductales des femelles dans une solution de Bouin (Conrath & Musick, 2002). Les portions des testicules et de glandes oviductales ont été obtenues suivant la méthode décrite par Pratt (1993) et ont été déshydratées dans une série graduée d'alcool éthylique puis incluses dans de la paraffine. Les coupes colorées au trichome de Masson ont été ensuite observées à l'aide d'un microscope photonique afin de déterminer le stade de la spermatogenèse et la présence ou non du sperme dans la glande oviductale.

Le nombre, la masse, le sexe, et la longueur totale (LT en cm) des embryons ont été enregistrés. Pour mieux évaluer certains aspects de la période du cycle de reproduction, la saison d'accouplement, la période de la vitellogenèse et la période de fertilisation des œufs à l'intérieur des glandes oviductales, ont été estimées à partir des indices biologiques suivants : l'indice gonado-somatique (IGS) des mâles matures, l'indice hépato-somatique (IHS) des deux sexes matures et l'indice nido-somatique (INS). Ces indices ont été calculés en utilisant les formules suivantes :

$$IGS = \frac{MT}{PE} \times 100$$

$$HSI = \frac{MF}{PE} \times 100$$

$$INS = \frac{OvM}{PE} \times 100$$

Où *MT* est la masse de la gonade, *PE g* est la masse du poisson éviscéré, *MF* la masse du foie et *OvM* la masse de la glande oviductale. Le poids éviscéré a été préféré au poids total parce que les viscères et le contenu de l'estomac pourraient affecter le poids du poisson (Brahim, 2004).

La normalité des données a été vérifiée avec respectivement le test d'homogénéité et le test de Shapiro et Bartlett ($p > 0,05$). Le test t de Student a été utilisé pour comparer la taille des ptérygopodes droit et gauche. Les variations mensuelles de l'IGS des mâles matures, de l'INS des femelles matures et de l'IHS des deux sexes matures ont été testées pour l'hétéroscédasticité par le test de Bartlett et ont été ensuite testées par une analyse de variance (ANOVA) à un facteur suivi d'un test post hoc de Tukey (Zar, 1999). Les nombres d'embryons dans les utérus gauche et droit des femelles gravides ont été comparés par un test t bilatéral apparié. Les distributions des fréquences de taille des mâles et des femelles ainsi que la distribution de la fécondité utérine et ovarienne des femelles ont été comparées en utilisant le test Kolmogorov-Smirnov.

Trois groupes d'individus correspondant à trois classes de taille étaient définis en rapport avec le stade de maturité des mâles : les juvéniles, les sub-adultes et les adultes. Les mâles étaient considérés « juvéniles » si le cartilage dans le ptérygopode n'était pas calcifié et les testicules peu développés ; ils étaient considérés « sub-adultes » si leurs ptérygopodes étaient partiellement calcifiés et les testicules développés. Enfin, ils étaient considérés « adultes » si leurs ptérygopodes étaient totalement calcifiés et pouvaient faire des rotations de 180° par rapport à leur position normale et que le canal siphonale s'ouvrait facilement (Clarke & Von Schmidt, 1965). Le stade de maturité des femelles était étudié en utilisant l'état des ovaires ou de l'ovaire gauche, des utérus et des glandes oviductales. Les femelles étaient considérées « juvéniles » si les ovaires étaient petits, les ovocytes non ou pas différenciés et leurs utérus filiformes ; elles étaient considérées « sub-adultes » si leurs ovaires étaient un peu élargis, plus transparents et les ovocytes différenciés avec quelques uns de petite taille. Elles étaient considérées « adultes » si elles étaient gestantes avec un ovaire développé, des glandes oviductales larges et des utérus développés (Castro & Wourms, 1993).

La taille de première maturité (LT_{50}) a été calculée en utilisant le pourcentage d'individus matures (%M) par classe de taille. L'ajustement du modèle a été donné en utilisant la somme des moindres carrés (Quasi-Newton) avec le logiciel STATISTICA® (Panfili *et al.*, 2006).

$$\%M = \frac{100}{1 + e^{(-a(LT-LT_{50}))}}$$

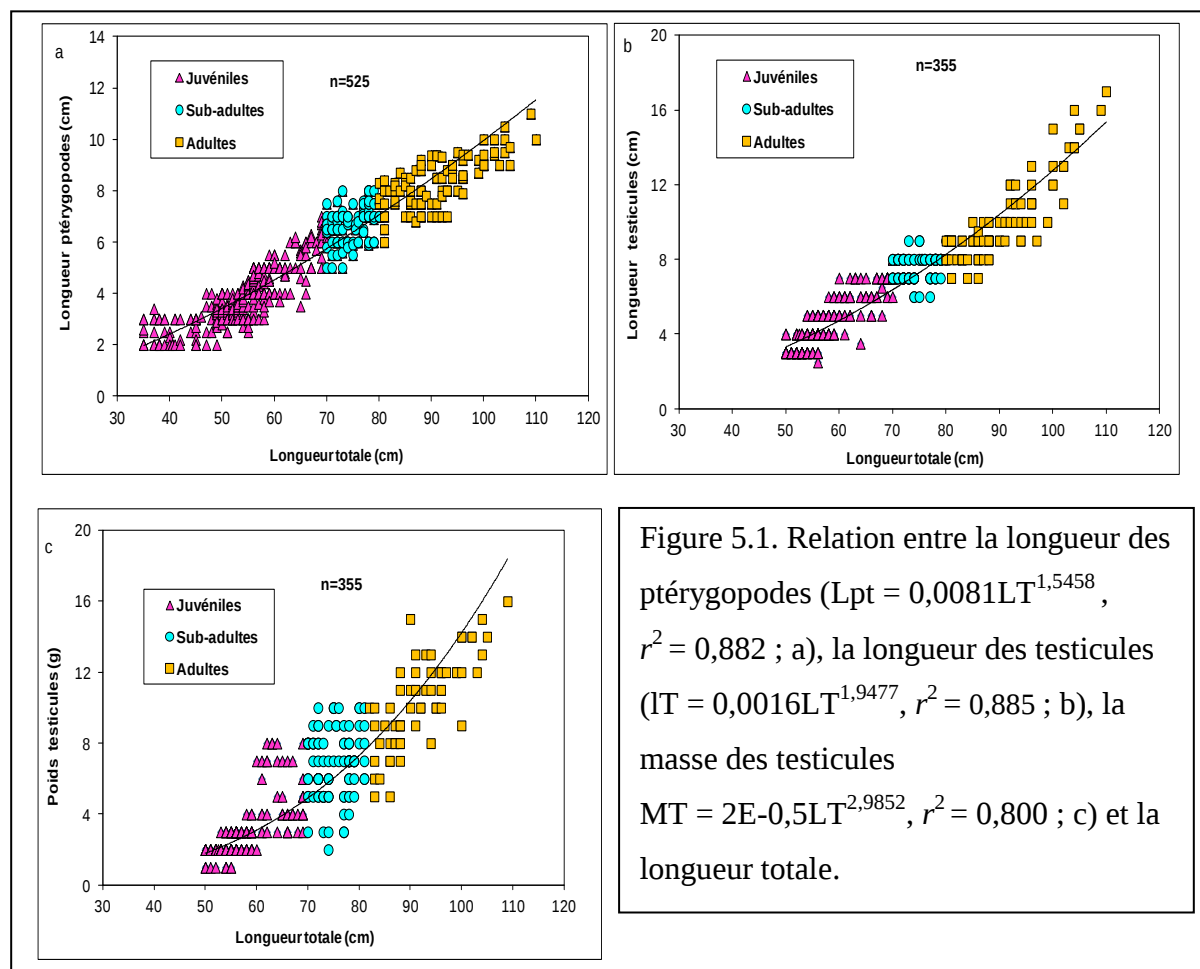
où a et LT_{50} sont des constantes.

5.3. Résultats

5.3.1. La reproduction des mâles et la taille de première maturité sexuelle

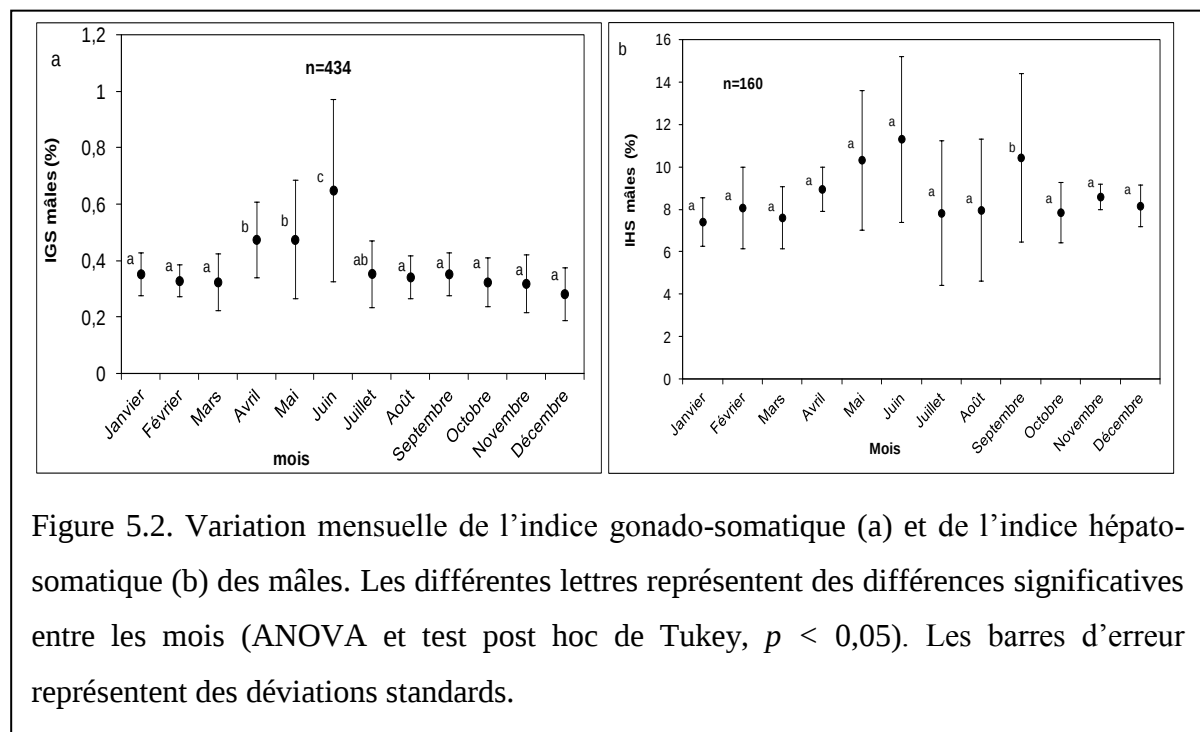
La proportion des mâles immatures est de 80,25% ($n = 508$) pour l'ensemble de l'échantillon. Les pourcentages d'individus matures sont plus élevés dans les régions du nord et du centre : 45,45% à Saint-Louis et Dakar, 37,70% à Mbour et à Joal. Dans le sud pendant la même période, ces pourcentages sont de 1,43, 5,88, 0 et 5,26% respectivement à Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Skiring. Globalement, le pourcentage de mâles matures est plus élevé en mai et juin (43,75 et 41,17% respectivement) et moins élevé en octobre et novembre (1,72 et 13,63% respectivement).

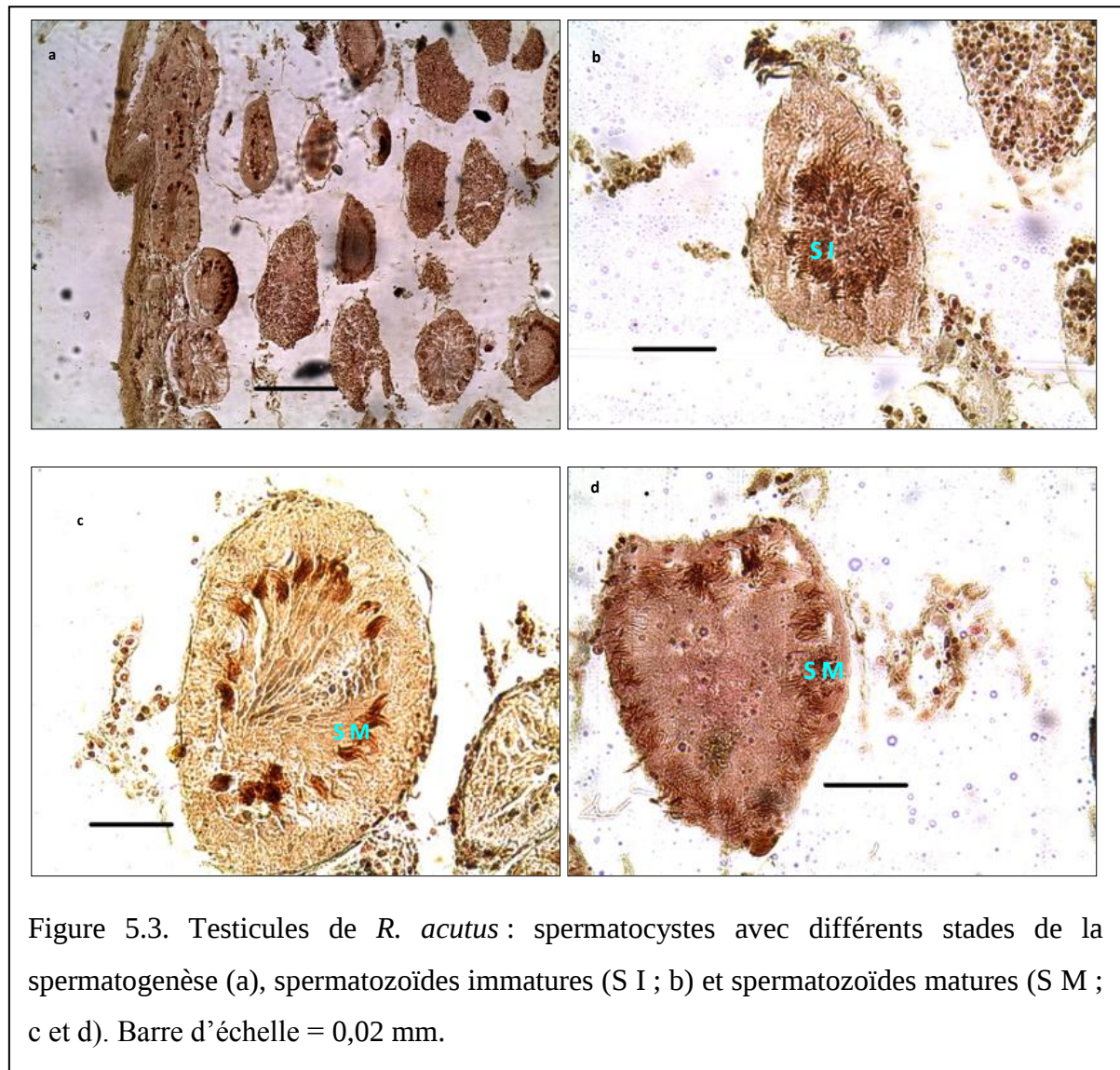
Les tailles des ptérygopodes droits et gauches ne sont pas significativement différentes (test $t = -1,418$; d.l. = 68 ; $p > 0,05$). Une forte corrélation est observée entre la longueur du ptérygopode et la longueur totale (Figure 5.1a). La croissance en longueur et en masse des testicules présente une forte corrélation avec la longueur totale des individus (Figure 5.1b et Figure 5.1c).



Les moyennes mensuelles de l'IGS des mâles varient entre 0,28 et 0,65% avec un maximum en juin et un minimum en décembre. Ces variations révèlent que la moyenne de l'IGS des mâles en juin est significativement différente de celle des autres mois (ANOVA suivie de post-hoc de Tukey : $F = 10.678$, d.l. = 11, $p < 0,05$; Figure 5.2a). Les moyennes mensuelles de l'IHS chez les mâles varient entre 7,4 et 11,3% avec un maximum en juin et un minimum en janvier (ANOVA suivie de post-hoc de Tukey : $F = 2,1741$; d.l. = 11 ; $p < 0,05$; Figure 5.2b). Le pic de l'IGS et de l'IHS des mâles montre que la période d'accouplement a eu lieu au début de la saison chaude.

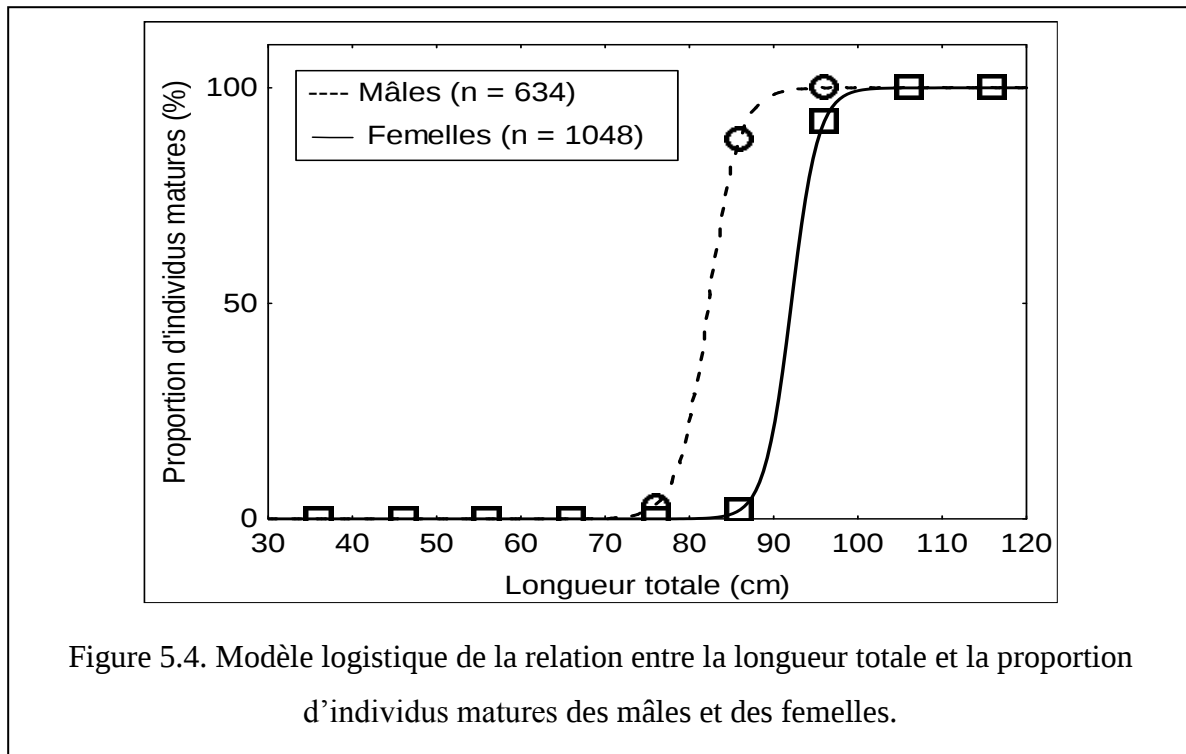
L'analyse microscopique des sections de testicules de mâles matures révèle les sept étapes de la spermatogenèse proposées par Parsons et Grier (1992). Cette étude histologique nous a permis de mettre en évidence toutes les étapes de la spermatogenèse. Les mâles matures capturés entre mai et août présentent des gonades dans des stades tardifs de la spermatogenèse et des spermatozoïdes plus importants pendant cette période dans les spermatocystes (Figure 5.3a, b, c et d). Les spermatozoïdes sont regroupés à l'intérieur du spermatocyste et leur nombre diminue progressivement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la saison des pluies. La taille de première maturité pour les mâles est de 82 cm LT (Figure 5.4).





5.3.2. La reproduction des femelles et la taille de première maturité sexuelle

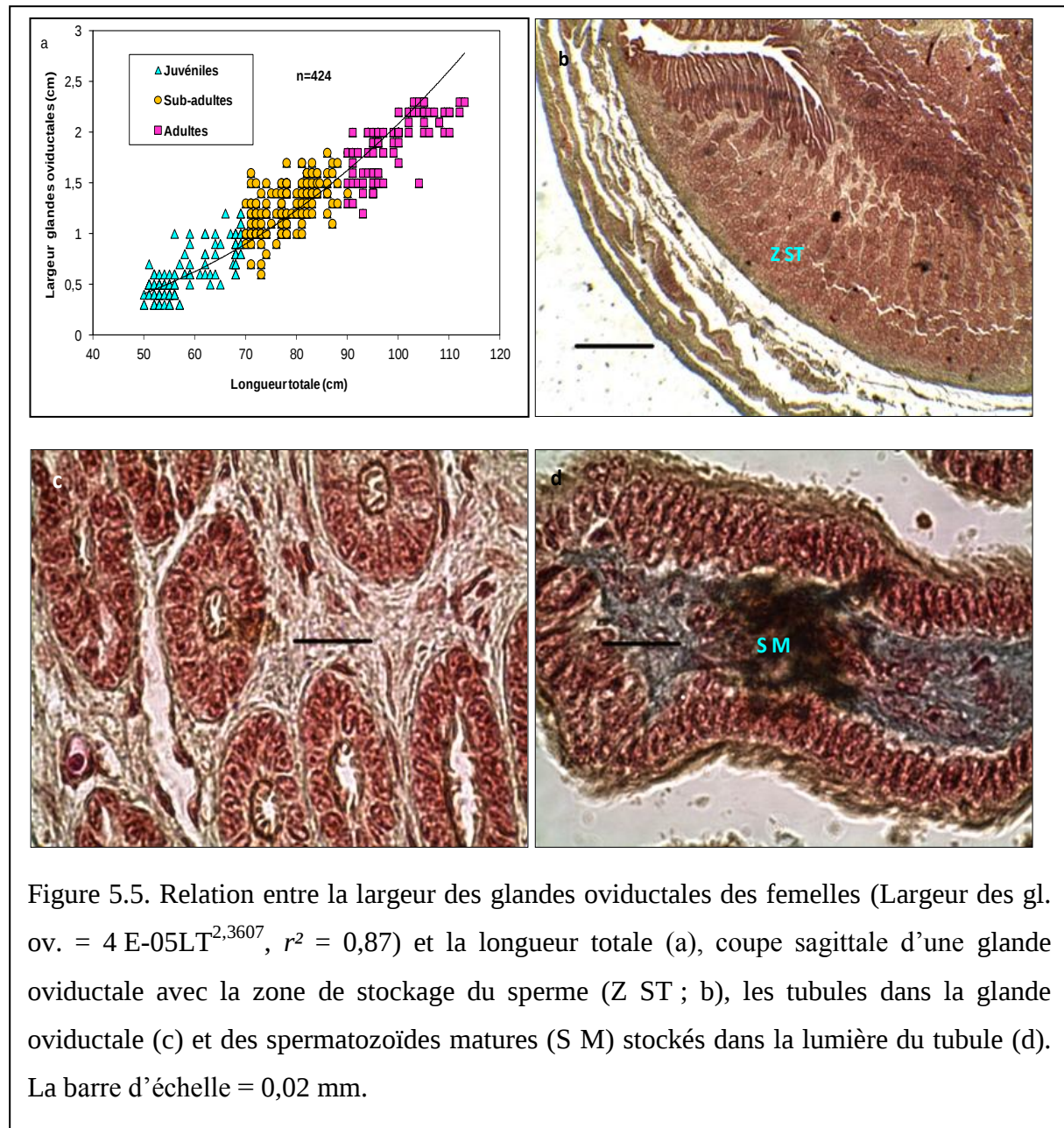
La proportion de femelles immatures est de 76,05% (n = 797) pour la totalité de l'échantillon. Comme pour les mâles, les pourcentages des femelles matures sont plus élevés dans les régions du nord et du centre : 33,33% à Saint-Louis, 62,50% à Dakar, 42,67% à Mbour et 38,87% à Joal. Au cours de la même période, ces pourcentages dans le sud sont de 3,09, 4,26, 0 et 6,90% respectivement à Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Skiring. Le pourcentage de femelles matures est plus élevé en mai et juin (52 et 40,96% respectivement) et moins élevé en octobre et novembre (14,58 et 7,69%). La taille de première maturité pour les femelles est de 92 cm LT (Figure 5.4).



La largeur des glandes oviductales et la longueur totale des individus sont fortement corrélées (Figure 5.5a). Toutes les femelles ayant des glandes oviductales de plus de 2 cm de large sont matures. Les femelles immatures ont 2 ovaires alors que les femelles matures ont seulement l'ovaire gauche fonctionnel, le droit est absent ou rudimentaire.

Sur les 30 glandes examinées, seules deux femelles, une gestante (95 cm LT), et une post-partum (105 cm LT) présentent des spermatozoïdes dans leurs glandes oviductales. La Figure 5.5b montre une coupe transversale du tiers postérieur d'une glande oviductale d'un requin à museau pointu. La zone de stockage du sperme dans la glande est identifiée selon la terminologie de Hamlett *et al.* (1999). Le sperme est observé dans la lumière des tubules de la zone terminale de la glande (Hamlett & Koob, 1999) en juillet. Peu de sperme est observé chez une femelle gestante et plus de sperme est observé dans la lumière du tubule chez une femelle post-partum indiquant une récente insémination. Cette étude révèle que l'accouplement a lieu vers le mois de juillet (Figure 5.5c et d).

La fécondité ovarienne varie de 2 à 8 follicules avec une moyenne de $4,5 \pm 1,8$ par femelle. La fécondité maximale est de 8 follicules. Elle est observée chez plusieurs femelles, parmi lesquelles la plus grande mesurait 113 cm (LT) et pesait 6 700 g (PT). Un développement graduel de la taille des follicules est observé dans cette étude. Le diamètre du follicule maximal augmente au cours des mois ; l'ovulation survient en juin (Figure 5.6a).



Une relation significative est observée entre la LT maternelle et la fécondité ovarienne ($r^2 = 0,41$). La fécondité utérine varie de 2 à 7 embryons, le maximum étant observé chez une femelle de plus de 110 cm (LT), pesant 6 000 g (PT). La moyenne de la fécondité utérine pour l'ensemble de l'échantillon est de $4,5 \pm 1,3$. Une relation significative est observée entre la LT maternelle et la fécondité utérine ($r^2 = 0,55$).

Les plus petites femelles gravides mesurent 90 cm LT, l'une ayant 2 embryons et l'autre 4. Une différence significative est observée entre la fécondité de l'utérus droit et celle de gauche (test t = 2,612 ; d.l. = 129 ; $p < 0,05$). Les fécondités ovariennes et utérines sont significativement différentes chez les femelles matures (test de Kolmogorov-Smirnov : $p <$

0,05). Toutefois, une relation significative entre la fécondité ovarienne et utérine selon la longueur totale du poisson est notée ($r^2 = 0,40$). La présence de grands follicules vitellogènes dans l'ovaire et d'embryons à terme dans les utérus en même temps chez des femelles montre un cycle annuel de reproduction.

5.3.3. Caractéristiques des embryons

Les tailles des embryons varient entre 5 et 40 cm (LT) alors que leur masse fluctue entre 8 et 256 g (PT). Parmi eux, 82 sont mâles (46,86%) et 93 étaient femelles (53,14%). Les œufs sont visibles dans l'utérus de juillet à septembre. Les embryons ont des tailles minimales de juillet à août (5 cm LT) et maximale d'avril à juin (40 cm LT) : le développement embryonnaire dure entre 11 et 12 mois. Le pic de la taille des embryons est observé autour de juin (moyenne $35,68 \pm 3$ cm) correspondant à la période de parturition (Figure 5.6b). A cette période, de petits individus libre-nageant et des femelles gestantes ayant des embryons à terme sont montrés.

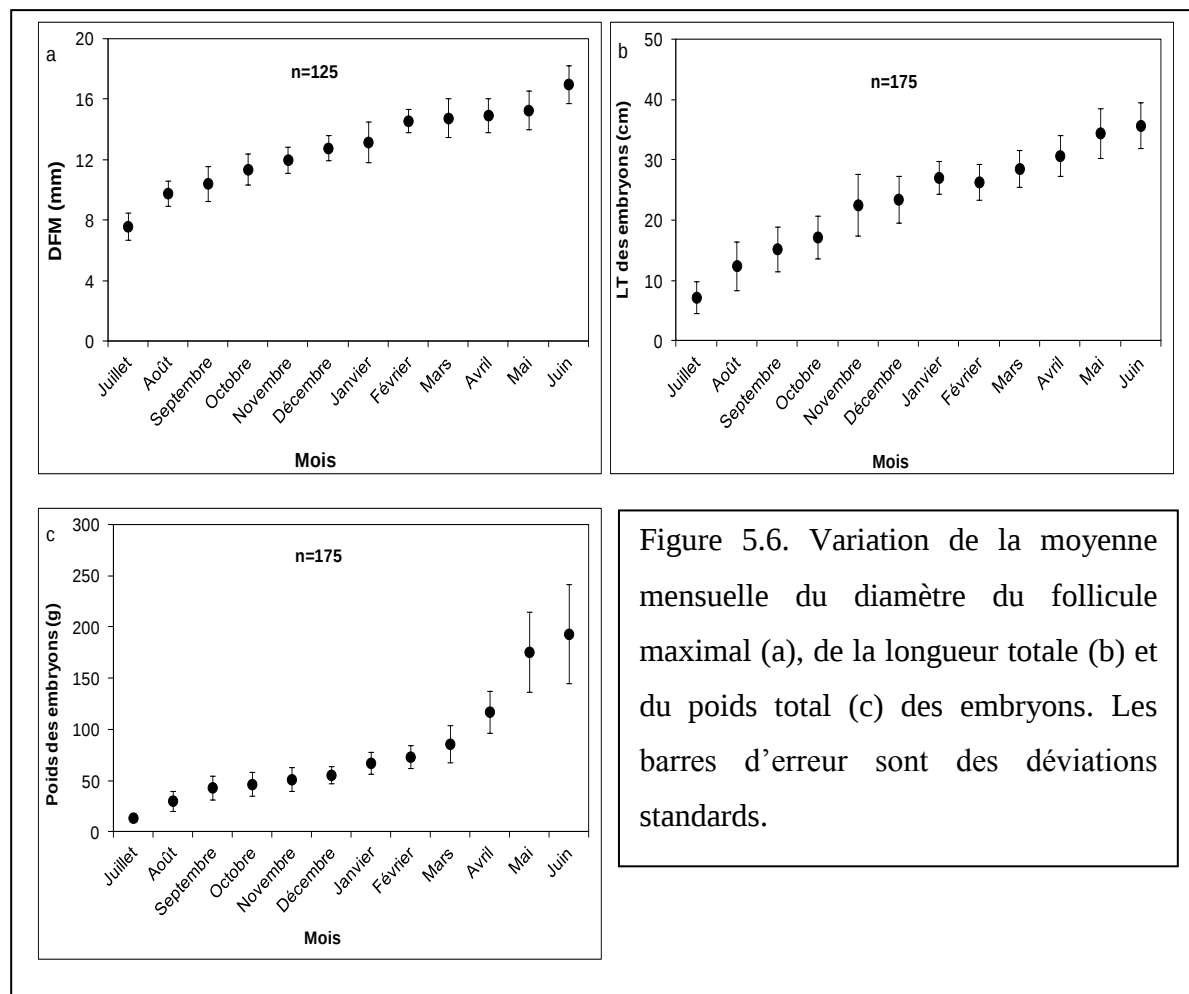
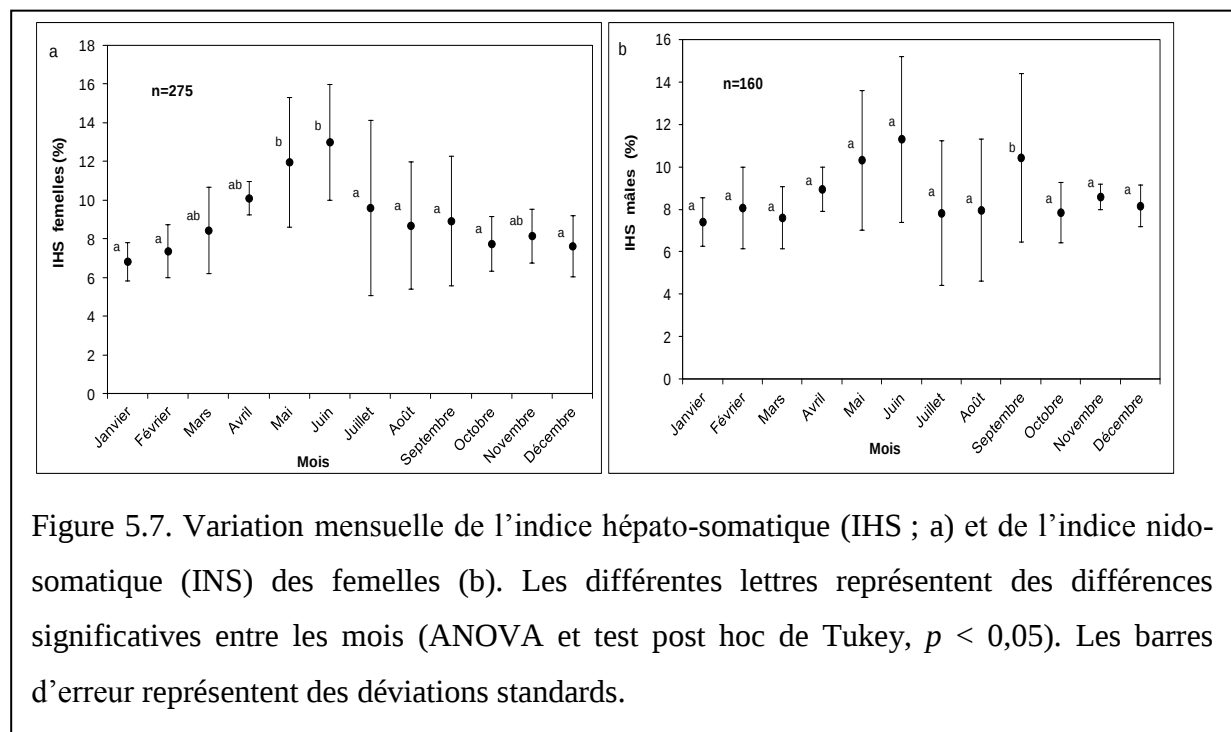


Figure 5.6. Variation de la moyenne mensuelle du diamètre du follicule maximal (a), de la longueur totale (b) et du poids total (c) des embryons. Les barres d'erreur sont des déviations standards.

Les femelles matures, gestantes ou avec de petits œufs présents dans les utérus et les femelles post-partum sont plus capturées entre mai et juillet. Par conséquent, le temps entre la parturition et l'accouplement est susceptible d'être de courte durée. L'augmentation du poids des embryons montre deux phases : une à croissance pondérale lente de juillet à février et une à croissance rapide de mars à juin (Figure 5.6c).

Les moyennes mensuelles de l'IHS chez les femelles varient entre 6,84 et 13%, avec comme chez les mâles, un maximum en juin, indiquant qu'elles ont stocké de l'énergie pour la reproduction, et un minimum en janvier (Figure 5.7a). Les moyennes mensuelles de l'INS chez les femelles varient entre 0,04 et 0,11% avec un maximum entre juillet et août et un minimum entre novembre et mars (Figure 5.7b). Les moyennes mensuelles de l'INS chez les femelles montrent une différence significative (ANOVA suivie de post-hoc de Tukey : $F = 3,2399$; d.l. = 11 ; $p < 0,05$), de même que celles de l'IHS chez les femelles (ANOVA suivie de post-hoc de Tukey : $F = 5,2962$; d.l. = 11 ; $p < 0,05$). Les pics de ces indices (INS et IHS) montrent également les grandes tendances de la reproduction de cette espèce et renseignent sur sa reproduction saisonnière sur les côtes sénégalaises avec la période d'accouplement se situant entre mars et juin au début de la saison chaude et pluvieuse.



5.4. Discussion

Chez les mâles, l'aspect des ptérygopodes, la longueur et la masse des testicules, ont permis de déterminer le stade de maturité tandis que chez les femelles l'état des ovaires, des utérus et des glandes oviductales ont permis de déterminer le stade de maturité (Parsons, 1983). Un seul ovaire (le gauche) est fonctionnel chez les femelles matures au Sénégal. Ce type d'hypoplasie est assez répandu chez les élasmobranches surtout chez les espèces de requins vivipares (Hamlett & Koob, 1999 ; Mattos *et al.*, 2001).

La taille de première maturité, comme la taille maximale (Chapitre 3), est plus importante chez les femelles (92 cm) que chez les mâles (82 cm). Les femelles des élasmobranches arrivent généralement à maturité plus tardivement (Walmsley-Hart *et al.*, 1999 ; Aranha *et al.*, 2009). Cette observation pourrait s'expliquer par la nécessité pour les femelles d'atteindre une plus grande taille pour mieux contenir les embryons (Aranha *et al.*, 2009). Toutefois, dans le genre *Rhizoprionodon*, les mâles de certaines espèces atteignent la maturité plus tôt que les femelles (Tableau 5.1)

Cette étude montre que presque tous les œufs donnent des embryons avec une fécondité ovarienne (2-8) et utérine (2-7) presque similaire. Ces résultats ont été confirmés par d'autres auteurs au Sénégal (Cadenat & Blache, 1981 ; Capapé *et al.*, 2006) et dans d'autres régions (Compagno, 1984 ; Krishnamoorthi & Jagadis, 1986 ; Henderson *et al.*, 2006). La taille à la naissance observée dans cette étude est plus faible que celle trouvée précédemment par Capapé *et al.* (2006) (Tableau 5.1). Ce résultat pourrait traduire une réduction de taille observée chez cette espèce dans la région par rapport aux études faites précédemment (Tableau 5.1).

Les femelles de *R. acutus* ont une période de vitellogenèse synchronisée à celle de la gestation comme chez *R. terraenovae* (Castro, 2009). De nombreux auteurs ont noté que le genre *Rhizoprionodon* et d'autres espèces de Carcharhinidés présentent des cycles annuels avec une vitellogenèse et une gestation synchrones (Castro & Wourms, 1993 ; Castro, 2009). Une observation simultanée de femelles en fin de gestation et ayant des follicules en vitellogenèse a confirmé que *R. acutus* a un cycle de reproduction annuel au Sénégal. Ce même résultat a été observé chez les autres congénères de cette espèce (Parsons, 1983 ; Stevens & Mcloughlin, 1991 ; Simpfendorfer, 1992 ; Castro & Wourms, 1993 ; Loefer & Sedberry, 2003). Un tel résultat contraste avec l'hypothèse d'un cycle biannuel émis par Capapé *et al.* (2006) pour cette espèce au Sénégal.

L'utilisation des indices de reproduction (IGS, INS et IHS) et la présence des spermatozoïdes dans la majorité des testicules et dans les glandes oviductales entre juillet et août ont permis de définir la période de reproduction (Parsons, 1983 ; Pratt, 1993). Les pics des IHS des mâles et des femelles en juin montrent la période où le maximum d'éléments nutritifs est stocké dans le foie suivie de la période où ces nutriments sont transférés vers les follicules en développement dans l'ovaire. Le pic de l'IGS des mâles matures en juin et celui de l'INS des femelles matures en août indiquent que la période d'accouplement des mâles est suivie de la période de formation des œufs dans les glandes oviductales chez les femelles matures. En mer d'Oman, Henderson *et al.* (2006) ont montré une évolution moyenne de l'IGS relativement uniforme pendant toute l'année. L'évolution mensuelle de l'IHS dans les deux sexes, presque synchronisée avec celle de l'IGS et de l'INS, montre que les réserves stockées dans le foie sont utilisées pour le développement des gonades des mâles et pour encapsuler les œufs dans les glandes oviductales des femelles. Tous ces résultats permettent de situer la période de reproduction entre mai et juillet comme elle a été observée pour *R. terraenovae* sur les côtes sud-est des États-Unis par Loefer et Sedberry (2003).

Cette étude confirme les résultats de l'étude histologique de la population de cette espèce dans le golfe d'Oman par Henderson *et al.* (2006) qui avait montré que le requin à museau pointu n'était pas spécialisé dans le stockage de sperme dans les glandes oviductales comme son congénère *R. terraenovae* (Pratt, 1993). Comme l'ont démontré Henderson *et al.* (2006), le fait que les spermatozoïdes n'aient pas été observés dans les glandes oviductales des femelles après la saison de reproduction peut indiquer que la fécondation se produit presque immédiatement après l'accouplement. La position des spermatozoïdes matures dans les testicules et les glandes oviductales selon les mois donne une indication claire de la saison de reproduction. Le nombre élevé de femelles en gestation à proximité des côtes et de nouveaux-nés observés en début de saison des pluies a permis de mieux situer la période de parturition entre mai et juin. La présence de spermatozoïdes dans la lumière des glandes oviductales des femelles post-partum, avec des cicatrices utérines placentaires « fraîches » en juillet indiquant une période d'accouplement récente, semble confirmer que la parturition de *R. acutus* est suivie par l'accouplement.

Tableau 5.1. Résumé des tailles de maturité sexuelle des espèces du genre *Rhizoprionodon* dans la littérature et dans la présente étude. LT Mat : taille de maturité ; LT Naiss : taille à la naissance

Espèces	Sexes	LT Mat (cm)	LT Naiss (cm)	Références
<i>R. acutus</i>	M	82	31	Présente étude
	F	92,5		
<i>R. acutus</i>	M	95	32.5-50	Capapé <i>et al.</i> , (2006)
	F	100		
<i>R. acutus</i>	M	74	37	Henderson <i>et al.</i> , (2006)
	F	71		
<i>R. lallandii</i>	M	59	35	Motta <i>et al.</i> , (2007)
	F	62		
<i>R. longurio</i>	M	93	31	Marquez-Farias <i>et al.</i> , (2005)
	F	86		
<i>R. oligolinx</i>	M	40	21-26	Last et Stevens (1994)
	F			
<i>R. porosus</i>	M	70		Mattos <i>et al.</i> , (2001)
	F	65		
<i>R. taylori</i>	M	56	21-26	Simpfendorfer (1992)
	F	57		
<i>R. terraenovae</i>	M	72,6	32	Carlson et Baremore (2003)
	F	75,8		

CHAPITRE 6

RÉGIME ALIMENTAIRE



CHAPITRE 6. RÉGIME ALIMENTAIRE DU REQUIN À MUSEAU POINTU

6.1. Introduction

Les requins sont parmi les grands prédateurs du milieu marin et jouent un rôle important dans les échanges d'énergie entre les niveaux trophiques (Wetherbee *et al.*, 1990 ; Cortés & Gruber, 1990). Des baisses importantes des débarquements liées à la pression de pêche ont été décrites pour un certain nombre d'espèces de requins (Stevens *et al.*, 2000 ; Dulvy *et al.*, 2008). Le déclin de ces prédateurs supérieurs des écosystèmes marins peut entraîner des modifications de l'abondance trophique des espèces (Jennings & Kaiser, 1998 ; Myers *et al.*, 2007). En plus, la connaissance du régime alimentaire d'une espèce est essentielle pour comprendre les relations trophiques avec son environnement biologique (Rosecchi & Nouaze, 1987 ; Cortés, 1999). La diversité des proies d'une espèce est attribuée à plusieurs facteurs. Des différences dans l'alimentation de plusieurs espèces de requins selon la région géographique (Lowe *et al.*, 1996 ; Simpfendorfer *et al.*, 2001), la taille (Stillwell & Kohler, 1982 ; Lowe *et al.*, 1996) ou le stade de maturité (Lucifora *et al.*, 2009) ont été rapportées. De nombreux auteurs ont également observé des différences dans l'alimentation entre les deux sexes (Matallanas, 1982 ; Simpfendorfer *et al.*, 2001) et entre les saisons (Cortés *et al.*, 1996). Par conséquent, il est important de recueillir ces informations spécifiques dans l'alimentation d'une espèce afin de mieux évaluer la dynamique des populations de cette espèce et de ses proies.

Les requins du genre *Rhizoprionodon* sont des prédateurs abondants dans les régions tropicales côtières et estuariennes (Compagno, 1984). *Rhizoprionodon acutus*, Rüpell 1837, est une espèce pélagique rencontrée sur les côtes de l'Afrique Occidentale, au sud du Japon et au nord de l'Australie (Simpfendorfer, 2003). Malgré cette large répartition géographique, peu de travaux ont été consacrés à son alimentation (White *et al.*, 2004 ; Patokina & Litvinov, 2005). Les objectifs de cette étude sont : (1) décrire la composition du régime alimentaire et le niveau trophique du requin à museau pointu, (2) identifier la stratégie d'alimentation de ce prédateur et (3) déterminer les variations dans l'alimentation selon le sexe, la taille, la saison et la zone de cette espèce.

6.2. Matériel et méthodes

Au total, 3600 estomacs ont été analysés. Les requins ont été débarqués par la pêche artisanale dans le centre-ouest comprenant Dakar, Mbour et Joal, et le sud-ouest (Casamance) comprenant Kafountine, Diogué, Élinkine et Cap Skiring, entre mai 2010 et avril 2011. Les filets maillants dérivant, les palangres de surface, les sennes tournantes et les filets à soles ont été les engins de pêche utilisés pour capturer *R. acutus*. Toutefois, les filets maillants dérivant et les palangres ont été les plus utilisés. Les requins ont été mesurés (longueur totale LT en cm), pesés (le poids total PT en g), le sexe identifié et l'état de maturité sexuelle évalué. Le stade de maturité a été évalué pour les mâles et les femelles conformément à la méthodologie expliquée dans le Chapitre 5.

Les estomacs de chaque individu ont été excisés et l'intérieur rincé avec de l'éthanol à 70% afin de recueillir toutes les matières qui pourraient être déposées ou prises au piège à l'intérieur de l'estomac (Cortés & Gruber, 1990). Le contenu est gardé dans un pot puis conservé dans l'éthanol à 70%. Au laboratoire, le contenu de chaque estomac a été versé dans une passoire avec un maillage et égoutté pour enlever l'excès d'éthanol avant la pesée. Les proies ont été comptées, pesées (g), identifiées au niveau taxonomique le plus bas possible en utilisant des guides d'identification différents (Fischer *et al.*, 1981 ; Séret & Opic, 1981 ; Bellemans *et al.*, 1988). Les proies ont été identifiées lorsque cela était possible à partir de la morphologie externe ou à partir des restes par l'utilisation d'un microscope à dissection chaque fois que cela était nécessaire. Le degré d'importance des proies a été évalué en utilisant le pourcentage en nombre (%N), le pourcentage en masse (%W), le pourcentage selon la fréquence d'occurrence (%F) et l'indice d'importance relative (IRI) (Pinkas *et al.*, 1971) exprimé en pourcentage (%IRI) (Cortés, 1997 ; 1998). Ces valeurs ont été calculées pour chaque type de proie et les %IRI ont également été calculés pour les plus grands taxons (téléostéens, crustacés et mollusques, par exemple). Le %IRI a été utilisé pour faciliter les comparaisons entre les proies (Saïdi *et al.*, 2009) avec :

$$\%IRI_i = 100 \frac{IRI_i}{\sum_{i=1}^n IRI_i}$$

Où IRI_i était le pourcentage d'importance relative de la proie i .

La diversité trophique a été calculée par l'indice de diversité Shannon-Weiner H' (Krebs, 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) \log_2(p_i)$$

S le numéro précédemment attribué au type de proie ou de groupe de proies, et p_i la proportion du groupe i par rapport à l'échantillon total.

Afin de voir si la taille de l'échantillon est suffisante, le nombre cumulé d'estomacs a été combiné avec la diversité des proies à l'aide de l'indice de diversité cumulé de Shannon-Weiner avec la valeur asymptotique de la courbe indiquant le nombre minimum d'estomacs qui doit être analysé pour obtenir des informations précises et donc des résultats plus fiables (Cortés, 1997 ; McElroy *et al.*, 2006).

L'importance des proies (dominantes ou rares) ou la stratégie d'alimentation du requin à museau pointu (spécialiste ou généraliste), a été évaluée au moyen de la méthode d'Amundsen *et al.* (1996).

$$P_i = \left(\sum S_i / \sum S_{ti} \right) \times 100$$

Où P_i est l'abondance de la proie spécifique i , S_i le contenu de l'estomac ou le nombre total de la proie i dans l'estomac et S_{ti} le nombre total d'estomacs de prédateurs contenant la proie i .

Le niveau trophique (NT) a été calculé afin de déterminer la position du requin à museau pointu au sein de la chaîne alimentaire (Cortés, 1999) et de le comparer avec celui de la population d'autres régions. Ce niveau trophique a été calculé comme suit :

$$NT = 1 + \left(\sum_{j=1}^n P_j \times NT_j \right)$$

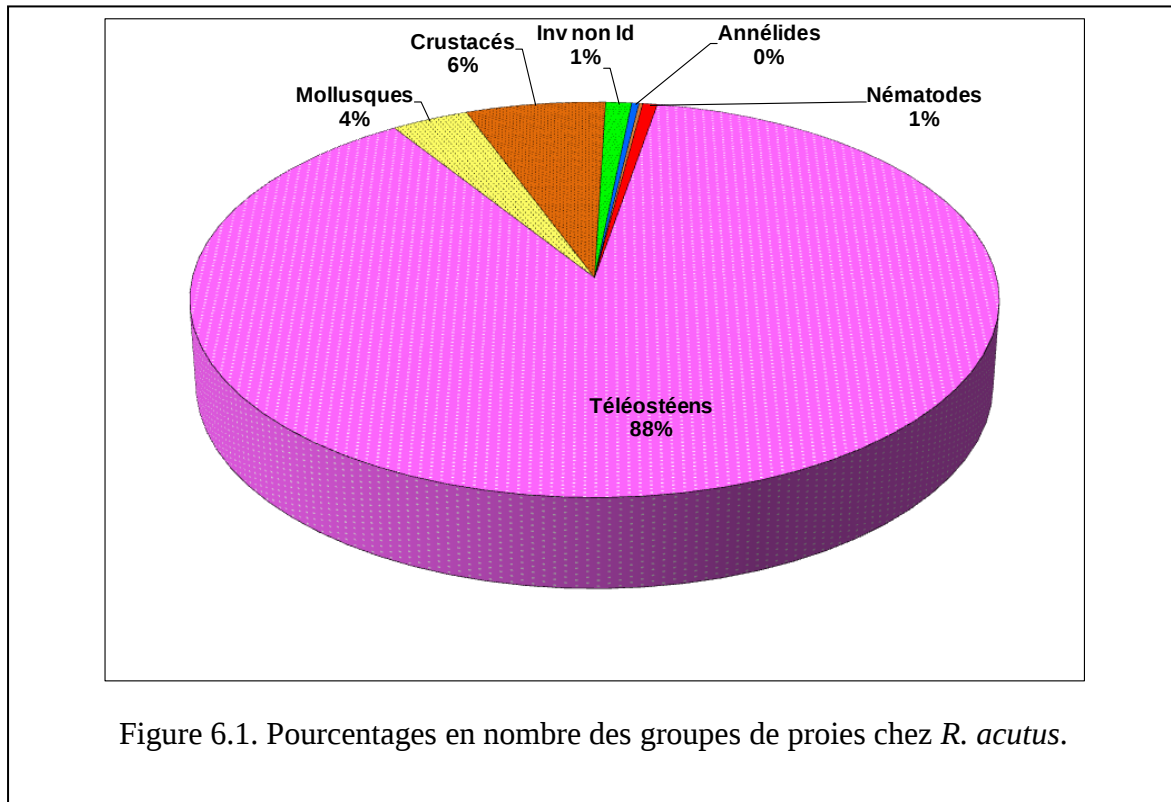
Où NT_j est le niveau trophique de chaque proie et P_j la proportion de chaque proie dans le régime alimentaire de *R. acutus* (la valeur P_j a été obtenue à partir du %IRI de chaque proie et le niveau trophique de chaque proie a été obtenu en se référant à Cortés (1999)).

Pour déterminer si des différences significatives existent dans les contenus stomacaux entre mâles et femelles, entre les stades de maturité, entre la saison froide et la saison chaude

et entre la zone du centre et celle du sud, une analyse multivariée de la variance (MANOVA) a été utilisée (Moura *et al.*, 2008). La variable dépendante qui a été utilisée est l'indice de remplissage relatif (IRR). Cet indice est calculé en divisant le poids total du contenu stomacal d'un requin donné (g) par le poids total de ce requin (g) (Barry *et al.*, 2008).

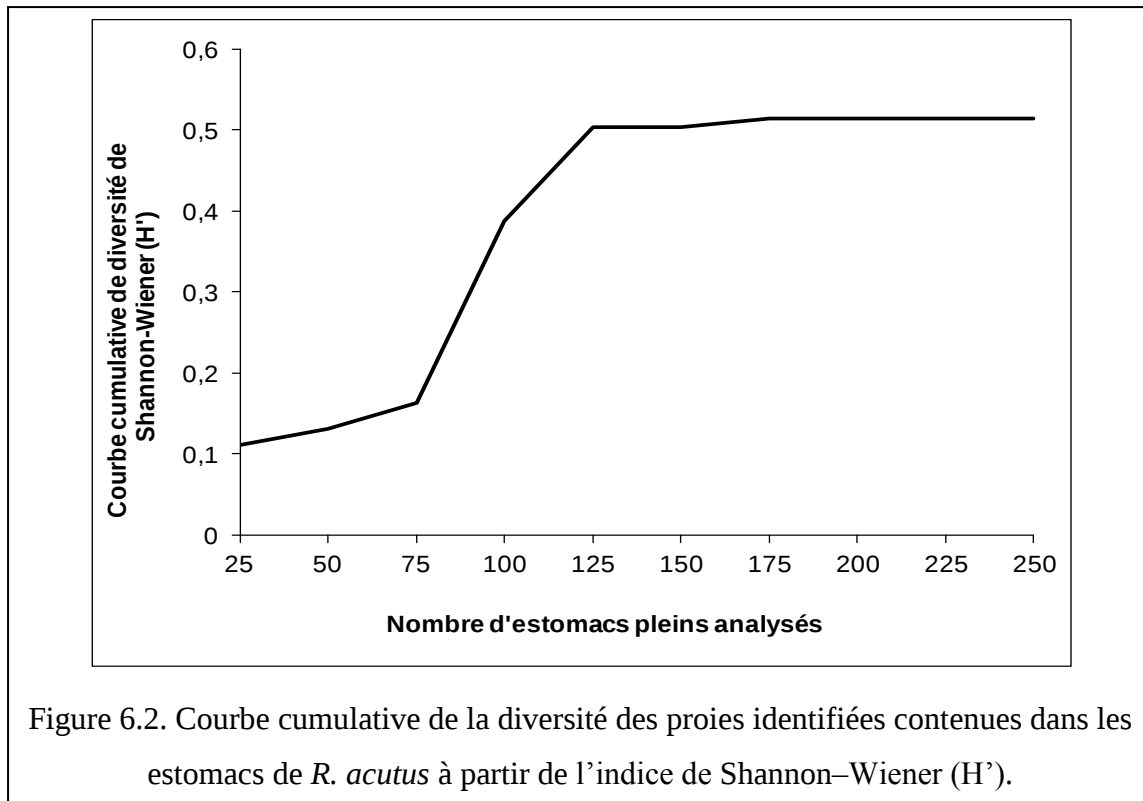
6.3. Résultats

Au début de cette partie, il convient de donner une définition conventionnelle du terme groupe. Un groupe désigne une ou des familles, appartenant généralement à la même Classe ou au même Embranchement, réunies par des critères anatomiques. Six groupes sont retenus : les Téléostéens, les Mollusques, les Crustacés, les Annélides, les Nématodes et les Invertébrés non Identifiés (Figure 6.1).

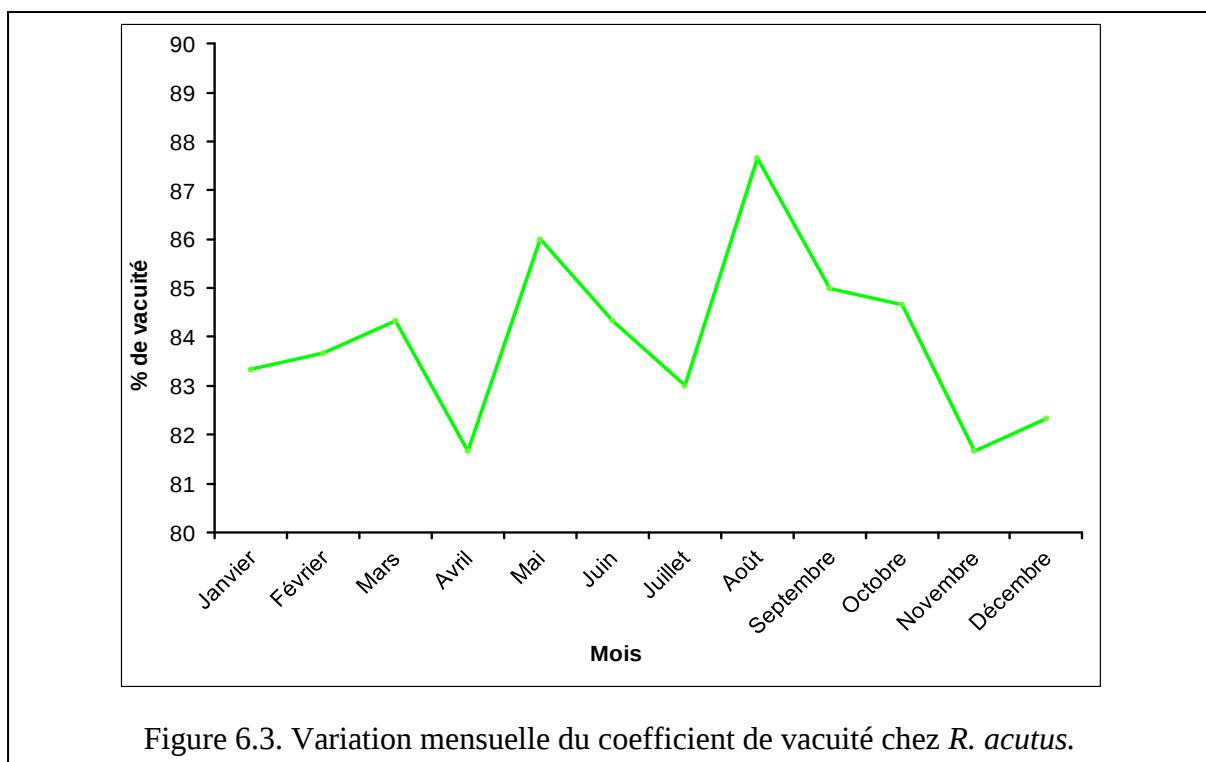


La diversité des proies cumulées a atteint un niveau stable à 175 estomacs (Figure. 6.2). Ce nombre indique la taille de l'échantillon considérée comme suffisamment grande pour décrire le régime alimentaire global de *R. acutus*.

L'étude quantitative du régime alimentaire est réalisée à partir l'examen des contenus stomacaux de 2 125 femelles (59,03%) et de 1 475 mâles (40,97%). La longueur totale (LT) varie entre 44 et 113 cm pour les femelles et entre 45 et 110 cm pour les mâles. Pour 3 600 estomacs examinés, 577 (16,03%) contenaient des aliments et 3 023 étaient vides (indice de vacuité = 83,97%).

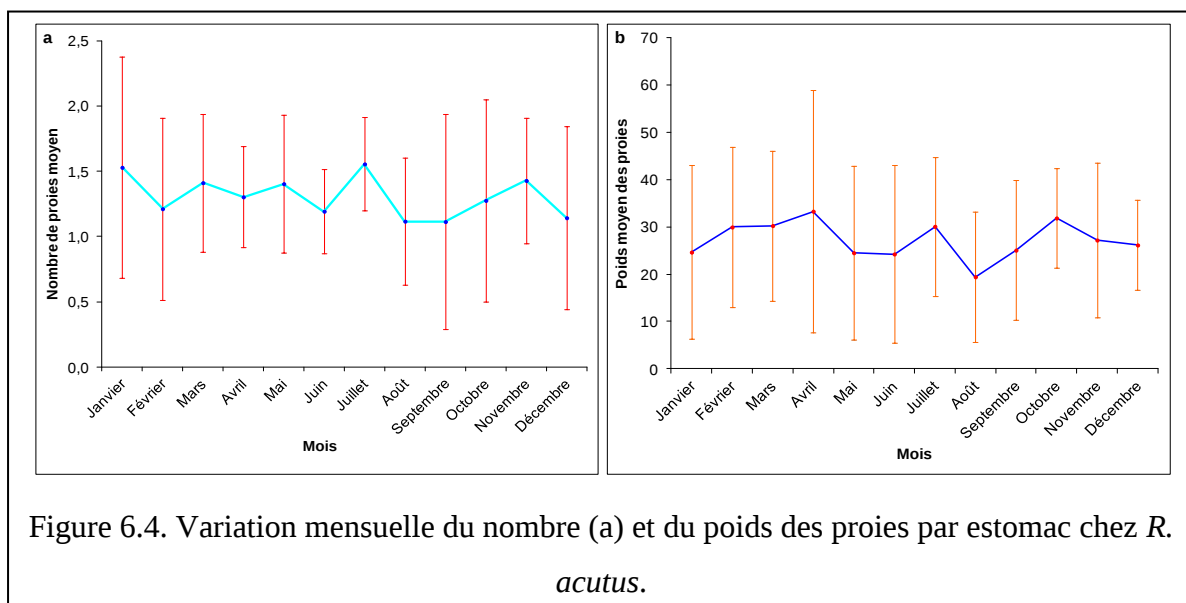


Sur les 1 800 estomacs excisés pendant la saison chaude, 320 (17,18%) contenaient des aliments tandis que sur les 1 800 estomacs excisés pendant la saison froide, 257 (14,28%) contenaient des aliments. Le suivi mensuel du coefficient de vacuité montre deux pics avec un premier au mois de mai et un second au mois d'août (Figure 6.3).

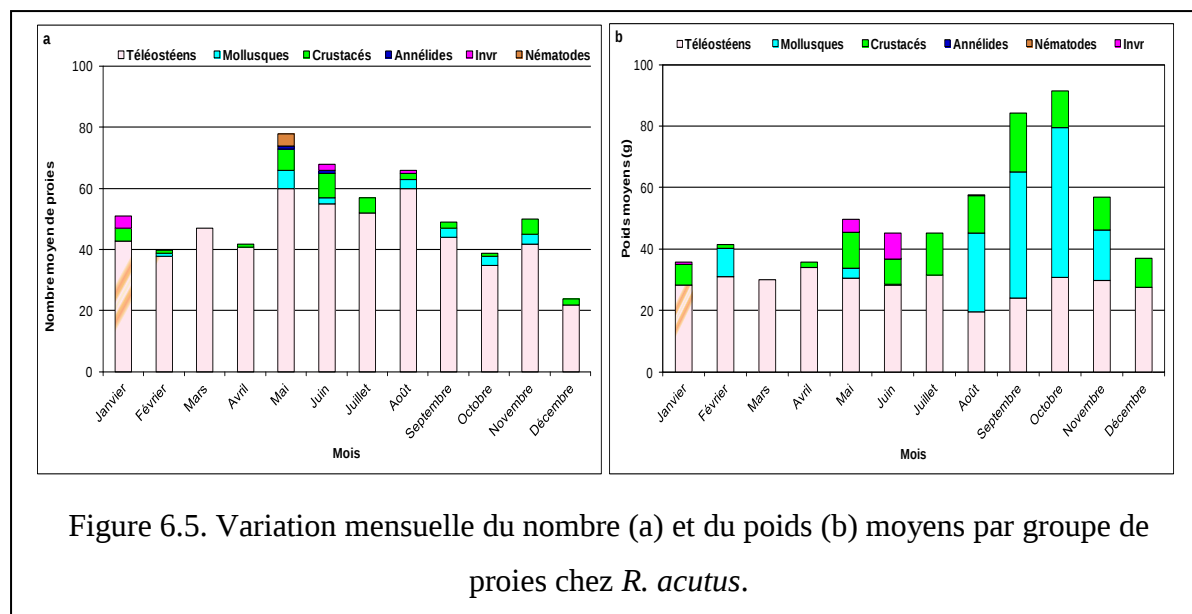


Le nombre d'estomacs pleins chez les mâles est de 224 (16,61%) tandis que celui des femelles est de 353 (15,18% ; Tableau 6.1). Le nombre d'estomacs pleins et d'estomacs vides dans l'échantillon sont significativement différents (test $t = 46,163$; d.l. = 6042 ; $p < 0,05$).

Le nombre d'espèces de proies par individu varie de 1 à 4 chez les femelles et de 1 à 5 chez les mâles. La masse des espèces proies par individu varie de 0,1 à 95 g chez les femelles et de 0,1 à 170 g chez les mâles. Le nombre moyen de proies par estomac est de $1,61 (\pm 0,85)$ et de $1,53 (\pm 0,81)$ respectivement pour les femelles et les mâles tandis que la masse moyenne des proies par estomac est de $26,67 \text{ g} (\pm 17,34)$ et $26,62 \text{ g} (\pm 16,87)$ respectivement pour les femelles et les mâles. L'évolution de la moyenne mensuelle du nombre de proies par estomac chez les deux sexes combinés montre deux pics au mois de janvier (1,5) et au mois de juillet (1,6) et chute entre août et septembre (1,1 ; Figure 6.4a). L'évolution de la moyenne mensuelle du poids des proies par estomac chez les deux sexes combinés montre un pic au mois d'avril (33,27 g) et au mois d'octobre (31,80 g) et un minimum au mois d'août (19,41 g ; Figure 6.4b).



Les téléostéens dominent les proies en nombre et en poids. Les téléostéens sont plus importants entre les mois de mai et août (Figure 6.5a). Les poids sont dominés par les téléostéens suivis des mollusques, surtout pendant les mois d'août à octobre (Figure 6.5b).



Cette espèce consomme une grande variété de proies appartenant à six taxons principaux : téléostéens, crustacés, mollusques, nématodes, annélides, et invertébrés non identifiés (Tableau 6.1). Les proies identifiées appartiennent à 21 familles de poissons téléostéens, 6 familles de mollusques et 2 familles de crustacés (Tableau 6.1). Parmi les six catégories de proies trouvées, les téléostéens sont plus fréquents dans les deux sexes, dans tous les sites, en toutes saisons et à tous les stades de maturité (%F = 93,24%), constituant 98,75% du %IRI total (Figure. 6.6). Les autres catégories de proies ont une importance beaucoup plus faible (% IRI < 2% ; Tableau 6.1). Elles sont constituées de crustacés (%IRI = 0,63%), de mollusques (%IRI = 0,53%), d'annélides et d'autres invertébrés non identifiés. Les téléostéens non identifiés sont très importants chez les requins analysés dans cette étude et représentent 34,4% (%F) et 78,71% (%IRI).

La prédominance des téléostéens dans l'alimentation de *R. acutus* est confirmée par le diagramme spécifique abondance-fréquence d'occurrence avec une valeur de %F et P_i supérieure à 80% pour les téléostéens. Les crustacés, les mollusques, les nématodes, les annélides et les invertébrés non identifiés sont considérés comme des proies rares (Figure. 6.7). Le genre *Sardinella*, appartenant à la Famille des Clupéidés, est le plus important parmi les téléostéens consommés et il a représenté 20% (% F) et 12% (% IRI) (Tableau 6.2). Le niveau trophique du requin à museau pointu calculé dans cette étude est de 4,2.

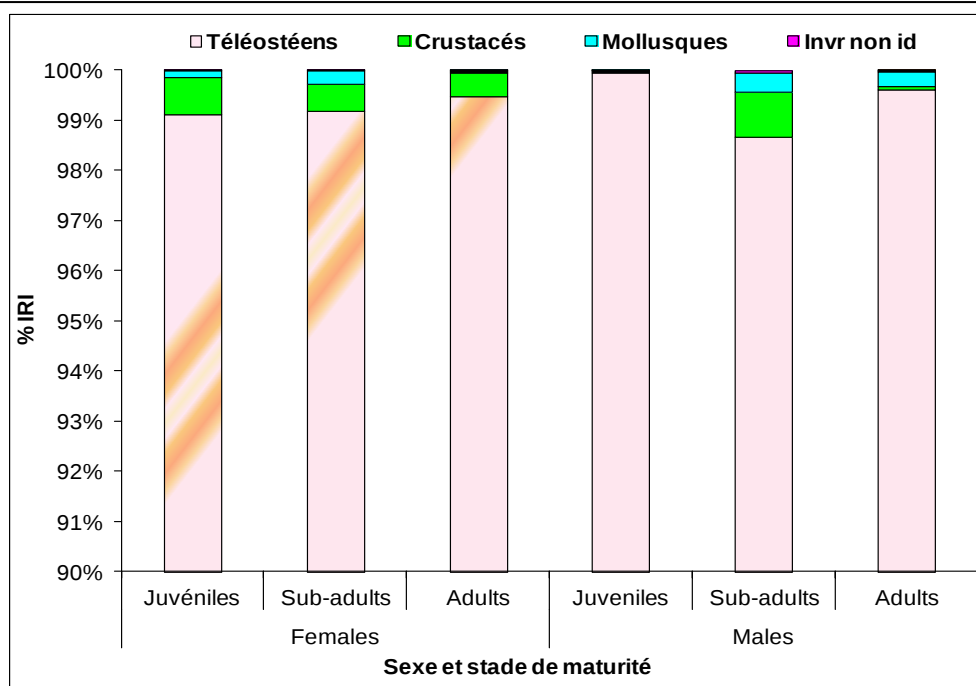


Figure 6.6. Abondance relative des proies de *R. acutus* selon le sexe et le stade de maturité sexuelle.

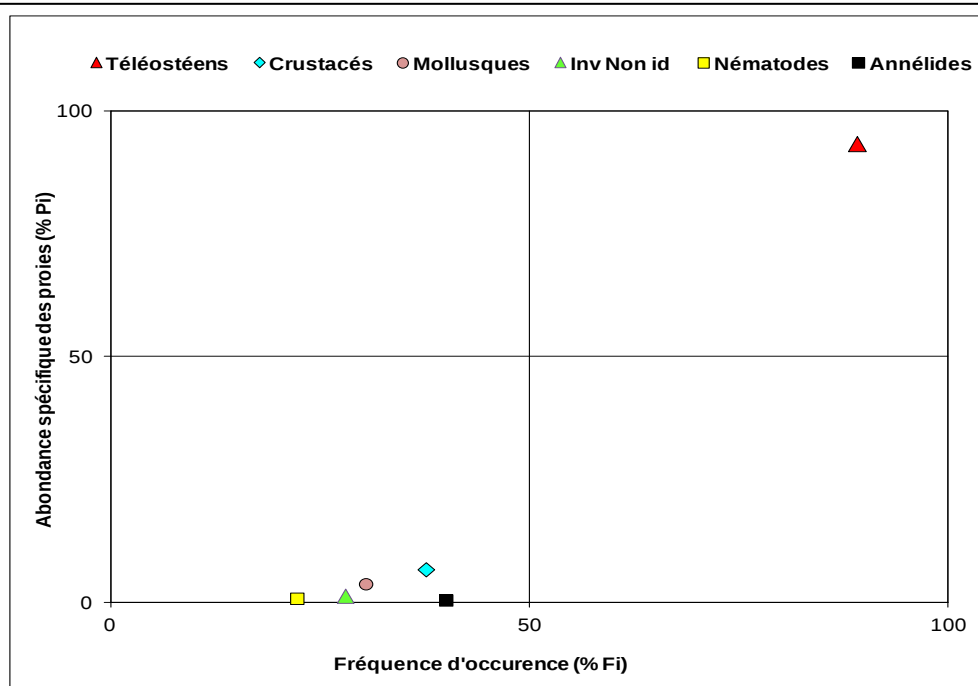


Figure 6.7. Abondance des proies spécifiques (% P_i) corrélée à la fréquence d'occurrence (% F_i) des proies de *R. acutus*.

Tableau 6.1. Composition du régime alimentaire de *R. acutus*. %Ni, %Wi, %Fi et %IRI indiquent respectivement les pourcentages en nombre, en poids, de la fréquence d'occurrence et le pourcentage de l'indice d'importance relative des proies. + : < 0,01

Taxon des proies	%Ni	%Wi	%Fi	% IRI
Téléostéens	86,55	93,35	91,64	98,75
Balistidae				
<i>Cynoglossus monodi</i>	0,16	0,42	0,17	+
Carangidae				
<i>Alectis alexandrinus</i>	0,98	1,22	1,04	0,09
<i>Dantex canariensis</i>	0,33	0,22	0,35	+
<i>Dantex sanctachelenae</i>	0,16	0,28	0,17	+
<i>Pseudocranx dantex</i>	0,16	0,11	0,17	+
<i>Selene dorsalis</i>	1,47	2,47	1,56	0,25
<i>Trachurus sp.</i>	1,47	2,25	1,56	0,24
Clupeidae				
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	4,75	6,07	5,03	2,25
<i>Sardina pilchardus</i>	0,16	0,20	0,17	+
<i>Sardinella aurita</i>	7,36	9,58	7,80	5,46
<i>Sardinella maderensis</i>	6,06	7,07	6,41	3,48
<i>Sardinella sp.</i>	5,73	6,30	6,07	3,02
Cynoglossidae				
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	0,16	0,42	0,17	+
Elopidae				
<i>Elops senegalensis</i>	0,16	0,14	0,17	+
Eugraulidae				
<i>Eugraulis eucrasiscolus</i>	0,16	0,30	0,17	+
Gerreidae				
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	0,82	1,36	0,87	0,08
Libridae				
<i>Coris julis</i>	0,16	0,15	0,17	+
<i>Coris ruber</i>	0,16	0,4	0,17	0,03
Mugilidae				
<i>Liza falcipinis</i>	3,44	3,80	3,64	1,09
Mullidae				
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	3,27	3,75	3,47	1,01
Muraenesocidae				
<i>Cynoponticus ferox</i>	0,49	0,51	0,52	0,02
Muraenidae				
<i>Echidna peli</i>	0,49	0,58	0,52	0,02
<i>Enchlycore nigricans</i>	0,16	0,58	0,17	0,01
<i>Liza mareii</i>	0,33	1,14	0,35	0,02
<i>Lycodontis afer</i>	0,16	0,40	0,17	+
<i>Lycodontis mareii</i>	0,49	0,69	0,52	0,03
<i>Muraena melanotis</i>	0,16	0,30	0,17	+
<i>Muraena robusta</i>	0,49	0,52	0,52	0,02
Polynemidae				
<i>Pentanemus quinquarius</i>	0,16	0,26	0,17	+
Pomadasyidae				
<i>Pomadasy incisus</i>	2,13	3,52	2,25	0,53
Pomatomidae				
<i>Pomatomus saltator</i>	0,16	0,33	0,17	+

Suite Tableau 6.1

Taxon des proies	%Ni	%Wi	%Fi	% IRI
Sciaenidae				
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	0,16	0,57	0,17	0,01
<i>Pseudotolithus sp.</i>	1,96	2,71	2,08	0,40
Serranidae				
<i>Morone punctata</i>	2,45	3,25	2,60	0,61
Soleidae				
<i>Pegusa triophthalmus</i>	0,16	0,42	0,17	+
Sparidae				
<i>Dentex canariensis</i>	0,16	0,17	0,17	+
<i>Dentex congoensis</i>	0,98	1,11	1,04	0,09
<i>Dentex gibbosus</i>	1,31	1,35	1,39	0,15
<i>Pagellus bellottii</i>	0,65	0,66	0,69	0,04
<i>Sparus sp.</i>	0,65	0,76	0,69	0,04
Sphyraenidae				
<i>Sphyraena guachancho</i>	3,11	4,34	3,29	1,01
Poissons indéterminés	32,57	22,67	34,49	78,71
Crustacés	6,52	2,45	6,92	0,63
Aristeidae	0,16	0,12	0,17	+
<i>Aristeus varidens</i>	0,16	0,12	0,17	+
Copépodes	0,16	+	0,17	+
Crevettes indéterminées	1,80	0,67	1,91	0,19
Crabes				
Portunidae				
<i>Callinectes amnicola</i>	0,16	0,14	0,17	+
<i>Callinectes pallidus</i>	0,16	+	0,17	+
<i>Portunus validus</i>	1,96	0,95	2,08	0,25
<i>Liocarcinus corrugatus</i>	0,16	+	0,17	+
Crabes indéterminés	1,80	0,45	1,91	0,18
Mollusques	4,88	4,22	5,18	0,53
Lamellibranches	0,16	+	0,17	+
Gastéropodes				
Cymatiidae				
<i>Charonia nuditifera</i>	0,16	+	0,17	+
Nassariidae				
<i>Bulia miran</i>	0,49	+	0,52	0,01
Strombidae				
<i>Strombus latus</i>	0,16	+	0,17	+
Gastéropodes indéterminés	0,65	+	0,69	0,02
Céphalopodes				
Octopodidae				
<i>Octopus vulgaris</i>	1,47	2,40	1,56	0,25
Ommastrephidae				
<i>Ommastrephis pteropus</i>	0,16	+	0,17	+
Sepiidae				
<i>Sepia sp.</i>	1,63	1,82	1,73	0,25
Annélides	0,33	+	0,35	+
Nématodes	0,65	+	0,69	0,02
Invertébrés non identifiés	1,15	0,14	1,21	0,06

Des différences significatives sont notées entre l'alimentation des mâles et celle des femelles (MANOVA : $F = 3,896$; d.l. = 2 ; $p < 0,05$). Le nombre moyen de proies par estomac est 1,61 ($\pm 0,85$) et 1,53 ($\pm 0,81$) respectivement pour les femelles et les mâles tandis que la masse moyenne des proies par estomac est 26,67 g ($\pm 17,34$) et 26,62 g ($\pm 16,87$) respectivement pour les femelles et les mâles. La valeur du %IRI est beaucoup plus élevée chez les femelles (71,39%) que chez les mâles (28,61%) (Tableau 6.2).

Selon le stade de maturité sexuelle, la valeur du %IRI est plus élevée chez les adultes dans les deux sexes avec 54,62 et 59,36% respectivement pour les femelles et les mâles, suivis des juvéniles avec 33,96 et 30% respectivement pour les femelles et les mâles ($LT < 70$ cm). Les pré-adultes ont la plus petite valeur avec les %IRI de 11,41 et 10,44% respectivement pour les femelles et les mâles (Tableau 6.2). Selon l'IRR, des différences significatives dans l'alimentation sont notées entre les juvéniles, les pré-adultes et les adultes chez les femelles (MANOVA : $F = 102,948$; d.l. = 2 ; $p < 0,05$) et chez les mâles (MANOVA : $F = 51,062$; d.l. = 2 ; $p < 0,05$). Chez les femelles, le nombre moyen de proies par estomac est 1,40 ($\pm 0,61$), 1,62 ($\pm 0,81$) et 1,68 ($\pm 0,83$), respectivement, pour les juvéniles, les sub-adultes et adultes tandis que chez les mâles, il est estimé à 1,24 ($\pm 0,51$), 1,88 ($\pm 0,90$) et 1,74 ($\pm 1,12$), respectivement, pour les juvéniles, les sub-adultes et adultes. La masse moyenne des proies par estomac chez les femelles est 22,54 ($\pm 15,66$), 28,29 ($\pm 16,46$) et 30,14 ($\pm 18,28$), respectivement pour les juvéniles, les sub-adultes et les adultes. Chez les mâles, il est 26,05 ($\pm 15,27$), 22,58 ($\pm 13,45$) et 27,84 ($\pm 19,27$), respectivement pour les juvéniles, les sub-adultes et les adultes.

Des différences selon les saisons sont notées dans les valeurs du %N, du %W, du %F et du %IRI (Tableau 6.3). La valeur du %IRI est plus élevée pendant la saison sèche (77,71%) que pendant la saison froide (22,29%) (Tableau 6.3). Les deux saisons montrent une différence significative (MANOVA : $F = 3,882$; d.l. = 1 ; $p < 0,05$). Le nombre moyen de proies par estomac est 1,53 ($\pm 0,83$) et 1,68 ($\pm 0,85$) respectivement pour la saison chaude et la saison froide alors que la masse moyenne des proies par estomac est 26,11 g ($\pm 17,60$) et 27,64 g ($\pm 16,26$) respectivement pour la saison chaude et la saison froide.

Les zones d'échantillonnage du centre-ouest et du sud-ouest montrent des différences dans les valeurs du %N, du W%, du F% et du %IRI (Tableau 6.3). La valeur du %IRI est plus élevée dans la zone centre-ouest (82,74%) qu'en Casamance (17,26%) (Tableau 6.3). Une différence significative est notée entre les deux zones (MANOVA : $F = 30,468$; d.l. = 1 ;

$p < 0,05$). Le nombre moyen de proies par estomac est $1,47 (\pm 0,69)$ et $1,64 (\pm 0,90)$ respectivement en Casamance et dans la zone centre-ouest. La masse moyenne des proies par estomac est $27,73 \text{ g} (\pm 14,64)$ et $26,09 \text{ g} (\pm 18,29)$ respectivement en Casamance et en zone centre-ouest.

Tableau 6.2. Variation selon le sexe et le stade de maturité sexuelle du nombre (N) et du poids des proies dans les estomacs pleins de *R. acutus* ; %Ni, %Wi, %Fi et %IRI indiquent respectivement les pourcentages en nombre, en poids, la fréquence d'occurrence et le pourcentage de l'indice d'importance relative des proies.

Sexes et stade de maturité	Estomacs pleins	N items	poids	%N	%W	%F	% IRI
Femelles	353	373	10058,75				71,39
Juveniles	129	137	3087,31	36,73	30,69	36,54	33,96
Sub-adultes	70	76	2149,71	20,38	21,37	19,83	11,41
Adultes	154	160	4821,73	42,90	47,94	43,63	54,62
Mâles	224	238	6221,25				28,61
Juveniles	75	79	2058,12	33,19	33,08	33,48	30,00
Sub-adultes	45	50	1129,01	21,01	18,15	20,09	10,64
Adultes	104	109	3034,12	45,80	48,77	46,43	59,36
Total	577	611	16280				

Tableau 6.3. Variation selon la saison et la zone du nombre d'individus à estomacs pleins (N). %Ni, %Wi, %Fi et %IRI indiquent respectivement les pourcentages en nombre, en poids, la fréquence d'occurrence et le pourcentage de l'indice d'importance relative des proies.

Paramètres	N	% N	% W	% F	% IRI
Saisons					
S. chaude	399	65,03	64,59	69,15	77,71
S. froide	212	34,97	35,41	36,74	22,29
Sites					
Casamance	208	34,04	23,54	36,05	17,26
Zone centre	403	65,96	76,46	69,84	82,74

6.4. Discussion

La présente étude a apporté quelques informations sur l'alimentation de *R. acutus*. Dans ce travail, nous avons utilisé pour la première fois chez *R. acutus*, la courbe cumulative de diversité de Shannon-Weiner pour déterminer la taille de l'échantillon requise pour décrire son régime alimentaire. Nous l'avons estimée à 175 estomacs (Ba *et al.*, 2013b). Un tel nombre n'avait jamais été décrit auparavant chez ce requin. Chez de nombreuses autres espèces de requins, les courbes cumulatives des proies atteignent des niveaux stables vers 200 estomacs (Morato *et al.*, 2003 ; Bethea *et al.*, 2004).

La proportion d'estomacs vides, c'est-à-dire le nombre d'individus affamés est généralement important dans les populations de requins (Cortés & Gruber, 1990). Elle est évaluée à 59% chez *R. taylori* (Simpfendorfer, 1998) 82,8%, 75,6% et 79,8% chez respectivement *Orectolobus ornatus*, *O. maculatus* et *O. halei* (Huveneers *et al.*, 2007). Chez *R. acutus*, nous avons observé pour la première fois la présence d'individus à estomacs vides. Ils sont nombreux toute l'année et représentent 83,97% des captures. Le type d'engin de pêche semble avoir un impact sur le nombre élevé d'estomacs vides. Les individus affamés ont tendance à s'approcher et à se faire capturer par des engins de pêche portant des appâts. Dans ce travail, *R. acutus* a surtout été capturée au filet maillant dérivant et à la palangre par les pêcheurs artisanaux.

R. acutus est une espèce côtière. Elle se nourrit surtout de proies pélagiques. La présence de quelques espèces démersales dans son alimentation est due au fait qu'elle effectue des mouvements verticaux, à l'instar de la plupart des espèces de requins (White *et al.*, 2004 ; Sims *et al.*, 2008 ; Nakamura *et al.*, 2011). Ces mouvements verticaux leur permettent de rencontrer un plus grand nombre d'espèces de proies (Simpfendorfer *et al.*, 2001 ; Preti *et al.*, 2004). Des expériences de biotélémétrie et de marquage pourraient être effectuées chez *R. actutus* pour mieux comprendre ses mouvements et son spectre de proies le long des côtes sénégalaises.

L'analyse des contenus stomacaux des requins à museau pointu montre que les téléostéens constituent généralement les proies les plus abondantes (Ba *et al.*, 2013b). L'abondance des proies spécifiques en fonction de la fréquence d'occurrence montre que *R. acutus* est un consommateur spécialisé de téléostéens. Les crustacés, les mollusques, les nématodes, les annélides et les invertébrés non identifiés ont été inclus dans les proies rares. Chez les espèces de requins des genres *Carcharhinus*, *Rhizoprionodon* et *Sphyrna* en

particulier, plus de 90 % des estomacs contiennent des téléostéens (Stevens & Mcloughlin, 1991 ; Salini *et al.*, 1992 ; Simpfendorfer, 1998 ; Gelsleichter *et al.*, 1999 ; White *et al.*, 2004). Nos résultats confirment donc ces observations antérieures sur le régime alimentaire de ces requins.

Les familles dominantes de téléostéens dans le régime alimentaire de *R. acutus* varient suivant les régions. Sur les côtes australiennes, il s'agit des *Hemiramphidés*, des *Mugilidés* et des *Clupéidés*, des *Athérinidés*, des *Sillaginidés* et des *Labridés*. Dans le présent travail, la pression de prédation était plus forte chez les *Clupéidés*, en particulier les Sardinelles, les *Carangidés*, les *Mugilidés*, les *Mullidés*, les *Muraenidés*, les *Pomadasyidés*, les *Sciaenidés*, les *Serranidés* et les *Sparidés*. L'abondance et la fréquence d'occurrence des proies varient selon le milieu de vie des requins (Lowe *et al.*, 1996). Le niveau trophique de *R. acutus* dans cette étude (4,2) montre que cette espèce est un consommateur tertiaire. Le niveau trophique que nous avons calculé pour le requin à museau pointu dans cette étude est à peu près semblable à celui de Cortés (1999) estimé à 4,1. La valeur élevée du niveau trophique de *R. acutus* indique qu'elle est un prédateur au sommet de la chaîne alimentaire (consommateur tertiaire) et que sa disparition pourrait avoir des conséquences néfastes sur les populations de proies de rangs inférieurs. Considérant les signes de déclin de certaines populations de requins et leurs conséquences sur le déséquilibre des écosystèmes, notre planète s'expose à un réel danger. La plus grande source d'oxygène au monde est le phytoplancton marin. Dans les océans, ce phytoplancton est mangé par du zooplancton, lui-même mangé par des grands prédateurs comme les requins. L'effondrement de ces grands prédateurs entraînerait une augmentation du zooplancton qui ferait disparaître le phytoplancton et entraîner une diminution de l'oxygène produit par le phytoplancton (70%), le réchauffement de la planète suite à l'excès du dioxyde de carbone et des corollaires sur la consommation de protéines animales. En plus, les requins régulent de nombreuses populations de poissons et de mammifères marins, en éliminant les individus vieux ou malades, limitant ainsi la propagation des maladies au sein d'une population, permettant ainsi de renforcer le pool génétique des ces populations. Comme la plupart des super-prédateurs marins, les requins bioaccumulent dans leur organisme de fortes concentrations de polluants d'origine anthropique (méthylmercure, métaux lourds, pesticides...) responsables de nombreuses maladies ; d'où l'augmentation de la consommation d'ailerons et de chairs de requins pourrait constituer un vrai problème de santé publique.

Des différences dans le régime alimentaire entre les mâles et les femelles ont été observées chez de nombreuses espèces de requins (Stillwell & Kohler, 1982 ; Klimley, 1987 ; Simpfendorfer *et al.*, 2001 ; McCord & Campana, 2003). Ces différences sont liées soit à une ségrégation sexuelle résultant de préférences spécifiques (au sexe) dans les endroits de recherche de nourriture soit à une différence de taille de l'estomac entre les mâles et les femelles (Klimley, 1987 ; McCord & Campana, 2003 ; Capapé *et al.*, 2006). La consommation accrue de grands pélagiques a été observée plus souvent chez les femelles que chez les mâles du requin marteau halicorne *Sphyrna lewini* (Klimley, 1987).

Dans cette étude, nous avons évalué pour la première fois des différences dans le régime alimentaire selon les différents stades de maturité du requin à museau pointu. Ces différences dans l'alimentation des juvéniles, des sub-adultes et des adultes peuvent être associées à une ségrégation selon la taille. Ces observations sont concordantes avec celles précédemment publiées sur l'alimentation de plusieurs espèces de requins selon la taille (Stillwell & Kohler, 1982 ; Lowe *et al.*, 1996). Le début de la maturité sexuelle et les variations en besoins énergétiques liées à la reproduction pourraient déclencher des changements dans les habitudes alimentaires qui pourraient se traduire par un changement dans l'utilisation de l'habitat.

Les différences saisonnières dans l'alimentation du requin à museau pointu peuvent refléter des changements dans l'abondance de la communauté de proies ou les différences de répartition des requins entre les saisons. Les migrations saisonnières de requins ou de leurs proies pourraient expliquer les variations saisonnières observées dans le régime alimentaire du requin à museau pointu sur les côtes sénégalaises. Des variations saisonnières dans le régime alimentaire ont été rapportées pour un certain nombre d'espèces de requins (Matallanas, 1982 ; Stillwell & Kohler, 1982 ; Cortés *et al.*, 1996).

Les variations de l'alimentation de *R. acutus* entre les sites pourraient être expliquées par les différences physico-chimiques entre la zone centre-ouest et la zone sud ouest (Stillwell & Kohler, 1982). Les variations de l'alimentation selon les sites sont illustrées par de nombreuses espèces de requins (Lowe *et al.*, 1996 ; Simpfendorfer, 1998).

Nos résultats suggèrent que *R. acutus* est un prédateur spécialiste des téléostéens même si son régime alimentaire est dynamique et évolue avec la taille, le sexe, la saison et les sites (Ba *et al.*, 2013b). La ségrégation des requins à museau pointu par sexe et stade de maturité peut représenter un élément important pour réduire la compétition intraspécifique.

CHAPITRE 7

CONCLUSION GÉNÉRALE



CHAPITRE 7. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Cette étude sur *R. acutus* a permis d'obtenir des informations essentielles sur la biologie et l'écologie de cette espèce notamment sur les caractéristiques de la pêcherie (Chapitre 2), de la biométrie (Chapitre 3), de l'âge et la croissance (Chapitre 4), de la reproduction (Chapitre 5) et de l'alimentation (Chapitre 6). La meilleure compréhension de la biologie et de l'écologie de cette espèce a permis d'identifier les besoins de recherche future sur les autres espèces d'élaasmobranches pour une pratique de pêche plus durable sur ces ressources. Le présent Chapitre présente les principaux résultats et fournit les principales conclusions et perspectives du Chapitre 2 au Chapitre 6.

En Afrique en général et au Sénégal en particulier, l'impact de la pêcherie des élaasmobranches n'est pas bien connu. La dynamique d'exploitation de ces pêcheries quasiment incontrôlée a fini par installer la filière dans une situation d'épuisement progressif des stocks, exposant nombre d'espèces à une menace sérieuse d'extinction (Diop & Dossa, 2011). L'impact de la pêcherie des requins et des raies paraît être sous-estimé à cause d'un manque de données fiables. Cette étude que nous avons effectuée sur le requin à museau pointu a montré une distribution spatiale et saisonnière différentielle en fonction du sexe et de la taille. Ainsi, les mesures de conservation de cette espèce basées sur la distribution spatio-temporelle devront être mises en œuvre pour protéger ces groupes spécifiques (selon la taille et le sexe). Les juvéniles dominent largement dans les débarquements, or les analyses démographiques de ces espèces suggèrent que les juvéniles sont les plus vulnérables stades de développement. La Casamance, où les juvéniles dominent largement dans les captures, pourrait donc abriter des zones de nurserie du requin à museau pointu et celles d'autres espèces. La pêcherie de *R. acutus* y est sous forte pression. A la lumière de ces constats sur l'exploitation de cette espèce au Sénégal en général et en Casamance en particulier, un certain nombre de mesures de précaution doivent être prises pour éviter l'effondrement de cette pêcherie. Même si les engins de pêche expliquent souvent des disparités entre des zones de pêche, ils semblent avoir peu d'effet sur ces résultats car *R. acutus* est capturée généralement par les filets maillants dérivant. Les femelles dominent dans les débarquements du requin à museau pointu dans tous les sites et en toute saison et cela montre leur dominance dans le stock. La prépondérance des adultes au nord et des sub-adultes et des juvéniles au sud du pays suggèrent l'hypothèse d'une migration nord-sud de cette espèce en rapport avec sa reproduction et son alimentation. En conséquence, l'impact et l'efficacité des règles de gestion de cette espèce sur les côtes du Sénégal devraient tenir compte de ses mouvements spatio-

temporels avec des campagnes de biotélémétrie qui pourront être faites pour mieux suivre les déplacements de cette espèce et mieux localiser les zones de nurserie. Les variations ontogénétiques et sexuelles dans la distribution du requin à museau pointu observées dans cette étude sont souvent associées à des changements de comportement et d'habitat (les jeunes quittent leurs zones de nurserie après une certaine taille) liés à l'alimentation et à la reproduction. D'après nos observations, les débarquements d'élastomobranques au Sénégal sont fortement sous-estimés. Les données de débarquement officielles ne prennent pas en compte celles de beaucoup de sites n'ayant pas d'agents de collecte ou en nombre insuffisant surtout en Casamance. En Afrique, les données de débarquement sont en général fortement sous-estimées ou inexistantes. Le manque d'infrastructures et de moyens financiers et humains est à l'origine de cette sous-estimation. Avec l'accroissement démographique et la demande en protéine animale croissante, la pression de pêche sur les élastomobranques au Sénégal semble s'inscrire dans une augmentation dans le futur. Une réduction du nombre de grands requins prédateurs pourrait entraîner des perturbations en cascade dans les écosystèmes marins et pourrait avoir des conséquences désastreuses dans les écosystèmes terrestres. En conséquence, un réel besoin de fournir des données fiables sur les débarquements au Sénégal et dans la sous-région pour la conservation de ces espèces existe, eu égard au rôle de régulateurs que jouent ces espèces dans les écosystèmes. La CPUE par pirogue et par jour, calculée à Mbour dans cette étude, pourra être étudiée dans les autres sites de débarquement pour mieux comprendre la dynamique des captures du requin à museau pointu. Cette étude recommande donc un suivi des captures par espèce, et des différentes pêcheries, artisanales et industrielles, d'identifier les périodes et les habitats critiques pour les différentes espèces, de définir et d'estimer les risques de dégradation des stocks, de formuler et de faire appliquer des mesures de conservation.

Les paramètres biométriques liés à la longueur totale, à la longueur à la fourche, à la longueur standard d'une part et le poids total et le poids éviscéré d'autre part sont très importants dans l'analyse de la composition des débarquements d'élastomobranques. Les relations biométriques entre ces différents paramètres fournies dans cette thèse pourront permettre aux acteurs de ces pêcheries de convertir les poids éviscérés et les longueurs des carcasses souvent amputées de quelques organes en poids total et longueur totale et inversement. Ces informations pourront être utiles dans l'évaluation de la pêche du requin à museau pointu. Les tailles maximales relevées dans cette étude (113 cm pour les femelles et 110 cm pour les mâles) sont très inférieures à celles signalées précédemment et le même

constat a été fait également pour les poids avec dans cette étude des maxima de 8 500 et 5 700 g respectivement pour les femelles et les mâles. S'agirait-il d'un défaut d'échantillonnage qui n'a pas permis une couverture de toutes les tailles présentes au Sénégal ou une réduction de la taille de cette espèce en réponse à une surpêche exercée contre elle. Il n'est pas exclu non plus que l'on soit en situation de début de surexploitation de taille, qui aurait entraîné la disparition des grands individus. Même si notre échantillonnage a couvert un plus grand effectif et a duré 3 ans, une étude plus poussée pourrait confirmer ces hypothèses.

La détermination de l'âge de première maturité, de la vitesse de croissance et la longueur totale asymptotique d'une espèce peut fournir des informations importantes sur la biologie et l'écologie de cette espèce, sur l'évaluation des stocks et la dynamique des pêcheries. La méthode de lecture et de mesure des marques de croissance sur les vertèbres a été utilisée dans ce travail pour estimer l'âge et la croissance. La validation par la méthode de la distance marginale absolue a permis de situer la période de formation d'une bande de croissance translucide chez cette espèce en octobre. Les valeurs des coefficients de K de l'équation du modèle standard de von Bertalanffy estimées à 0,15 et 0,18 respectivement pour les femelles et les mâles montrent que cette espèce présente une croissance lente. L'âge de première maturité a été de 5,8 ans pour les mâles de 6,9 ans pour les femelles selon le modèle de von Bertalanffy. L'exploitation de la pêche commerciale du requin à museau pointu au Sénégal touche surtout des individus immatures d'âge compris entre 1 et 3 ans, c'est à dire inférieurs ou égaux à 60 cm (LT) pour les femelles et les mâles. Ces informations sur l'âge et la croissance du requin à museau pointu obtenues dans cette thèse pourront être utilisées dans l'évaluation des stocks et l'analyse démographique pour cette espèce. Les études futures devraient chercher à analyser les éventuelles incidences de la pêche sur l'âge et la croissance de cette espèce.

La reproduction des chondrichthyens a évolué pour devenir spécialisée et hautement efficace contrairement aux téléostéens. Il s'agit généralement de considérables investissements des parents pour produire relativement peu de jeunes bien développés qui auront une forte probabilité de survie dans la nature. Cette étude sur la reproduction du requin à museau pointu a fourni des informations utiles pour l'élaboration de mesures de gestion efficaces. *Rhizoprionodon acutus* est une espèce vivipare placentaire avec une fécondité ovarienne de 2 à 8, une fécondité utérine de 2 à 7 et un cycle de reproduction annuel. La période de gestation dure 12 mois, la date de parturition se situe entre mai et juillet et est suivie immédiatement par la période d'accouplement. Après le fort investissement initial dans la production de petits, R.

acutus est plus côtière et/ou estuarienne entre les mois de mai et juillet pour se protéger des zones à haut risque de prédation pour les petits. La ségrégation spatio-temporelle en fonction du sexe et de la taille observée au cours de cette étude montre qu'après la parturition dans le sud, les femelles de cette espèce migrent vers le nord et au large pour augmenter la chance de développement des follicules et des embryons et éviter les effets de la pêche côtière et estuarienne. Les zones de reproduction des femelles ne sont pas connues avec exactitude mais des zones de nurserie ont été soupçonnées au sud et restent à être confirmées par des études plus poussées de marquage et de biotélémétrie. Des aires marines protégées pourront être délimitées une fois ces zones circonscrites. Cette ségrégation spatiale des sexes et des stades de maturité peut constituer un outil de gestion de cette espèce. La taille de maturité est plus petite que celles reportées dans la région, ce qui en théorie pourrait être une stratégie de conservation en réponse à la pression de pêche actuelle.

Cette étude a fourni pour la première fois une évaluation quantitative et qualitative de l'alimentation du requin à museau pointu. Dans ce travail, l'alimentation de *R. acutus* au Sénégal ressemble, dans ses grandes lignes, à celle signalée dans d'autres travaux. La pression de prédation de cette espèce a été plus forte chez les poissons téléostéens Clupéidés, en particulier sur les Sardinelles mais aussi sur les Carangidés, les Mugilidés, les Mullidés, les Muraenidés, les Pomadasyidés, les Sciaenidés, les Serranidés et les Sparidés. Nonobstant que cette espèce soit un consommateur spécialisé des téléostéens, elle se nourrit également de crustacés, de mollusques, de nématodes, d'annélides et d'invertébrés non identifiés. La présence de quelques espèces démersales dans son alimentation semble indiquer que cette espèce effectue des mouvements verticaux. Compte tenu de la dominance des téléostéens dans l'alimentation de *R. acutus*, les migrations nord-sud, côte-large et en fonction de la profondeur semblent liées aussi à la dynamique des proies particulièrement les Clupéidés dont l'abondance est très influencée par la dynamique des upwellings le long des côtes sénégalaises. L'alimentation de *R. acutus* sur les côtes sénégalaises varie en fonction du sexe, du stade de maturité, de la saison et de la zone de pêche. Les mesures de conservation de cette espèce devront être élaborées en tenant compte de la dynamique spatio-temporelle de ses proies et cette étude révèle qu'avec son niveau trophique évalué à 4,2 son effondrement pourrait avoir des conséquences néfastes sur ses populations de proies.

En définitive, cette étude aura permis de montrer l'importance de bien connaître la composition des débarquements, de bien comprendre la dynamique et l'analyse des populations d'élastomobranches au Sénégal. Les acteurs des pêcheries d'élastomobranches

pourront tirer beaucoup d'informations de cette étude sur la biologie et l'écologie du requin à museau pointu pour élaborer des mesures de gestion efficaces. Les données présentées dans cette thèse peuvent constituer un guide dans la recherche future sur les élastombranes. Cette étude a permis de constater une réduction de la taille de première maturité et de la taille maximale avec une dominance des juvéniles et des femelles, ce qui laisse présager une surexploitation de cette espèce d'où l'urgence de mettre en place un outil de gestion concernant la population de *R. acutus* le long des côtes sénégalaises. Dans le futur, d'autres études portant sur l'abondance, la mortalité, l'estimation de la biomasse et de la production et l'analyse démographique avec utilisation de modèles tropho-dynamiques du requin à museau pointu pourront être effectuées. La fermeture de la pêche de cette espèce au début de la saison des pluies en Casamance devra être instaurée pour que les jeunes individus puissent grandir. Une limitation de taille des captures pourra être mise en place pour que suffisamment de poissons puissent arriver à maturité et se reproduire. Dans le futur, il faudra mieux sensibiliser sur l'effet des prises accessoires d'élastombranes en général et de *R. acutus* en particulier surtout celles qui facilitent le rejet des individus vivants et le découpage des ailerons. Les données sur la mortalité due à la pêche par espèce, par type d'engin et par région pourront être fournies ou actualisées. Un effort accru de recherche taxonomique est nécessaire, notamment en ce qui concerne la description des espèces et la recherche sur la structure des populations. Des efforts considérables devront être faits sur l'échantillonnage pour avoir une couverture spatio-temporelle plus importante. Il faudra aussi améliorer notre connaissance sur la reproduction, la croissance et l'alimentation des autres espèces d'élastombranes pour mieux les protéger. En plus, la liste rouge de l'UICN, un outil d'information précieux actualisé en 2006 pour ce qui concerne l'Afrique de l'Ouest a montré que les Pristidés (poissons-scies) seraient déjà éteints localement et les Rhynchobatidés (raies-guitares) ont aussi quasiment disparu dans toute la sous-région. D'autres espèces, comme le grand requin-marteau *Sphyrna mokarran* ou le requin citron *Negaprion brevirostris*, sont menacées. Certes, *R. acutus* apparaît comme une espèce vulnérable dans la Liste Rouge mais au regard de la forte baisse des débarquements constatée par les pêcheurs, sans mesure de conservation, elle risque d'être menacée. La sensibilisation du public et des autorités sur la nécessité de mieux connaître la biologie de ces espèces dans une perspective de gestion et de conservation entre en droite ligne avec les objectifs principaux du Programme National Requins, de la Commission Sous-Régionale des Pêches et du Programme International Requins (PAI-Requins) de la FAO. Ces objectifs pourront être atteints en encourageant une collaboration franche et durable entre la recherche menée dans les instituts et universités, l'Etat, les acteurs de cette pêcherie sur le

terrain et les autres partenaires techniques et financiers. Pour atteindre ces objectifs, un cadre comme le projet PSRA-Requins devra être poursuivi et renforcé pour faciliter la coordination et l'harmonisation des stratégies de conservation et de valorisation durable des élasmodontes dans la sous-région.

CHAPITRE 8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amundsen, P. A., Gabler, H. M. & Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data -modification of Costello (1990) method. *Journal Fish of Biology* **48**, 607-614.
- Anderson, E. D. (1990). Estimates of large shark catches in the western Atlantic and Gulf of Mexico, 1960-1986. . (90., T. R. N., ed.), pp. 443–454. USA: Department of Commerce, NOAA.
- Anderson, R. O. & Gutreuter, S. J. (1983). Length, weight, and associated structural indices, L. A. Nielsen and D. L. Johnson, editors, Fisheries techniques, Bethesda, Maryland, American Fisheries Society. pp. 283-300.
- Andrade, H. A. & Campos, R. O. (2002). Allometry coefficient variations of the length-weight relationship of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic. *Fisheries Research* **55**, 307-312.
- Anislado, T. V. (1995). Determinación de la Edad y Crecimiento en el Tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el Pacífico Central Mexicano., p. 68: Fac. de Ciencias. UNAM.
- Anon (1996). Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. In, *Cooperative Research Report* (ICES, ed.).
- AquaMaps (2010). Computer Generated Map for *Rhizoprionodon acutus* (Milk shark). Accès le 5 Mars 2013. Fishbase.
- Aranha, A., Menezes, G. & Pinho, R. M. (2009). Biological aspects of the velvet belly lantern shark, *Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) off the Azores, North East Atlantic. *Marine Biology Research* **5**, 257-267.
- Ba, A., Ba, C. T., Diouf, K., Ndiaye, P. I. & Panfili, J. (2013a). Reproductive biology of the milk shark *Rhizoprionodon acutus* (Carcharhinidae) off the coast of Senegal. *African Journal of Marine Science*. *Sous presse*.

- Ba, A., Diop, M. S., Diatta, Y., Dossa, J. & Ba, C. T. (2013b). Diet of the milk shark, *Rhizoprionodon acutus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae), from the Senegalese coast. *Journal of Applied Ichthyology* **1**, 1-7.
- Barry-Gérard, M. (1994). Migrations des poissons le long du littoral sénégalais. In : Barry-Gérard M. (ed.), Diouf T. (ed.), Fonteneau Alain (ed.). L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise : documents scientifiques présentés lors du symposium. In *Symposium sur L'Evaluation des Ressources Exploitablees par la Pêche Artisanale Sénégalaise, Dakar (SENEGAL)* (ORSTOM, ed.), pp. 215-234. Paris.
- Barry, K. P., Condrey, R. E., Driggers, W. B. & Jones, C. M. (2008). Feeding ecology and growth of neonate and juvenile blacktip sharks *Carcharhinus limbatus* in the Timbalier-Terrebone Bay complex, LA, U.S.A. *Journal Fish of Biology* **73**, 650-662.
- Bass, A. J., D'Aubrey, J. D. & Kistnasamy, N. (1975). Sharks of the east coast of southern Africa. III. The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. Oceanographic Research Institute Investigational Report **33**, 1-100.
- Baum, J. K., Myers, R. A., Kehler, D. G., Worm, B., Harley, S. J. & Doherty, P. A. (2003). Collapse and conservation of shark populations in the northwest Atlantic. *Science* **299**, 389-392.
- Bellemans, M., Sagna, A., Fischer, W. & Scialabba, N. (1988). *Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie. Espèces marines et d'eaux saumâtres*: FAO.
- Bethea, D. M., Buckel, J. A. & Carlson, J. K. (2004). Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. *Marine Ecology Progress Series* **268**, 245-264.
- Bizzarro, J. J., Smith, W. D., Marquez-Farias, J. F. & Hueter, R. E. (2007). Artisanal fisheries and reproductive biology of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, Mexican Pacific 1891, in the northern. *Fisheries Research* **84**, 137-146.
- Bonfil, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries. In *FAO Fisheries Technical Paper* p. 119.

- Brahim, K. (2004). Ecologie et biologie de l'émissole lisse *Mustelus mustelus* (Linné, 1758) sur les côtes de Mauritanie Thèse doctorat. In *océanologie biologique*, p. 207. Brest: Université Bretagne Occidentale.
- Branstetter, S. (1987a). Age and growth validation of new-born sharks held in laboratory aquaria, with comments on the life history of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Copeia* **2**, 291-300.
- Branstetter, S. (1987b). Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes* **19**, 161-173.
- Branstetter, S. (1990). Early life-history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the northwest Atlantic. In *In Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries*. (H.L. Pratt Jr, S. G., T. Taniuchi, eds. NOAA Tech. Rep. , ed.), pp. 17-28. Washington, DC: US Dept. of Commerce, NMFS 90.
- Branstetter, S. & McEachran, J. D. (1986). Age and growth of four carcharhinid sharks common to the Gulf of Mexico. In *a summary paper. In Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes* (ed. T. Uyeno, R. A., T. Taniuchi & K. Matsuura, ed.), pp. 361-371: Ichthyological Society of Japan.
- Cadenat, J. (1950). Rapport sur les sélaciens des côtes du Sénégal et plus spécialement sur les Requins. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire* **12**, 944-975.
- Cadenat, J. & Blache, J. (1981). Requins de Méditerranée et d'Atlantique (plus particulièrement de la cote occidentale d'Afrique). (Sharks from the Mediterranean and Atlantic [especially from the western coast of Africa]). *Faune Trop. ORSTOM* **21**, 1-330.
- Cailliet, G. & Goldman, K. (2004). Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In: *Biology of sharks and their relatives*. ((J. Carrier, J. M. a. M. H., eds), ed.), pp. 399-447. San Diego: CRC Press.
- Cailliet, G. M., Musick, J. A., Simpfendorfer, C. A. & Stevens, J. D. (2005). Ecology and Life History Characteristics of Chondrichthyan Fish. Pp. 12–18. In: Fowler, S.L., Cavanagh,

- R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A. (comp. and ed.). Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. IUCN SSC Shark Specialist Group. . Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Cailliet, G. M., Radtke, R. L. & Weldon, B. A. (1986). Elasmobranch age determination and verification: a review. . In *second international conference on Indo-Pacific Fishes* (In T. Uyeno, R. A., T. Taniuchi & K. Matsura (eds), ed.). Japan, Tokyo: Indo-Pacific Fish Biology, Ichthyol. Soc.
- Cailliet, G. M., Smith, W. D., Mollet, H. F. & Goldman, K. J. (2006). Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. *Environmental Biology of Fishes* **77**, 211-228.
- Camhi, M., Fowler, S., Musick, J., Bräuti-gam, A. & Fordham, S. (1998). Sharks and Their Relatives. In *Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission* (Conservation, E. a., ed.). Switzerland: IUCN.
- Camhi, M. D., Valenti, S. V., Fordham, S. V., Fowler, S. L. & Gibson, C. (2007). The Conservation Status of Pelagic Sharks and Rays. In *Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop*, p. 92. UK: Tubney House, University of Oxford.
- Campana, S. E. (2001). Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* **59**, 197-242.
- Campana, S. E., Marks, L. & Joyce, W. (2005). The biology and fishery of shortfin mako sharks (*Isurus oxyrinchus*) in Atlantic Canadian waters. *Fisheries Research* **73**, 341-352.
- Capapé, C., Diatta, Y., Diop, M., Guélorget, O., Vergne, Y. & Quignard, J. P. (2006). Reproduction in the milk shark, *Rhizoprionodon acutus* (Rüppel, 1837) (Chondrichthyes: Carcharhinidae) from the coast of Senegal (eastern tropical Atlantic). *Acta Adriatica* **47**, 111-126.
- Capapé, C., Diop, M. & N'dao, M. (1994). Observations sur la biologie de la reproduction de dix-sept espèces de Sélaciens d'intérêt économique capturés dans la région marine de

- Dakar-Ouakam (Sénégal, Atlantique orientale tropicale). *Bulletin Institut Fondamental d'Afrique Noire* **47**, 87-102.
- Carlson, J. & Parsons, G. (1997). Age and growth of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from northwest Florida, with comments on clinal variation. *Environmental Biology of Fishes* **50**, 331-341.
- Carlson, J. K. & Baremore, I. E. (2003). Changes in biological parameters of Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae* in the Gulf of Mexico: evidence for densitydependent growth and maturity. *Marine and Freshwater Research* **54**, 227-234.
- Casey, J. G., Pratt, J. H. L. & Stillwell, C. E. (1985). Age and growth of the sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) from the western North Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **42**, 963-975.
- Castillo-Geniz, J. L. (1990). Contribución al Conocimiento de la Biología y Pesquería del Cazón Bironche *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del Sur de Sinaloa, Mexico. p. 128: Fac. de Ciencias. UNAM.
- Castillo-Geniz, J. L. (1992). Diagnóstico de la Pesquería de Tiburón en México. p. 76: Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca.
- Castillo-Geniz, J. L., Marques-Farias, J. F., Rodriguez De La Cruz, M. C., Cortés, C. & Cid Del Prado, A. (1998). The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Marine and Freshwater Research* **49**, 611-620.
- Castro, J. I. (2009). Observations on the reproductive cycles of some viviparous North American sharks. *Aqua, International Journal of Ichthyology* **15**, 4-15.
- Castro, J. L. & Wourms, J. P. (1993). Reproduction, placentation and embryonic development of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Journal of Morphology* **218**, 257-280.
- Caverivière, A. (1994). Le poulpe (*Octopus vulgaris*) au Sénégal : une nouvelle ressource. In: M. Barry-Gérard, T. Diouf and A. Fonteneau (ed.). L'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. tome II., . In *ORSTOM*, pp. 245-256. Paris.

- Chang, W. Y. B. (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **39**, 1208-1210.
- Chavance, P., Bâ, M., Gascuel, D., Vakily, J. M. & Pauly, D. (2004). Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement, [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), Office des publications officielles des Communautés européennes, XXXVI- 532-XIV p., 6 pl. h.-t. coul., coll. In *Rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E.*, n° 15. Bruxelles.
- Clarke, E. & Von Schmidt, K. (1965). Sharks of the central gulf coast of Florida. *Bulletin of Marine Science* **15**, 13-83.
- Clarke, S., Milner-Gulland, E. J. & Bjørndal, T. (2007). Social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade. *Marine Resource Economics* **22**, 305-327.
- Clarke, S. C., Mcallister, M. K., Milnergulland, E. J., Kirwood, G. P., Michielsens, C. G. J., Agnew, D. J., Pikitch, E. K., Nakano, H. & Shivji, M. S. (2006). Global Estimates of Shark Catches using Trade Records from Commercial Markets. *Ecology Letters* **9**, 1115-1126.
- Cliff, G., Dudley, S. F. J. & Davis, B. (1989). Sharks caught in the protective gill nets off Natal, South Africa. 2. The great white shark *Carcharodon carcharias* (Linnaeus). *South African Journal of Marine Science* **8**, 131-144.
- Compagno, L. (1999). Checklist of living elasmobranchs. In W.C. Hamlett, ed. *Sharks, skates and rays: the biology of elasmobranchs fishes*, pp. 471-498. Maryland: Johns Hopkins University Press.
- Compagno, L. J. V. (1984). FAO Species Catalogue. 4. Requins du monde: un catalogue annoté et illustré des espèces de requins connues à ce jour. Partie 2. Carcharhiniformes. *FAO Fisheries Synopsis* **125**, 251-655.
- Compagno, L. J. V. (2005). Checklist of living chondrichthyes. In: Hamlett W.C. (ed) *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes: sharks, batoids, and chimaeras*. Science Publishers, Inc, Enfield, New Hampshire, USA, 501-548.

- Conrath, C. L. & Musick, J. A. (2002). Reproductive biology of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, in the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes* **64**, 367-377.
- Cooke, S. J. (2008). Biotelemetry and biologging in endangered species research and animal conservation: relevance to regional, national, and IUCN Red List threat assessments. *Endangered Species research*, 165-185.
- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **54**, 726-738.
- Cortés, E. (1998). Methods of studying fish feeding: reply. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **55**, 2708.
- Cortés, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science* **56**, 707-717.
- Cortés, E. & Gruber, S. H. (1990). Diet, feeding habits, and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia*, 204-218.
- Cortés, E., Manire, C. A. & Hueter, R. E. (1996). Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida. *Bulletin of Marine Science* **58**, 353-367.
- CRODT (1997). Recensement national du parc piroguier et des infrastructures liées à la pêche. (CRODT, ed.).
- CRODT (2005). Rapport annuel CRODT.
- CSRP (2007). Situation générale du secteur des pêches dans les Etats membres de la CSRP. Les eaux de l'Afrique de l'Ouest, parmi les plus poissonneuses du monde... p. 7. Dakar: CSRP.
- Davenport, I. R., Weaver, A. L. & Wourms, J. P. (2011). A Novel Set of Structures Within the Elasmobranch, Ovarian Follicle. *Journal of Morphology* **272**, 557-565.

- Davenport, S. & Stevens, J. D. (1988). Age and growth of two commercially important sharks (*Carcharhinus tilstoni* and *C. sorrah*) from Northern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **39**, 417-433.
- Dème-Gning, I., Roy, C. & Touré, D. (1990). Variabilité spatio-temporelle de la température, des nitrates et de la chlorophylle devant les côtes du Sénégal. *Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye*, 21.
- Devadoss, P. (1988). Observations on the breeding and development of some sharks. *Journal of the Marine Biological Association of India* **30**, 121-131.
- Devadoss, P., Kuthalingam, M. D. K. & Thiagarajan, R. (1989). The present status and future prospects of elasmobranch fishery in India *Central Marine Fisheries Research Institute Bulletin* **44**, 188-199.
- Di Natale, A. (1998). By-catch of shark species in surface gear used by the Italian fleet for large pelagic species. *Collective Volume of Scientific Papers* **48**, 138-140.
- Diallo, M. (1989). Le Sénégal. Géographie physique, humaine, économique. Etudes régionales. In *EDICEF* (éditeurs, P., ed.).
- Diop, M., Dème, M., Sall, A., Ducrocq, M. & Niamadio, I. (2007). "Trajectoires des pêcheries de Requins (raies et requins) dans l'espace CSRP ", In *rapport de synthèse des études de cas*, , p. 48: FIBA/PRCM/CSRP.
- Diop, M. & Dossa, J. (2011). *Trente années d'exploitation des Requins en Afrique de l'Ouest. Trajectoires des pêcheries, évolution des captures et état de conservation des Requins dans les pays membres de la Commission sous-régionale des pêches*: FIBA.
- Domain, F. (1977). Carte sédimentologique du plateau continental sénégalais. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée-Bissau. *ORSTOM*, 17.
- DPM (2005). Plan National d'Action pour la Conservation et la Gestion des Requins au Sénégal. (Ministère de l'Economie Maritime, D. P. M., ed.), p. 37.
- DPM (2011). Base de données des débarquements de Sélaciens DPM.

- Dulvy, N. K., Baum, J. K., Clarke, S., Compagno, L. J. V., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M. P., Gibson, C., Martínez, J., Musick, J. A., Soldo, A., Stevens, J. D. & Valenti, S. (2008). You can swim but you can't hide: The global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. pp. 459-482.
- Ebert, D. A. & Compagno, L. J. V. (2007). Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Biology of Fishes* **80**, 111-124.
- Fall, M. (2009). Pêcherie démersale côtière au Sénégal-Essai de modélisation de la dynamique de l'exploitation des stocks p. 233. Montpellier: Université de Montpellier.
- FAO (2008a). The state of world fisheries and aquaculture: Food and Agriculture Organization of the United Nations p. 35. Rome.
- FAO (2008b). Total catches for "sharks, rays, chimaeras" in the FAO capture database. Rome: FAO
- FAO (2012). In *World markets and industry of selected commercially-exploited aquatic species*
- Faure, V., Inejih, C. A., Demarcq, H. & Cury, P. (2000). The importance of retention processes in upwelling areas for recruitment of *Octopus vulgaris*: the example of the Arguin Bank (Mauritania). *Fisheries Oceanography* **9**, 343-355.
- Fergusson, I. K. (1996). Distribution and autecology of the white shark in the eastern North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, A.P. Klimley and D.G. Ainley (eds), Great White Sharks. In *The Biology of Carcharodon carcharias*, pp. 321- 345. San Diego: Academic Press.
- Figueiredo, J. L., ed. (1977). *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. I. Introdução, cações, raias e quimeras*. Sao Paulo. Museu de Zoologia Universidade de Sao Paulo.
- Fischer, W., Bianchi, G. & Scott, W. B. (1981). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique centre-est ; zone de pêche 34, 47 (en partie). Canada Fonds de Dépôts. Ottawa, Ministère des Pêcheries et Océans Canada, en accord avec l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

- Fréon, P., ed. (1988). *Réponses et adaptations des stocks clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité des milieux et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal*. Paris: Edition de l'ORSTOM.
- Frisk, G. F., Miller, T. J. & Fogarty, M. J. (2001). Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**, 969-981.
- Gelsleichter, J., Musick, J. A. & Nichols, S. (1999). Food habits of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes* **54**, 205-217.
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Phil. Trans. Royal Soc. London*. **115**, 513-585.
- Goncalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J., Canario, A. V. M. & Erzini, K. (1997). Weight-length relationship for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research* **30**, 253-256.
- Gruber, S. H. & Stout, R. G. (1983). Biological materials for the study of age and growth in a tropical marine predator, the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Poey). pp. 193-205. NOAA Tech. Rep. NMFS.
- Haddon, M. (2001). Modeling and quantitative methods in fisheries. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Hamlett, W., Hysell, M., Jezior, M., Rozycki, T., Brunette, N. & Tumilty, K. (1999). Fundamental zonation in elasmobranch oviducal glands. In *Proceedings of the 5th Indo-Pacific Fish Conference, Noumea, 1997* (Seret B, S. J. e., ed.), pp. 271-280. Paris: Société Française d'Ichthyology.
- Hamlett, W. C. & Koob, T. J. (1999). Female reproductive system. In *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranch fishes* (ed. W. C. Hamlett). Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 398-443.

- Harry, A. V., Simpfendorfer, C. A. & Tobin, A. J. (2010). Improving age, growth, and maturity estimates for aseasonally reproducing chondrichthyans. *Fisheries Research* **106**, 393-403.
- Hattour, A. (2000). Contribution à l'étude des poisons pélagiques des eaux tunisiennes. Thèse de doctorat en sciences biologiques, Faculté des sciences de Tunis, Tunisie. 344
- Hayes, D. B., Brodziak, J. K. T. & O'Gorman, J. B. (1995). Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-mass relationships of fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **52**, 84-92.
- Henderson, A. C., McIlwain, J. L., Al-Oufi, H. S. & Ambu-Ali, A. (2006). "Reproductive biology of the milk shark *Rhizoprionodon acutus* and the bigeye houndshark *Iago omanensis* in the coastal waters of Oman". *Journal of Fish Biology* **68**, 1662-1678.
- Hoenig, J. M. & Gruber, S. H. (1990). Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In: Pratt, H.L. Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi (eds.) Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries. US Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS **90**, 1-16.
- Hureau, J. C. (1970). Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco* **68**, 1-224.
- Huveneers, C., Otway, N. M., Gibbs, S. E. & Harcourt, R. G. (2007). Quantitative diet assessment of wobbegong sharks (genus *Orectolobus*) in New South Wales, Australia. *ICES Journal of Marine Science* **64**, 1272-1281.
- Jennings, S. & Kaiser, M. J. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* **34**, 201-352.
- Jensen, C. F., Natanson, L. J., Harold, L., Pratt, J., Kohler, N. E. & Campana, S. E. (2002). The reproductive biology of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the western North Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin* **100**, 727-738.

- Kara, A. & Bayhan, B. (2008). Length-weight and length-length relationships of the bogue *Boops boops* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea of Turkey). *Belgian Journal of Zoology* **138**, 154-157.
- Karibuhoye, C. & Tendeng, P. S. (2011). Vers des aires marines protégées pour la conservation des Requins en Afrique de l'ouest,. In *Colloque internationale sur les Requins pour une gestion durable des Requins en Afrique de l'ouest*. Dakar.
- Kasim, H. M. (1991). Shark fishery of Veraval coast with special reference to population dynamics of *Scoliodon laticaudus* (Müller and Henle) and *Rhizoprionodon acutus* (Ruppell). *India Journal Marine Biology Association* **33**, 213-228.
- Katsanevakis, S. (2006). Modelling fish growth: Model selection multi-model inference and model selection uncertainty. *Fisheries Research* **81**, 229-235.
- Klimley, A. P. (1987). The determinates of sexual segregation in the scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*. *Environnemental Biology of Fishes* **18**, 27-40.
- Krishnamoorthi, B. & Jagadis, I. (1986). Biology and population dynamics of the grey dogshark *Rhizoprionodon (Rhizoprionodon) acutus* (Ruppell) in Madras waters. *Indian Journal of Fish* **33**, 371-385.
- Kroese, M. & Sauer, W. H. H. (1998). Elasmobranch exploitation in Africa. *Marine and Freshwater Research* **49**, 573-577.
- Last, P. R. & Stevens, J. D., eds. (1994). *Sharks and Rays of Australia*. : CSIRO.
- Lessa, R., M., S. F. & Hazin, F. H. (2004). Age and growth of the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) off northeastern Brazil. *Fisheries Research* **66**, 19-30.
- Lessa, R., Santana, F. M. & Almeida, Z. S. (2009). Age and growth of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii* and Caribbean sharpnose shark, *R. porosus* (Elasmobranchii, Carcharhinidae) on the northern coast of Brazil (Maranhão). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* **4**, 532-544.
- Lessa, R. P. (1988). Premières observations sur la biologie reproductive de *Rhizoprionodon lalandii* (Valenciennes, 1839) (Pisces, Carcharhinidae) de la côte nord du Brésil Maranhão. *Revista Brasileira de Biologia* **48**, 721-730.

- Lhomme, L. & Garcia, S. I. (1984). Biologie et exploitation de la crevette pénaeide *Penaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967) au Sénégal, J. A. Gulland and B. J. Rothschild. pp. 111-141.
- Liu, K., Chen, C., Liao, T. & Joung, S. (1999). Age, growth, and reproduction of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* in the northwestern Pacific. *Copeia* **1**, 68-74.
- Loefer, J. K. & Sedberry, G. R. (2003). Life history of the Atlantic sharpnose shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) (Richardson, 1836) off the southeastern United States. *Fishery Bulletin* **101**, 75-88.
- Lowe, C. G., Wetherbee, B. M., Crow, G. L. & Tester, A. L. (1996). Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. *Environmental Biology of Fishes* **47**, 203-211.
- Lucifora, L. O., Garcia, V. B., Menni, R. C., Escalante, A. H. & Hozbor, N. M. (2009). Effects of body size, age and maturity stage on diet in a large shark: ecological and applied implications. *Ecological Research* **24**, 109-118.
- Marquez-Farias, J. F. & Castillo-Géniz, J. L. (1998). Fishery biology and demography of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizonprionodon terraenovae*, in the southern Gulf of Mexico. *Fisheries Research* **39**, 183-198.
- Marquez-Farias, J. F., Corro-Espinosa, D. & Castillo-Géniz, J. L. (2005). Observations on the Biology of the Pacific Sharpnose Shark (*Rhizoprionodon longurio*, Jordan and Gilbert, 1882), Captured in Southern Sinaloa, México. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* **35**, 107-114.
- Marquez-Farias, J. F., Tyminski, J. P., Hueter, R. E., Castillo-Géniz, J. L. & Murillo, C. (1999). Diversidad de elasmobranquios en Sonora, estimada de una prospección de la pesquería artesanal. Memorias I Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. 25-28 Mayo. CICTUS. Hermosillo, Sonora.
- Maruska, K. P., Cowie, E. G. & Tricas, T. C. (1996). Periodic gonadal activity and protracted mating in Elasmobranch fishes. *Journal experimental of zoology* **267**.

- Matallanas, J. (1982). Feeding habits of *Scymnorhinus licha* in Catalan waters. *Journal of Fish Biology* **20**, 155-163.
- Mattos, S. M. G., Broadhurst, M. K., Hazin, F. H. V. & Jonnes, D. M. (2001). Reproductive biology of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus*, from northern Brazil. *Marine Freshwater Research* **52**, 745-752.
- McAuley, R. B., Simpfendorfer, C. A., Hyndes, G. A., Allison, R. R., Chidlow, J. A., Newman, S. J. & Lenanton, R. C. J. (2006). Validated age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo 1827) in the waters off Western Australia. *Environmental Biology of Fishes* **77**, 385-400.
- McCord, M. E. & Campana, S. E. (2003). A quantitative assessment of the diet of the blue shark (*Prionace glauca*) off Nova Scotia, Canada. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Sciences* **32**, 57-63.
- McElroy, D. W., Wetherbee, B. M., Mostello, C. S., Lowe, C. G., Crow, G. L. & Wass, R. C. (2006). Food habits and ontogenetic changes in the diet of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Hawaii. *Environnemental Biology of Fishes* **76**, 81-92.
- Megalofonou, P., Damalas, D. & Yannopoulos, C. (2005). Composition and abundance of pelagic shark by-catch in the eastern Mediterranean Sea. *Cybiurn* **29**, 135-140.
- Mittelstaedt, E. (1983). The upwelling area off northwest Africa: a description of phenomena related to coastal upwelling. *Progress in Oceanography* **12**, 307-331.
- Morato, T., Sola, E., Grós, M. P. & Menezes, G. (2003). Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fishery Bulletin* **101**, 590-602.
- Motta, F. S., Gadig, O. B. F., Namora, R. C. & Braga, F. M. S. (2005). Size and sex compositions, length-mass relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. *Fisheries Research* **74**, 116-126.

- Motta, F. S., Namora, R. C., Gadig, O. B. F. & Braga, F. M. S. (2007). Reproductive biology of the Brazilian sharpnose shark (*Rhizoprionodon lalandii*) from southeastern Brazil. *ICES Journal of Marine Science* **64**, 1829-1835.
- Moura, T., Figueiredo, I., Farias, I., Serra-Pereira, B., Neves, A., Borges, M. F. & Gordo, L. S. (2008). Ontogenetic dietary shift and feeding strategy of *Raja undulata* Lacepède, 1802 (Chondrichthyes: Rajidae) on the Portuguese continental shelf. *Scientia Marina* **72**, 311-318.
- Musick, J. A. (1999). Ecology and conservation of long-lived marine animals. In *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals* ((ed.), I. J. A. M., ed.), pp. 1–10. Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc. Symp.
- Musick, J. A., Burgess, G., Vailliet, G., Camhi, M. & Fordham, S. (2000). Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* **25**, 9-13.
- Myers, R. A., Baum, J. K., Shepherd, T. D., Powers, S. P. & Peterson, C. H. (2007). Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* **315**, 1846-1850.
- Nakamura, I., Watanabe, Y. Y., Papastamatiou, Y. P., Sato, K. & Meyer, C. G. (2011). Yo-yo vertical movements suggest a foraging strategy for tiger sharks *Galeocerdo cuvier*. *Marine Ecology Progress Series* **424**, 237-246.
- Natanson, L. J., Casey, J. G. & Kohler, N. E. (1995). Age and growth estimates for the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western North Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin* **193**, 116-126.
- Oguri, M. (1990). A review of selected physiological characteristics unique to elasmobranchs. (Pratt, H. L., Jr.; Gruber, S.H.; Taniuchi, T., eds, ed.), pp. 49-54: NOAA Tech. Rep. NMFS
- Pallaoro, A., Jardas, I. & Santic, M. (2005). Weight-length relationships for 11 chondrichthyan species in the eastern Adriatic Sea. *Cybium* **29**, 93-96.
- Panfili, J., Pontual, H., Troadec, H. & Wright, P. J., eds. (2002). *Manuel de sclérochronologie des poissons*: Coédition Ifremer-IRD.

- Panfili, J., Thior, D., Ecoutin, J. M., Ndiaye, P. & Albaret, J. J. (2006). Influence of salinity on the size at maturity for fish species reproducing in contrasting West African estuaries. *Journal of Fish Biology* **69**, 95-113.
- Parsons, G. R. (1983). The reproductive biology of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson) US. *Fishery Bulletin* **88**, 61-73.
- Parsons, G. R. (1985). Growth and age estimation of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*: a comparison of techniques. *Copeia*, 80-85.
- Parsons, G. R. & Grier, H. (1992). Seasonal changes in shark testicular structure and spermatogenesis. *Journal of Experimental Zoology* **261**, 173-184.
- Parsons, G. R. & Hoffmayer, E. R. (2005). Seasonal Changes in the Distribution and Relative Abundance of the Atlantic Sharpnose Shark *Rhizoprionodon terraenovae* in the North Central Gulf of Mexico. *Copeia* **4**, 914-920.
- Patokina, F. A. & Litvinov, F. F. (2005). Food composition and distribution of elasmobranchs on the shelf and upper slope of the Eastern Central Atlantic. *ICES CM*, 26.
- Piercy, A. N., Carlson, J. K., Sulikowski, J. A. & Burgess, G. H. (2007). Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the north-west Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *Marine and Freshwater Research* **58**, 34-40.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. & Iverson, I. L. K. (1971). Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. *California Fish and Game* **152**, 1-105.
- Pratt, H. L. J. (1993). Reproduction in the male white shark (*Carcharodon carcharias*). . In *Symposium on the biology of the white shark (Carcharodon carcharias)*, p. 27. Univ. California-Davis, Bodega Bay.
- Pratt, H. L. J. & Casey, J. G. (1983). Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **40**, 1944-1957.
- Pratt, H. L. J. & Casey, J. G. (1990). Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. In *Elasmobranchs as living resources: advances in biology, ecology, systematics and status*

- of the fisheries (H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep., pp. 97-109.
- Preti, A., Smith, S. E. & Ramon, D. A. (2004). Diet differences in the thresher shark (*Alopias vulpinus*) during transition from a warm-water regime to a cool-water regime off California-Oregon, 1998-2000. pp. 118-125: Reports of California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations.
- Rago, P. J., Sosebee, K. A., Brodziak, J. K. T., Murawski, S. A. & Anderson, E. D. (1998). Implications of recent increases in catches on the dynamics of northwest Atlantic spiny dogfish (*Squalus acanthias*). In *Science and Management of Shark Fisheries. Proceedings of an International Symposium held at the 125th Annual Meeting of the American Fisheries Society* (Research, R. E. H. F., ed.), pp. 165-181 Tampa, Florida, USA.
- Rebert, J. P. (1983). Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. Doc.Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. p. 99.
- Ricker, W. E. (1979). Growth rates and models. In 'Fish Physiology. Vol. VIII. Bioenergetics and Growth. In *Academic Press* (Eds W. S. Hoar, D. J. R. a. J. R. B., ed.), pp. 677-743. New York.
- Ridewood, W. G. (1921). On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays. *Physiological Transactions of the Royal Society. Series B-Biology* **210**, 311-407.
- Romine, J. G., Grubbs, R. D. & Musick, J. A. (2006). Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Hawaiian waters through vertebral analysis. *Environmental Biology of Fishes* **77**, 229-239.
- Rosecchi, E. & Nouaze, Y. (1987). Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. **49**, 111-123.
- Rossignol, M. (1973). Contribution à l'étude du complexe guinéen. Centre du Cayenne: ORSTOM.

- Roy, C., ed. (1992). *aspects de la dynamique spatiale et temporelle des stocks à moyen terme. In thèse : réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwellings en Afrique de l'Ouest : Analyse et modélisation*. Paris: ORSTOM.
- Safran, P. (1992). Theoretical analysis of the weight-length relationships in the juveniles. *Marine Biology Research* **112**, 545-551.
- Saïdi, B., Bradaï, M. N., Bouaïn, A., Guélorget, O. & Capapé, C. (2005). The reproductive biology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae), from the Gulf of Gabès (southern Tunisia, central Mediterranean). *Acta Adriatica* **46**, 47-62.
- Saïdi, B., Enajjar, S., Bradaï, M. N. & Bouaïn, A. (2009). Diet composition of smooth-hound shark, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758), in the Gulf of Gabès, southern Tunisia. *Journal of Applied Ichthyology* **25**, 113-118.
- Salini, J. P., Blaber, S. J. M. & Brewer, D. T. (1992). Diets of sharks from estuaries and adjacent waters of the north-eastern Gulf of Carpentaria. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **43**, 87-96.
- San Martin, M. J., Perez, J. E. & Chiaramonte, G. E. (2005). Reproductive biology of the South West Atlantic marbled sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932 (Elasmobranchii, Rajidae). *Journal of Applied Ichthyology* **21**, 504-510.
- Santos, M. N., Garcia, A. & Pereira, J. G. (2002). Historical review of the by-catch from the Portuguese surface long-line swordfish fishery: observations on the blue shark (*Prionace glauca*) and short-fin mako (*Isurus oxyrinchus*). In *Collective Volumes of Scientific*, pp. 1333-1340.
- Séret, B. & Opic, P. (1981). *Poissons de mer de l'ouest africain tropical. Initiations-documentations techniques*.
- Simpfendorfer, C. A. (1992). Reproductive strategy of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), from Cleveland Bay, northern Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **43**, 67-75.

- Simpfendorfer, C. A. (1993). Age and growth of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from north Queensland, Australia. *Environmental Biology of Fishes* **36**, 233-241.
- Simpfendorfer, C. A. (1998). Diet of the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from northern Queensland. *Marine and Freshwater Research* **49**, 757-761.
- Simpfendorfer, C. A. (2003). *Rhizoprionodon acutus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species..< <http://www.iucnredlist.org>>
- Simpfendorfer, C. A., Goodreid, A. B. & McAuley, R. B. (2001). Size, sex and geographic variation in the diet of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, from Western Australian waters. *Environmental Biology of Fishes* **61**, 37-46.
- Simpfendorfer, C. A., McAuley, R. B., Chidlow, J. & Unsworth, P. (2002). Validated age and growth of the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, from Western Australian waters. *Marine and Freshwater Research* **53**, 567-573.
- Simpfendorfer, C. A. & Milward, N. E. (1993). Utilisation of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes* **37**, 337-345.
- Simpfendorfer, C. A. & Unsworth, P. (1998). Reproductive biology of the whiskery shark, *Furgaleus macki*, off south-western. *Australia Marine and Freshwater Research* **49**, 687-693.
- Sims, D. W., Southall, E. J., Humphries, N. E., Hays, G. C., Bradshaw, C. J. A., Pitchford, J. W., James, A., Ahmed, M. Z., Brierley, A. S., Hindell, M. A., Morritt, D., Musyl, M. K., Righton, D., Shepard, E. L. C., Wearmouth, V. J., Wilson, R. P., Witt, M. J. & Metcalfe, J. D. (2008). Scaling laws of marine predator search behaviour. *Nature* **451**, 1098-1102.
- Smith, S. W., W., A. D. & Show, C. (1998). Intrinsic rebound potential of 26 species of Pacific sharks. *Marine Freshwater Research* **49**, 663-678.
- Smith, W., Bizzarro, J. J. & Cailliet, G. M. (2009). The artisanal elasmobranch fishery on the east coast of Baja California, Mexico: Characteristics and management considerations. *Ciencias Marinas* **35**, 209-236.

- Smith, W. D., Cailliet, G. M. & Melendez, E. M. (2007). Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. *Marine and Freshwater Research* **58**, 54-66.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1994). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological*. W. H. Freeman , Co., 3rd edition. 880 p.
- Springer, V. G. (1964). A revision of the Carcharhinid shark genera *Scoliodon*, *Loxodon*, *Rhizprionodon*. *Natural Museum* **115**, 559-632.
- Stehmann, M. F. W. (2002). Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Archive of Fishery And Marine Research* **50**, 23-48.
- Stevens, J. D. (1999). Variable resilience to fishing pressure in two sharks: the significance of different ecological and life history parameters,. In *J.A. Musick, ecology and conservation of long-lived marine animals* (lane, L. i. t. s., ed.), pp. 11-15. Bethesda, Maryland: Am. Fish. Soc.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. & Walker, P. A. (2000). The effects of fishing onsharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* **57**, 476-494.
- Stevens, J. D. & Mcloughlin, K. J. (1991). Distribution, size and sex composition, reproductive biology and diet of sharks from northern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **42**, 151-199.
- Stevens, J. D. & Mcloughlin, K. J. (1999). Management of shark fisheries in northern Australia. In: R. Shotton (ed.). *Case studies of the management of elasmobranch fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 378, Part I. FAO, Rome. 456 - 479.
- Stillwell, C. E. & Kohler, N. E. (1982). Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **39**, 407-414.
- Thiaw, M. (2010). Dynamique des ressources halieutiques à durée de vie courte : cas des stocks de poulpe et de crevettes exploités au Sénégal. In *l'UMR Ecologie et Santé des*

- Ecosystèmes, Pôle Halieutique Agrocampus Ouest, France et à l'Institut de Recherche pour le Développement IRD, Sénégal*, p. 228. France: Université Européenne de Bretagne.
- Torres, F. S. B. J. (1991). Tabular data on marine fishes from Southern Africa, Part I. Length-weight relationships. *Fishbyte* **9**, 50-53.
- Tudela, S., Kai, K. A., Maynou, F., El Andalossi, M. & Guglielmi, P. (2005). Driftnet fishing and biodiversity conservation: the case study of the large-scale Moroccan driftnet fleet operating in the Alboran Sea (SW Mediterranean). *Biological Conservation* **121**, 65-78.
- Valadou, B., Brêthes, J. C. & Inejih, C. A. O. (2006). Observations biologiques sur cinq espèces d'Élasmobranches du Parc national du Banc d'Arguin (Mauritanie). *Cybiu* **30**, 313-322.
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II.). *Human Biology* **10**, 181-213.
- Walker, P. A. & Heessen, H. J. L. (1996). Long-term changes in ray populations in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* **53**, 1085-1093.
- Walker, T. I. (1998). Can shark resources be harvested sustainably ? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine and Freshwater Research* **49**, 553-572.
- Walker, T. I. (2007). The state of research on chondrichthyan fishes. *Marine and Freshwater Research* **58**, 1-3.
- Walmsley-Hart, S. A., Sauer, W. H. H. & Buxton, C. D. (1999). The biology of the skates *Raja wallacei* and *R. pullopunctata* (Batoidea: Rajidae) on the Agulhas Bank. South Africa. *South African Journal of Marine Science* **21**, 165-179.
- Wetherbee, B. M. & Cortes, E. (2004). Food consumption and feeding habits. in: Biology of sharks and their relatives. (Musick, J. A., J.C. Carrier and M. Heithaus, eds. CRC Press, Boca Raton, FL, ed.), pp. 223-244.
- Wetherbee, B. M., Gruber, S. H. & Cortés, E. (1990). Diet, feeding habits, digestion, and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*, in Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics,

- and the Status of the Fisheries. In *NOAA Tech. Rep, NMFS , U.S* (H.L. Pratt, S. H. G. a. T. T., ed.), pp. 29-47. Seattle Department of Commerce.
- White, W. T., Platell, M. E. & Potter, C. (2004). Comparisons between the diets of four abundant species of elasmobranchs in a subtropical embayment: implications for resource partitioning. *Marine Biology* **144**, 439-448.
- Wintner, S. B., Cliff, G., Kistnasamy, N. & Everett, B. (2002). Age and growth estimates for the zambesi shark, *Carcharhinus leucas*, from the east coast of South Africa. *Marine Freshwater Research* **53**, 557-566.
- Wooster, W. S., Bakun, A. & McLain, D. R. (1976). The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *Journal of Marine Research* **34**, 131-141.
- Yokota, L. & Lessa, R. P. (2006). A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* **75**, 349-360.
- Zar, J. H., ed. (1996). *Biostatistical Analysis*. New Jersey.
- Zar, J. H., ed. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey.