

Report

Diagnostic de l'état d'exploitation des stocks de *Mugil cephalus* et de *Pomatomus saltatrix* à l'aide d'indicateurs basés sur les fréquences de taille sur la côte Nord du Sénégal

Ismaila NDOUR^{1,4,5*}, Hamet Diaw DIADHIOU¹, François LE LOC'H², Jean-Marc ECOUTIN³, Omar Thiom THIAW⁴ & Luis Tito de MORAIS⁵

¹ ISRA, Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye (CRODT), Pôle de recherche de Hann, BP 2241, Dakar, Sénégal

² IRD, UMR 212 EME (IRD/IFREMER/UM2), BP 171, 34203 Sète cedex, France

³ IRD, UMR 195 LEMAR (CNRS/UBO/IRD/IFREMER), BP 1386, Dakar, Sénégal

⁴ Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture (IUPA), BP 206, Dakar, Sénégal

⁵ IRD, UMR 195 LEMAR (CNRS/UBO/IRD/IFREMER), Institut universitaire européen de la mer, BP 70, 29280 Plouzané, France

*Correspondance: Tél.: (+221) 77-608-13-44; Télécopie: (+221) 33-832-82-62. Courriel: ndouiso@yahoo.fr (I. NDOUR)

Reçu le 24/09/2012; accepté le 12/01/2013; publié en ligne le 30/04/2013
Oceanraise © MS 49240912

Résumé

Le diagnostic de l'état des stocks de mullet jaune : *Mugil cephalus* et de tassergal : *Pomatomus saltatrix* sur la côte Nord du Sénégal est réalisé à partir de trois indicateurs biologiques : pourcentage de poissons matures, pourcentage de poissons à la taille optimale et pourcentage des super-reproducteurs, utilisant les fréquences de taille des espèces sur une série de données allant de 2004 à 2009. Les résultats obtenus indiquent une surexploitation des juvéniles (surexploitation de croissance) chez *M. cephalus* avec une baisse des proportions d'individus sexuellement matures et des super-reproducteurs de 2004 à 2009. *P. saltatrix* est pleinement exploité. *M. cephalus* et *P. saltatrix* sont capturés avant même d'atteindre la maturité sexuelle. Les indicateurs utilisés dans cet article pour étudier l'état de santé des stocks du mullet jaune et du tassergal ont permis de noter la pertinence de leur utilisation dans la gestion des pêcheries. En effet, ces indicateurs pourront contribuer à la préservation des stocks de mullet jaune et de tassergal, à travers la révision de la taille de première capture sur la base des valeurs de référence obtenues sur la taille à la première maturité sexuelle et sur la taille optimale en particulier.

Mots clefs: Fréquences de taille; indicateurs; stocks; diagnostic; état d'exploitation; Sénégal.

Abstract

Diagnosis of the status of yellow mullet: *Mugil cephalus* and bluefish: *Pomatomus saltatrix* stocks on the north coast of Senegal is made from three biological indicators: percentage of mature fish, fish percentage of the optimal size and percentage of mega-spawners, using the size frequency of species on a data set from 2004 to 2009. The results indicate overfishing of juveniles (growth overfishing) in *M. cephalus* with lower proportions of sexually mature individuals and mega-spawners from 2004 to 2009. *P. saltatrix* is fully exploited. *M. cephalus* and *P. saltatrix* are caught before reaching sexual maturity. The indicators used in this paper to study the health of yellow mullet and bluefish stocks have noted the relevance of their use in fisheries management. Indeed, these indicators may help preserve of yellow mullet and bluefish stocks, through revising size at first capture based on reference values obtained on the size at first sexual maturity and optimal size in particular.

Title: Diagnosis of exploitation state of *Mugil cephalus* and *Pomatomus saltatrix* stocks using size frequency-based indicators in north coast of Senegal.

Keywords: Size frequency; indicators; stocks; diagnosis; exploitation state; Senegal.

1. Introduction

La pêche joue un rôle socio-économique considérable au Sénégal, à l'image de la plupart des pays côtiers ouest africains (FAO, 2008). Elle constitue le premier secteur de l'économie du Sénégal en tant que principal pourvoyeur de devises étrangères correspondant à 30 % des recettes totales d'exportation, au niveau des emplois avec 15 % de la population totale active et une production de protéines animales satisfaisant 75 % des besoins en protéines d'origine animale de la population nationale (Kébé, 2008). Ces atouts économiques et sociaux résultent en grande partie de la dynamique du sous-secteur de la pêche artisanale (Ferraris & Samba, 1992 ; Fall *et al.*, 2006) qui est à l'origine de plus de 80 % de la production nationale (Kébé, 2008). Cela a pour conséquence une intensification de la pression de pêche exercée sur la ressource, compromettant ainsi la durabilité des stocks exploités et le fonctionnement de l'écosystème marin.

Des espèces pélagiques (Josse & Sévellec, 1984 ; Ngom Sow *et al.*, 2010) mais surtout démersales (Laurans *et al.*, 2003b ; Gascuel *et al.*, 2007) sont actuellement en pleine exploitation voire même surexploitées. Or, même si des études d'évaluation de stocks existent (Gascuel & Ménard, 1997 ; Barry *et al.*, 2003 ; Laurans *et al.*, 2003b ; Gascuel *et al.*, 2007 ; Thiaw *et al.*, 2009 ; Thiaw *et al.*, 2011), elles sont pour l'essentiel consacrées aux espèces démersales. Cependant, il faut noter que certaines espèces pélagiques et démersales côtières jusqu'ici délaissées dans les évaluations, font également l'objet d'une exploitation intense et nécessiteraient des évaluations en raison de leur importance socio-économique. C'est le cas du mullet jaune : *Mugil cephalus*, et du tassergal : *Pomatomus saltatrix* pour lesquels aucune évaluation spécifique, du moins pour la période récente, n'a pas été effectuée au Sénégal.

Ces espèces effectuent des migrations saisonnières le long des côtes sénégalaises-mauritaniennes sous l'influence de l'upwelling (Samba & Laloë, 1991). Il est reconnu que ces espèces ont une large distribution le long des côtes nord-ouest africaines (Champagnat *et al.*, 1983 ; Samba & Laloë, 1991). Cependant, la limitation de l'étude sur la Grande côte est justifiée par le fait que la zone couverte de Kayar à Saint-Louis constitue un site pilote pour mener un suivi des deux espèces, puisqu'elle couvre leur parcours migratoire. Elle constitue également une zone de transition entre les côtes sénégalaises et mauritaniennes à travers le site de Saint-Louis en particulier.

La côte nord ou Grande côte du Sénégal concentre une part importante des débarquements de la pêche artisanale sénégalaise. En 2008, les débarquements des espèces pélagiques étaient de l'ordre de 128 000 et 61 000 tonnes respectivement à Saint-Louis et à Kayar (Thiao *et al.*, 2009). Les débarquements de mullets, et de tassergal varient en fonction des ports de pêche au niveau de la Grande côte. Néanmoins, ces espèces restent importantes dans les débarquements de la région de Saint-Louis : environ 285 tonnes pour les mullets et 835 tonnes pour le tassergal en 2006 (Thiao *et al.*, 2009). Toutes ces conditions réunies font de la Grande côte du Sénégal une zone appropriée pour évaluer l'état d'exploitation de *M. cephalus* et de *P. saltatrix*. Le diagnostic est fait à l'aide de trois indicateurs simples basés sur les fréquences de taille spécifiques : (i) le pourcentage de poissons matures dans les captures, (ii) le pourcentage de poissons ayant atteint la taille optimale et (iii) le pourcentage des super-reproducteurs (Froese, 2004).

Les résultats issus de l'analyse de l'évolution des différents indicateurs, estimés à partir des captures des trois espèces de poissons, sont discutés en référence à d'autres études menées à l'échelle régionale et mondiale sur différentes périodes.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Données d'enquêtes de débarquement

Les données utilisées proviennent de la base de données du Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye (CRODT). Le système de collecte est basé sur des enquêtes routinières au débarquement de la pêche artisanale au niveau de la Grande côte du Sénégal, Kayar et Saint-Louis, de 2004 à 2009 (Fig. 1). Il s'agit de données de taille à la longueur totale en cm de deux espèces de poissons : *M. cephalus* et *P. saltatrix*. Les données de tailles des espèces ciblées sont collectées chaque jour par des enquêteurs basés au niveau de ces deux points de débarquements. A chaque fois que les débarquements le permettent, 30 individus au maximum sont mesurés par jour pour chaque espèce de façon aléatoire (Table 1). Les espèces étudiées ont été échantillonnées à partir de 8 catégories d'engins de pêche : lignes, palangres, filets dormants, filets dérivants, filets trémails, sennes tournantes, sennes de plage, éperviers. Cette méthode d'échantillonnage, permet d'avoir des échantillons représentatifs des différentes catégories de taille et donc de réduire d'éventuels biais sur l'analyse des résultats. Afin de réduire d'avantage de probables biais, une méthode d'extrapolation des fréquences de taille a été adoptée (*cf.* § 2.3).

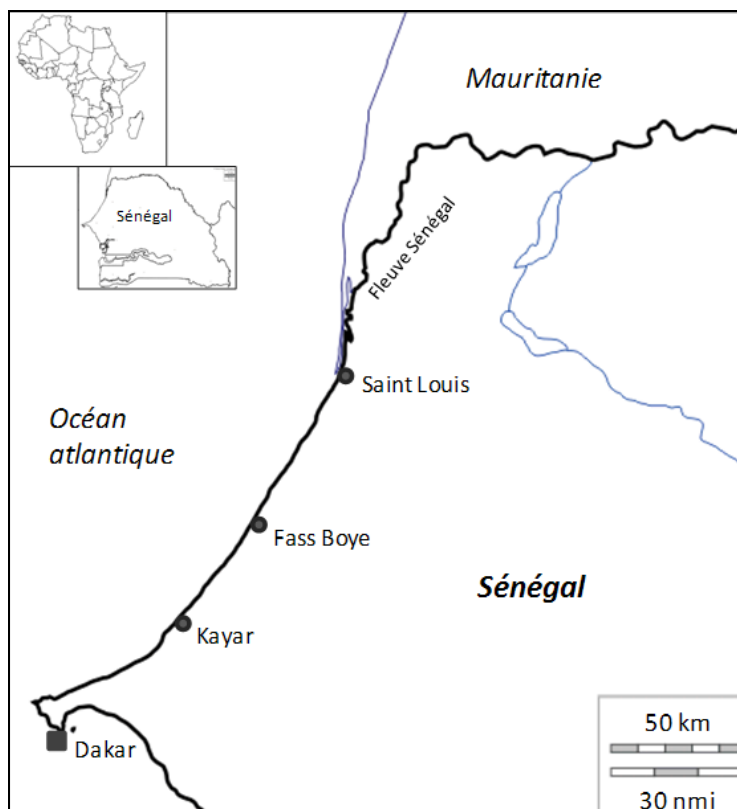


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude (centres de débarquement) le long du littoral de la Grande Côte du Sénégal.

2.2. Données d'échantillonnage biologique

Des échantillonnages biologiques ponctuels ont été effectués sur les débarquements de la pêche artisanale en juillet, septembre et décembre 2010 et en juin et août 2011 au niveau de trois points de débarquements sur la Grande côte : Kayar, Fass Boye et Saint-Louis (Fig. 1). Le site de Fass Boye a été l'échantillonné en plus des sites de Kayar et de Saint-Louis dans le but d'avoir une meilleure couverture de la zone d'étude. Le choix de ces mois s'explique par le fait qu'ils couvrent les périodes de reproduction des espèces ciblées (Champagnat *et al.*, 1983 ; Bernardon & Vall, 2004). A chaque fois que l'une des espèces a été débarquée, au maximum 100 individus par espèce ont été mesurés (Lf), pesés (g) puis sexés et le stade de maturité sexuelle déterminé (Table 1).

Les données biologiques collectées (Table 1) ont permis de déterminer la taille de première maturité sexuelle de *M. cephalus*, parce que les données sur les stades de maturité sexuelle sont suffisantes et plus pratiques que les données d'enquêtes dans la détermination de la taille de première maturité sexuelle.

Par contre, en raison de la faible taille des échantillons de *P. saltatrix*, liée au fait que l'abondance de cette espèce au niveau de la zone d'étude est soumise à de très fortes fluctuations inter-saisonnières et interannuelles irrégulières, nous avons fait recours aux données d'enquêtes plus complètes que les données d'échantillonnage biologique pour déterminer la taille de première maturité sexuelle. Pour cette espèce, la taille de première maturité sexuelle a été estimée à partir des équations de Froese & Binholan (2000) :

$$\text{Log}(L_{\infty}) = 0,044 + 0,9841 * \text{log}(L_{\text{max}}) \quad (1)$$

$$\text{Log}(L_{50}) = 0,8979 * \text{log}(L_{\infty}) - 0,0782 \quad (2)$$

Où, L_{∞} = taille asymptotique ; L_{max} =taille maximale observée ; L_{50} = taille à laquelle 50 % des individus de la population sont matures pendant la période de reproduction.

Les données biologiques ont l'avantage de renseigner sur les stades de maturité sexuelle. A l'inverse, les données d'enquête ont l'avantage de fournir des séries de données plus complètes sur les tailles, d'où l'intérêt de combiner les deux types de données.

Table 1. Nombre d'individus, tailles minimales et maximales échantillonnées par espèce au niveau de deux principaux points de débarquement (Kayar et Saint-Louis) sur la Grande côte du Sénégal pour les années 2004 à 2009 (enquêtes de pêche) et 2010-2011 (échantillonnage biologique ponctuel [Kayar, Fass Boye et Saint-Louis]). Observations non renseignées du tableau = Données manquantes.

Données	Espèces	Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total	
Enquêtes des captures	<i>Mugil cephalus</i>	2004				5	8	8					13		34	
		2005					6		32				44		82	
		2006		2							1			9	10	22
		2007	4	1277	355	431	330	114	96	31	105	257	453	385	3838	
		2008		8	48	18	5	21		8	39	35	98	104	384	
		2009	221	279	102	22	49			87	103	159	322	584	807	2735
		Total	225	1566	505	476	398	143	215	143	303	614	1201	1306	7095	
	<i>Pomatomus saltatrix</i>	2004	4		2	36	75	15				1	1	1	2	137
		2005	13			32		1							2	48
		2006	2	3	2	8	82	296						5	1	399
		2007	1	46	10	108	164	800	90	1	6			8	11	1245
		2008		4	11	30	162	132						16	12	367
2009		10	110	45	17	45	210	89	9	10	2	14	14	575		
	Total	30	163	70	231	528	1454	179	10	17	3	44	42	2771		
Échantillonnage Biologique	<i>Mugil cephalus</i>	2010							31		22			164	215	
		2011						33		49					82	
	<i>Pomatomus saltatrix</i>	2011						39								
		Total						72	31	49	22			164	297	

Des courbes de fréquences de taille ont été tracées à partir des données de taille provenant des enquêtes de débarquement. Des classes de tailles de 1 cm ont été établies. Les données biologiques ont été utilisées pour déterminer la taille de première maturité sexuelle, indispensable pour la détermination des trois indicateurs retenus à partir des données de fréquences de taille. La L_{50} a été déterminée en modélisant par une fonction logistique le pourcentage d'individus matures par intervalle de taille de 1 cm. Cette méthode consiste à tracer la courbe d'évolution des pourcentages cumulés des individus sexuellement matures en fonction de leur taille. A partir de l'ordonnée correspondant à 50 %, une droite horizontale est tracée. La verticale passant par la jonction de la droite horizontale et de la courbe coupe l'axe des abscisses à la taille correspondant à la L_{50} . La fonction logistique est exprimée selon l'équation :

$$\%M = 1 / (1 + \exp. * (-a (Cl - L_{50}))) \quad (3)$$

Où ' $\%M$ ' = pourcentage d'individus sexuellement matures par classe de taille, ' a ' = constante qui dépend de l'augmentation des proportions d'individus matures, ' Cl ' = valeur centrale de chaque classe de taille, et ' L_{50} ' = longueur correspondant à 50 % d'individus matures dans la population.

2.3. Extrapolation des fréquences de taille

Étant donné que la structure de taille des poissons débarqués en pêche artisanale varie en fonction des engins de pêche utilisés, l'extrapolation des fréquences de taille est d'abord faite pour chaque classe de taille dans chaque type d'engins de pêche, puis les fréquences des différents types d'engins de pêche sont agrégées pour obtenir les fréquences totales de la pêche artisanale dans la zone d'étude. Le principe d'extrapolation des fréquences de taille échantillonnées à la capture totale est le suivant :

- le poids moyen d'un individu est calculé par la relation taille/poids (Annexe I) pour chaque classe de taille.
- le poids total d'une classe est obtenu en multipliant le poids moyen d'un individu par l'effectif de la classe et la somme des poids des classes donne le poids total de l'échantillon.

2.4. Estimation des indicateurs biologiques

La méthode d'analyse des indicateurs, proposée par Froese (2004), a été choisie pour l'estimation des indicateurs biologiques. Il s'agit de trois indicateurs simples et faciles à estimer : pourcentage de poissons sexuellement matures dans les captures, pourcentage de poissons ayant atteint la taille optimale et pourcentage des super-reproducteurs.

2.4.1. Pourcentage de poissons sexuellement matures

Les poissons matures sont définis comme étant ceux qui ont atteint le stade 3 de l'échelle de maturité sexuelle correspondant à la vitellogenèse (Albaret & Legendre, 1985). Cet indicateur peut être traduit par l'expression «Laissez les se reproduire!» (Froese, 2004). Il est considéré comme le pourcentage de poissons matures dans les captures, avec 100 % comme point de référence cible. Le but serait de laisser tous les poissons se reproduire au moins une fois avant qu'ils ne soient capturés afin de préserver le stock. La taille à laquelle 90-100 % des individus d'une espèce donnée arrivent à maturité ($L_{90-100\%}$) peut être déterminée à partir de la taille de première maturité sexuelle (L_{50}). Elle est calculée comme suit :

$$L_{90-100\%} = L_{50} * 1,14 \quad (4)$$

Où '1,14' est la valeur standard du rapport $L_{50} / L_{90-100\%}$ (INCOFISH-WP 7, 2006).

2.4.2. Pourcentage de poissons à la taille optimale (L_{opt})

La taille optimale est la longueur à laquelle le nombre minimal de poissons doit être capturés en vue d'obtenir le plus grand rendement possible (Froese, 2004 ; Ngom Sow *et al.*, 2011). Cet indicateur peut être traduit par l'expression «Laissez les croître!». Il est considéré comme le pourcentage de poissons à la taille optimale dans les captures, avec 100 % comme point de référence cible (Froese, 2004). L'objectif serait de capturer les poissons mesurant ± 10 % de la L_{opt} . La taille optimale est généralement plus grande que la taille à la première maturité sexuelle. Elle peut être obtenue à partir des paramètres de croissance et de la mortalité naturelle (Froese & Binohlan, 2000) suivant la formule :

$$L_{opt} = L_{\infty} * (3 / (3 + M / K)) \quad (5)$$

Où ' M ' = mortalité naturelle, ' L_{∞} ' = taille asymptotique du poisson et ' K ' = coefficient de croissance selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy (1938).

Pour une bonne gestion de la ressource, il est recommandé que les tailles des poissons capturés soient comprises dans la classe de taille $[L_{opt} - L_{opt} * 0,1 \text{ à } L_{opt} + L_{opt} * 0,1]$ (Froese, 2004).

2.4.3. Pourcentage des super-reproducteurs (SR)

Les super-reproducteurs sont définis comme des poissons qui ont atteint une longueur de plus de 10 % de la taille optimale. Les super-reproducteurs jouent un rôle capital dans la survie à long-terme d'une population. Ils sont beaucoup plus féconds, car le nombre d'œufs augmente de façon exponentielle avec la longueur chez la plupart des espèces (Legendre & Ecoutin, 1985). Leurs œufs ont tendance à être de plus grande taille, donnant ainsi une plus grande chance de survie pour les larves (Solemdal, 1997 ; Trippel, 1998). Cet indicateur peut être traduit par l'expression « Laissez les super-reproducteurs vivre ! » (Froese, 2004). Il s'agit du pourcentage de poissons âgés dans les captures dont la taille est plus grande que la taille optimale d'au moins 10 % (Froese, 2004). Pour cet indicateur, le point de référence cible dépend du type de gestion souhaité : (i) si l'objectif est de mettre en œuvre une stratégie de pêche qui empêche la capture de super-reproducteurs, alors 0 % est la meilleure valeur ; (ii) si par contre, cet indicateur est utilisé pour renseigner sur l'état d'exploitation du stock à travers les captures, alors 30 à 40 % de super-reproducteurs dans les captures indiquent un stock sain, tandis qu'un pourcentage de moins de 20 % signifie que le stock est menacé (Froese, 2004).

La taille de première maturité sexuelle (L_{50}), la taille asymptotique (L_{∞}), le facteur de croissance (K) et la mortalité naturelle (M) sont utilisés pour le calcul des indicateurs retenus pour chaque espèce (Table 2). Les valeurs de K et de M, considérées dans cette étude, proviennent de Fishbase (Froese & Pauly, 2012a, 20012b).

Table 2. Tailles (en centimètre) de première maturité sexuelle (L_{50}), tailles optimales $\pm 10\%$ (L_{opt}), tailles maximales (L_{max}), tailles asymptotiques (L_{∞}), coefficients de croissance (K), mortalité naturelle (M) des deux espèces étudiées de 2004-2009 pour *Pomatomus saltatrix* et 2010-2011 pour *Mugil cephalus*. Les valeurs de K et M proviennent de Fishbase (Froese & Pauly 2012a, 2012b) Fishbase. *Valeurs calculées à partir des équations empiriques de Froese & Binohlan (2000).

	L_{50}	$L_{opt \text{ min}}$	L_{opt}	$L_{opt \text{ max}}$	L_{max}	L_{∞}	K	M
<i>Mugil cephalus</i>	40	51	56	62	88	90,7	0,34	0,57
<i>Pomatomus saltatrix</i>	53*	58	64	71	99	101,8*	0,19	0,33

3. Résultats

3.1. Paramètres déterminées

La taille maximale observée et la L_{∞} estimée chez *M. cephalus* sont respectivement de 88 cm et 90,7 cm. La L_{50} et la taille optimale déterminées sont respectivement de 40 cm et 56 ± 10 cm. La taille moyenne des individus débarqués est de 34,5 cm ; la taille à la première capture (longueur à laquelle 50 % des poissons de cette taille sont vulnérables à la capture) est de 33 cm et les modes dans les captures sont de 3 et 26 cm. Les valeurs de K et de M sont respectivement 0,34 et 0,57 (Froese & Pauly, 2012a).

Pour *P. saltatrix*, La taille maximale observée et la L_{∞} estimée sont respectivement de 99 cm et 101,8 cm. La L_{50} et la taille optimale déterminées sont respectivement de 53 cm et 64 ± 10 cm. La taille moyenne des individus débarqués est de 47,1 cm et la taille à la première capture est de 34 cm. Les tailles modales dans les captures sont de 5 et 47 cm. Les valeurs de coefficient de croissance et de la mortalité naturelle sont respectivement 0,19 et 0,33 (Froese & Pauly, 2012b).

3.2. État d'exploitation de *Mugil cephalus*

3.2.1. Fréquences de taille des individus débarqués

L'analyse de l'évolution des pourcentages des captures de 2004 à 2009 montrent que l'essentiel des captures de *M. cephalus* est constitué de poissons immatures (Fig. 2). Il apparaît que 67 % des captures de l'espèce sont composés de juvéniles, que les 33 % restants sont constitués de 36 % d'individus matures n'ayant pas atteint la taille optimale ainsi que de 61 % d'individus avec une taille optimale ± 10 % et enfin seulement 3 % de super-reproducteurs.

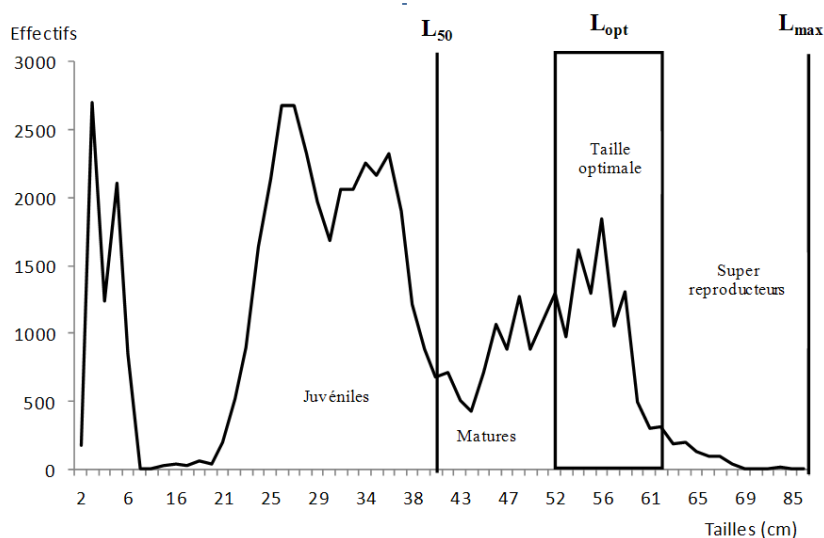


Figure 2. Fréquences de taille de *Mugil cephalus* débarqué de 2004 à 2009 sur la Grande côte du Sénégal. L_{50} = taille à la première maturité sexuelle ; L_{opt} = gamme de taille où le rendement maximal peut être obtenu et L_{max} = la taille maximale atteinte durant cette période ; n : effectif extrapolé à la capture totale ; $n=58359$.

3.2.2. Évolution interannuelle des indicateurs

L'évolution interannuelle de la proportion des poissons sexuellement matures dans les captures est caractérisée par deux phases : une première phase d'augmentation du pourcentage de 12 % en 2004 à 32 % en 2006 et une deuxième phase de diminution du pourcentage, de 32 % en 2006 à 13 % en 2009. La proportion des individus ayant atteint la taille optimale, augmente jusqu'en 2008 pour atteindre 29 %. À l'inverse, le pourcentage des super-reproducteurs subit une baisse ; les pourcentages les plus élevés pour cette catégorie ont été observés à 3 % en 2004 et 2 % en 2007, les plus faibles 0,3 % en 2008 et 0,5 % en 2009 (Fig. 3).

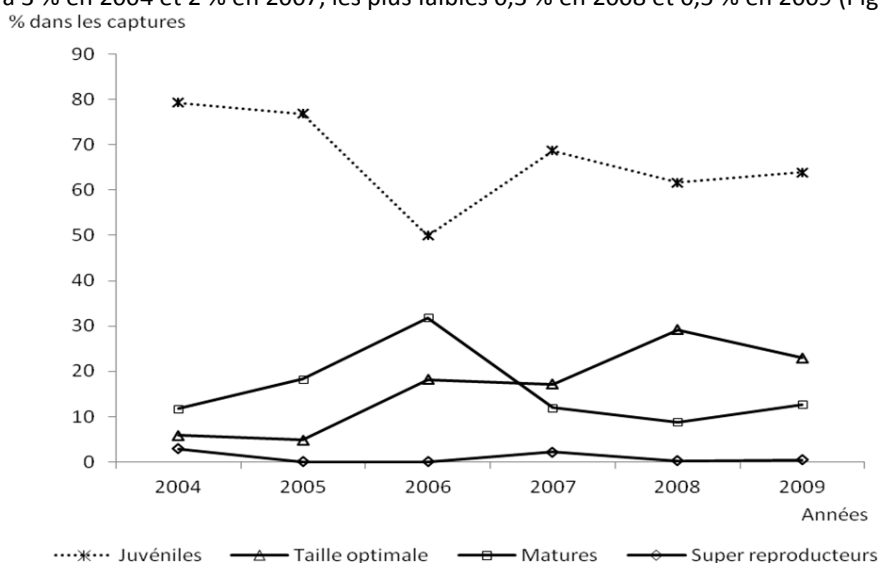


Figure 3. Pourcentages annuels de juvéniles, d'individus matures, d'individus à la taille optimale et de super-reproducteurs de *Mugil cephalus* dans les captures de pêche commerciale de 2004 à 2009 sur la Grande côte du Sénégal.

3.3. État d'exploitation de *Pomatomus saltatrix*

3.3.1. Fréquences de taille des individus débarqués

Les résultats montrent que 60,4 % des captures totales de *P. saltatrix* sont constituées de juvéniles (Fig. 4) et que les individus matures représentent 39,6 %. Parmi ces individus matures, 36,2 % ont atteint la taille optimale ± 10 %, 25,3 % sont en dessous de la taille optimale et 38,6 % représentent les super-reproducteurs (Fig. 4).

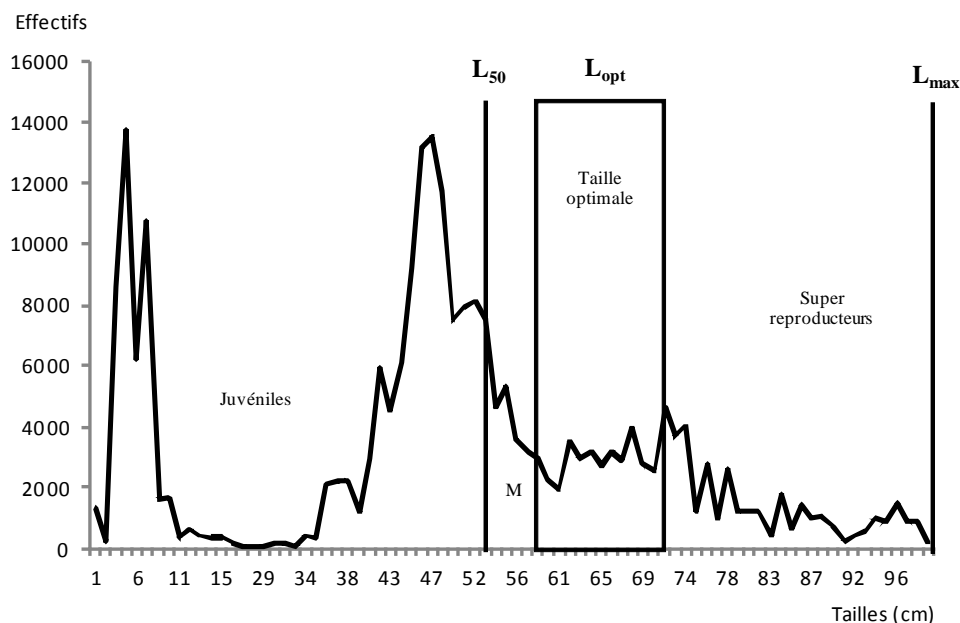


Figure 4. Fréquences de taille de *Pomatomus saltatrix* débarqué de 2004 à 2009 sur la Grande côte du Sénégal. L_{50} = taille à la première maturité sexuelle ; L_{opt} = gamme de taille où le rendement maximal peut être obtenu ; L_{max} = taille maximale atteinte durant cette période et M =matures ; n : effectif extrapolé à la capture totale ; $n=24228$.

3.3.2. Évolution annuelle des indicateurs

Les pourcentages des individus ayant au moins atteint la maturité sexuelle chez *P. saltatrix* augmente de 5,8 % en 2004 à 30,7 % en 2007 (Fig. 5). A partir de 2007, leur pourcentage décline et se situe à 7,3 % en 2009. La taille optimale, 2,2 % en 2004 augmente jusqu'à 32,3 % en 2006, elle diminue ensuite pour arriver à 14,6 % en 2009. Les pourcentages des super-reproducteurs sont nuls en 2004 et 2005. De 2006 à 2009, les variations sont très irrégulières ; 22,8 % en 2006, 6,3 % en 2007 et 29,6 % en 2009 (Fig. 5).

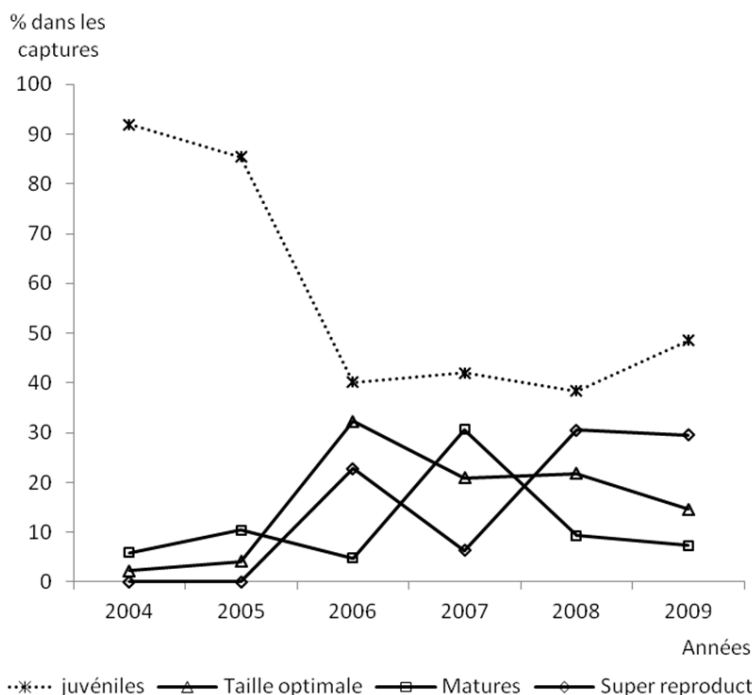


Figure 5. Pourcentages annuels de juvéniles, d'individus matures, d'individus à la taille optimale et de super-reproducteurs de *Pomatomus saltatrix* dans les captures de pêche commerciale de 2004 à 2009 sur la Grande côte du Sénégal.

4. Discussions

4.1. Paramètres d'estimation des indicateurs

La L_{50} de 40 cm longueur à la fourche (Lf), déterminée chez *M. cephalus* est similaire à celle obtenue en méditerranée par Brusle, (1981) sur des individus femelles : 36-41 cm longueur totale (Lt). Elle est également proche de celle déterminée en mer de Marmara : 40-41 cm Lt par Erman (1959). La L_{50} de 53 cm Lt, déterminée chez *P. saltatrix* est proche de celle déterminée par Robillard et al., (2008) sur la côte Est des USA (48 cm Lt). Par contre, elle est supérieure à la L_{50} de 43 cm Lt, obtenue sur les côtes sénégal-mauritaniennes par Champagnat et al. (1983) pendant la période de ponte principale de l'espèce, cette différence pourrait s'expliquer par la différence des méthodes de détermination de ce paramètre. La L_{∞} de 90,7 cm, obtenue chez *M. cephalus* est comparable à la taille asymptotique 90,0 cm, déterminée en 1990 par Rathacharen et al. (2000) chez l'espèce dans les zones côtières de l'île Maurice. Quant à la L_{∞} de *P. saltatrix*, qui est de 101,8 cm Lt, elle est similaire aux L_{∞} 104,4 cm Lt et 101,9 cm Lt déterminées respectivement sur la côte nord-ouest africaine par Champagnat et al. (1983) et sur l'océan atlantique par Barger (1990).

4.2. État d'exploitation des espèces

A l'échelle interannuelle, les diminutions notées globalement sur les pourcentages des indicateurs de 2004 à 2009 sont liées à l'augmentation des captures d'individus immatures et donc n'ayant pas atteint la taille optimale. La moyenne des captures aussi bien pour *M. cephalus* : 34,5 cm que pour *P. saltatrix* : 47,1 cm confirme cette hypothèse, puisque qu'elle est en dessous de la taille optimale, respectivement 56 ± 10 cm et 64 ± 10 cm qui reflète une exploitation durable des stocks. En effet, en raison des faibles rendements obtenus, les pêcheurs développent des méthodes et des techniques de pêche plus pointues (réduction des mailles des engins de pêche, combinaison d'engins de pêche etc.) qui laissent peu de chance aux juvéniles.

Pour *M. cephalus*, les captures sont constituées essentiellement d'individus immatures. La diminution des proportions d'individus matures, des super-reproducteurs et des individus à la taille optimale conduit à une diminution des rendements et des revenus (Froese, 2004) et cela malgré l'augmentation des débarquements des juvéniles. En effet, la longueur à la première capture qui est de 34 cm est inférieure à la taille de première maturité sexuelle qui est 40 cm. Cela révèle une surexploitation des juvéniles de l'espèce, puisque dans le cas d'une exploitation soutenable des stocks, la taille à la première capture doit être au-delà de la taille de première maturité sexuelle et la taille moyenne des captures doit être voisine de la taille optimale. Ainsi, afin d'augmenter les rendements et les revenus mais également de préserver le stock, seuls les poissons ayant une taille $\pm 10\%$ de la L_{opt} doivent être capturés (Froese, 2004 ; Ngom Sow et al., 2011).

La faible proportion de super-reproducteurs dans les captures, à peine 5 %, indique que le stock est menacé, puisqu'elle se situe en deçà du seuil de 20 %, indicatif d'un stock menacé. Ce faible taux de présence des super-reproducteurs dans les captures est inquiétant car les super-reproducteurs jouent un rôle capital dans la population. En effet, les grands individus, en particulier femelles, ont l'avantage d'être plus féconds parce que le nombre d'œufs augmente exponentiellement avec la taille chez la plupart des espèces de poissons (Legendre & Ecoutin, 1989). Avec des femelles de grande taille, les œufs tendent à être de plus grande taille et de meilleure qualité, donnant ainsi une plus grande chance de survie aux larves (Solemdal, 1997 ; Trippel, 1998).

Pour le tassergal *P. saltatrix*, les résultats indiquent une exploitation modérée du stock, du moins jusqu'en 2008. A partir de 2008, les faibles pourcentages d'individus à la taille optimale et d'individus sexuellement matures qui ont commencé à diminuer respectivement en 2006 et 2007, reflètent le début d'une surexploitation de l'espèce. Ce constat est confirmé par la taille à la première capture : 34 cm, qui est largement inférieure à la taille de première maturité sexuelle, qui est de 53 cm, indicative d'un état d'exploitation soutenable du stock, ainsi que par la prédominance des juvéniles dans les captures : 60,4 % de juvéniles contre 39,6 % d'individus matures. Cette situation nécessite la prise de mesures de gestion urgentes de la pêche. En effet, il est important de laisser les juvéniles grandir jusqu'à leur taille optimale et d'épargner les super-reproducteurs de capture. Cela permettrait d'augmenter les rendements et les revenus des pêcheurs tout en laissant le stock sain.

Les résultats obtenus indiquent une surexploitation des juvéniles de *M. cephalus* et un début de surexploitation de *P. saltatrix*. Ces résultats sont en accord avec ceux de diagnostics antérieurs faits par des auteurs évaluant des stocks pélagiques par la méthode acoustique (Marchal & Boëly, 1977 ; Josse & Sévellec, 1984). Les résultats d'évaluation des stocks démersaux par approche globale (Gascuel & Ménard, 1997 ; Laurans et al., 2003a) et par approche structurale (Barry et al., 2003 ; Laurans et al., 2003b) concordent également avec nos résultats. Ceci confirme la pertinence des trois indicateurs simples dans le diagnostic de l'état biologique des deux espèces à partir des captures.

4.3. Mesures de gestion des stocks

Sur la base des résultats obtenus qui indiquent un état de surexploitation des juvéniles surtout du mullet jaune et également du tassergal, les recommandations suivantes sont proposées pour une bonne gestion des stocks des deux espèces : (1) une réactualisation des tailles minimales de capture qui doit être de 46,5 cm Lt pour *M. cephalus* et de 60,4 cm Lt pour *P. saltatrix* étant donné que la réglementation adoptée à cet effet, dans le code de la pêche actuel au Sénégal, ne règle pas encore le problème lié à l'exploitation irrationnelle des stocks ; (2) une application de la maille minimale autorisée pour les engins de pêche, qui est de 50 mm pour la senne de plage et le filet maillant dérivant de surface et de 40 mm pour l'épervier, afin d'éviter les captures des juvéniles qui compromettent la capacité de renouvellement des stocks ; (3) une préservation des super-reproducteurs, en évitant les captures excessives des individus de taille ≥ 62 cm Lt pour *M. cephalus* et de taille ≥ 71 cm Lt pour *P. saltatrix*, pour assurer la reconstitution et la pérennisation des stocks (Table 3).

Table 3. Synthèse des résultats de l'état d'exploitation des stocks de mullet jaune (*Mugil cephalus*) et de tassergal (*Pomatomus saltatrix*) et recommandations.

Espèces	État d'exploitation des stocks	Recommandations en matière d'aménagement des stocks
<i>Mugil cephalus</i> (Mulet jaune)	Surexploitation des juvéniles Faible taux de capture des poissons ayant la taille optimale économique	<ul style="list-style-type: none"> ○ Augmenter la maille des engins qui cible l'espèce. ○ Ne capturer que des individus de taille $\geq L_{90-100} = 46,5$ cm. ○ Encourager la capture d'individus de taille pour lesquels le rendement économique maximum peut être obtenu ($L_{opt} : 51,0 - 62,0$ cm). ○ Épargner les grands reproducteurs en limitant les captures des individus de taille $\geq 62,0$ cm.
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Tassergal)	Menace de surexploitation des juvéniles	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nécessité de réaliser un suivi biologique de l'espèce. ○ Exiger la prédominance dans les captures des individus de taille optimale économique ($L_{opt} = 58 - 71$ cm). ○ Épargner les grands reproducteurs en ne capturant pas de manière excessive les individus de taille ≥ 71 cm). ○ Exclure les juvéniles des captures en augmentant la taille de première capture : $L \geq L_{90-100} = 60,4$ cm.

L'étude a montré, dans la limite de son plan d'échantillonnage, la capacité des indicateurs utilisés à évaluer le statut des stocks étudiés. Ces indicateurs simples ont permis de faire un diagnostic sur l'état des stocks de *M. cephalus* et de *P. saltatrix*. Les tendances notées sur l'état biologique des stocks du mullet jaune et du tassergal, sont pessimistes puisque les espèces sont globalement exploitées avant leur maturité sexuelle. A cet effet, la prise de mesures efficaces et durables de gestion de ces stocks est indispensable en vue de préserver la ressource. Ainsi, l'application des indicateurs étudiés dans la gestion des pêcheries va contribuer à la préservation des stocks du mullet jaune et du tassergal. En effet, les tailles de première maturité sexuelle et les tailles optimales économiques obtenues peuvent servir de points de références pour la révision de la taille de première capture des deux espèces.

Remerciements

Nos remerciements sont adressés à l'ISRA/CRODT pour nous avoir fourni les données, à l'IRD/UMR 195 LEMAR de Bretagne et de Dakar pour l'accueil et l'appui aux traitements des données, au projet PARTAGE de l'IUCN Mauritanie, à la Commission Intergouvernementale Océanographique de l'UNESCO (IOC/UNESCO) et au Programme U3E de la Coopération Française pour leur appui financier. Enfin, aux Docteurs Modou Thiaw, Djiga Thiao, Massal Fall (ISRA/CRODT, Dakar) et Justin Kantoussan (Université Gaston Berger, Saint-Louis) pour avoir lu et corrigé ce travail et aux techniciens Mor Sylla et Madiémé Faye (ISRA/CRODT, Dakar).

Références

ALBARET, J.-J., & LEGENDRE, M., 1985. Biologie et écologie des Mugilidae en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) intérêt potentiel pour l'aquaculture lagunaire. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 18(4), 281-303.

BARGER, L.-E., 1990. Age and growth of bluefish *Pomatomus saltatrix* from the northern Gulf of Mexico and US South Atlantic coast. *Fishery Bulletin US*, 88, 805-809.

BARRY, M., THIAO, D., & GASCUEL, D., 2003. Analyse de l'état du stock de Pageot (*Pagellus bellottii*) au Sénégal par l'approche structurale. In GASCUEL, D., BARRY, M.-D., LAURANS, M., & SIDIBE A. (Eds.). *Évaluation des*

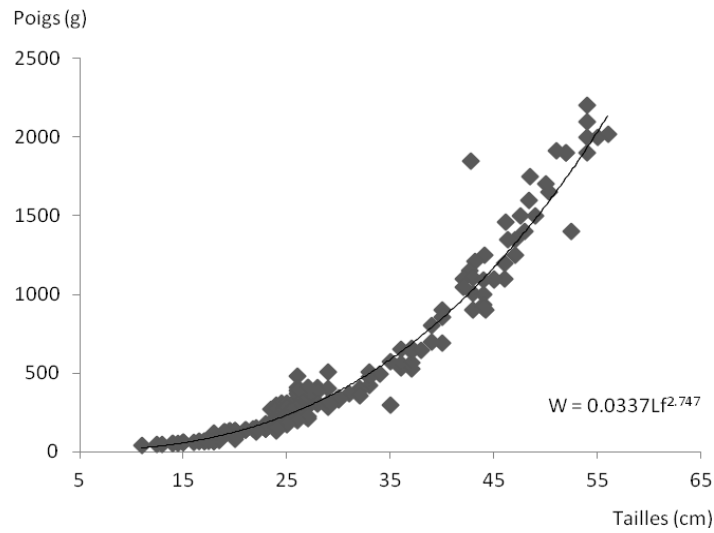
- stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest. Rome (Italy): FAO, 2003. COPACE/PACE Series 03/65. pp. 43-54.
- BERNARDON, M., & VALL, M.-O.-M., 2004. Le mullet en Mauritanie: biologie, écologie, pêche et aménagement. Fondation Internationale du Banc d'Arguin-Programme Régionale Conservation de la zone côtière et Marine en Afrique de l'Ouest-Union Internationale pour la Conservation de la Nature, Nouakchott, 54p.
- BRUSLE, J., 1981. Sexuality and biology of reproduction in grey mullets. In OREN O.H. (Eds.). *Aquaculture of grey mullet*. pp. 99-154.
- CHAMPAGNAT, C., CAVERIVIERE, A., CONAND, C., CURY, P., DURAND, J.-R., FONTANA, A., FREON, P., & SAMBA, A., 1983. Pêche, biologie et dynamique du tassergal (*Pomatomus saltator*, Linnaeus, 1766) sur les côtes sénégal-mauritaniennes. *Travaux et Documents*. Editions ORSTOM, Paris, France, 168, 279p.
- ERMAN, F., 1959. Observations on the biology of the common grey mullet *Mugil cephalus* L. *Proceedings General Fisheries Council for the Mediterranean*, 5, 157-169.
- FAO, 2008. Vue générale du secteur des pêches national - République du Sénégal. Rapport des profils de pêches et de l'Aquaculture par Pays. ftp://ftp.fao.org/Fi/DOCUMENT/fcp/fr/FI_CP_SN.pdf; FID/CP/SEN, 27p.
- FALL, M., SAMBA, A., & LALOE, F., 2006. Fishing tactics and strategies in coastal demersal trawling fisheries in Senegal. *Aquatic Living Resources*, 19, 307-316.
- FERRARIS, J., & SAMBA, A., 1992. Variabilité de la pêche artisanale et statistique exploratoire. In LALOE, F (Eds.). Statistique impliquée. Vème séminaire informatique de l'ORSTOM, 2-4 septembre 1991, Montpellier. Editions ORSTOM, Paris, France, pp. 169-189.
- FROESE, R., 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and fisheries*, 5, 86-91.
- FROESE, R., & BINOHLAN, C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56, 758-773.
- FROESE, R., & PAULY, D., 2012. Consulté le 02/03/2012a. *FishBase*, WorldWideWeb Electronic Publication. http://www.fishbase.org/PopDyn/KeyfactsSummary_1.php?ID=785&GenusName=Mugil&SpeciesName=cephalus&vStockCode=801&fc=359, Suède.
- FROESE, R., & PAULY, D., 2012b. Consulté le 02/03/2012. *FishBase*, WorldWideWeb Electronic Publication. http://www.fishbase.org/PopDyn/KeyfactsSummary_1.php?ID=364&GenusName=Pomatomus&SpeciesName=saltatrix&vStockCode=378&fc=311, Suède.
- GASCUEL, D., & MENARD, F., 1997. Assessment of a multispecies fishery in Senegal, using production models and diversity indices. *Aquatic Living Resources*, 10, 281-288.
- GASCUEL, G., LABROSSE, P., MEISSA, B., TALEB SIDI, M.-O., & GUENETTE, S., 2007. Decline of demersal resources in North-West Africa: an analysis of Mauritanian trawl-survey data over the past 25 years. *African Journal of Marine Science*, 29(3), 331-345.
- INCOFISH-WP 7. 2006, Consulté le 07/03/2012, *INCOFISH*. <http://www.incofish.org/Workpackages/WP7/Downloads/MaturityToolInfo.pdf>, Allemagne.
- JOSSE, E., & SEVELLEC, J., 1984. Évaluation acoustique de ressources en poissons pélagiques et semi-pélagiques de la région du plateau et du talus continental de la ZEE mauritanienne. *Bulletin du Centre National de Recherches Océanographique et des Pêches, Nouadhibou, Mauritanie*, 12(1), 67-106.
- KEBE, M., 2008. Le secteur des pêches au Sénégal : Tendances, enjeux et orientations politiques. Programme KURUKAN FUGAN (Union Européenne/Gouvernement du Sénégal/EndaGraf/GRET), http://www.forumkf.net/IMG/pdf/Rapport_peche_FKF_Version_finale-2.pdf, 26p.
- LAURANS, M., GASCUEL, D., & BARRY, M., 2003a. Diagnostics de cinq stocks sénégalais par approche globale (*Galeoides decadactylus*, *Pagellus bellottii*, *Pseudupeneus prayensis*, *Sparus caeruleostictus* et *Epinephelus aeneus*). In GASCUEL, D., BARRY, M.-D., LAURANS, M., & SIDIBE, A. (Eds.). Évaluation des stocks démersaux en Afrique du nord-ouest. pp. 71-78.
- LAURANS, M., GASCUEL, D., & BARRY, M., 2003b. Revue des connaissances sur la biologie du thiof (*Epinephelus aeneus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal. In GASCUEL, D., BARRY, M.-D., LAURANS, M., & SIDIBE, A. (Eds.). Évaluation des stocks démersaux en Afrique du nord-ouest. pp. 55-70.

- LEGENDRE, M., & ECOUTIN, J.-M., 1989. Suitability of brackish water tilapia species from Ivory Coast for lagoon aquaculture. I- Reproduction. *Aquatic Living Resources*, 2, 71-79.
- MARCHAL, E., & BOELY, T., 1977. Évaluation acoustique des ressources en poissons du plateau continental ouest-africain des îles Bissagos (11°N) à la pointe Stafford (28°N). *Cahier ORSTOM, Série Océanographique*, 15(2), 139-161.
- NGOM SOW, F., SAMB, B., & HEQIN, C., 2010. Diagnoses of the State of Exploitation of Small Pelagic Stocks in Senegal by the Use of Size Frequencies: Case of *Sardinella*. *Resources Science*, 32(4), 620-626.
- NGOM SOW, F., THIAM, N., & SAMB, B., 2011. Diagnostic de l'état d'exploitation du stock de mérrou *Epinephelus aeneus* (Geoffroy St. Hilaire, 1809) au Sénégal par l'utilisation des fréquences des tailles. *Journal des Sciences Halieutique et Aquatique*, 3, 82-88.
- RATHACHAREN, S., VENKATASAMI, A., & DEGAMBUR, D., 2000. Growth parameters and mortality rates of *Epinephelus fasciatus*, *Lethrinus nebulosus*, *Siganus sutor*, *Naso unicornis* and *Mugil cephalus* from the coastal areas of Mauritius as estimated from analyses of length frequencies. In LALOUETTE, J.-A., BACHRAZ, D.-Y., & SUKURDEEP, N. (Eds.). Food and Agricultural Research Council Proceedings. Fourth annual meeting of agricultural scientists, Réduit, Mauritius, 21-22 October 1999. pp. 217-228.
- ROBILLARD, E., REISS, C.-S., & JONES, C.-M., 2009. Age-validation and growth of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) along the East Coast of the United States. *Fisheries Research*, 90, 198-208.
- SAMBA, A., & LALOE, F., 1991. Upwelling Sénégalo-mauritanien et pêche au tassergal (*Pomatomus saltator*) sur la côte nord du Sénégal. In CURY, P., & ROY, C. (Eds.). Pêcheries ouest-africaines : variabilité, instabilité et changement. ORSTOM, Paris (1991), pp. 307-310.
- SOLEMDAL, P., 1997. Maternal effects - a link between the past and the future. *Journal of Sea Research*, 37, 213-227.
- THIAO, D., BARRY, M.-D., & THIAM, M., 2009. Présentation du système d'information national sur la pêche et statistiques de la pêche maritime sénégalaise de 1997 à 2008. *Archive scientifique du Centre de Recherches Océanographiques Dakar Thiarye*, 148, 63p.
- THIAW, M., GASCUEL, D., JOUFFRE, D., & THIAW, O.T., 2009. A surplus production model including the effect of environment: application to the white shrimps stocks in Senegal. *Progress in Oceanography*, 83, 351-360.
- THIAW, M., GASCUEL, D., THIAO, D., THIAW, O.-T., & JOUFFRE, D., 2011. Analysing environmental and fishing effects on a short-lived species stock: the dynamics of the octopus *Octopus vulgaris* population in Senegalese waters. *African Journal of Marine Science*, 33(2), 209-222.
- TRIPPEL, E.-A., 1998. Egg size and viability and seasonal offspring production of young Atlantic Cod. *Transactions of the American Fisheries Society*, 127, 339-359.
- VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Human Biology*, 10, 181-213.

Annexe I

Relation taille/poids déterminée pour *Mugil cephalus* (a) et *Pomatomus saltatrix* (b) sur des données collectées en juillet, septembre et décembre 2010 et en juin et août 2011 au niveau de trois points de débarquements de Kayar, Fass Boye et Saint-Louis sur la Grande côte du Sénégal. n=748 ; $R^2=0,9545$ pour *M. cephalus* et n=40 ; $R^2=0,945$ pour *P. saltatrix*.

(a)



(b)

