



OCEANIUM
PROJET NAROU HEULEUK
Préservation des ressources halieutiques
AIRES MARINES PROTEGEES



IRD
Institut de recherche
pour le développement

Suivi biologique des peuplements de poissons d'une aire protégée en zone de mangrove : le bolon de Bamboung (Sine Saloum, Sénégal)

Rapport 2007

Luis Tito de Morais

Monique Simier

Jean Raffray

Oumar Sadio



Dakar, décembre 2007

Rapport sur le suivi biologique de l'Aire Marine Protégée du bolon de Bamboung (Sénégal)

Luis Tito de Morais, Monique Simier, Jean Raffray, Oumar Sadio

Institut de Recherche pour le Développement

**Unité de Recherches RAP (Réponses Adaptatives des Populations et
Peuplements de Poissons aux Pressions de l'Environnement)**

Avant-propos

Le présent document est une version préliminaire du rapport final pour l'année 2007. Il comprend néanmoins l'ensemble des résultats obtenus au cours des échantillonnages de l'année même si une analyse plus approfondie des données reste à réaliser.

Introduction

Le bolon de Bamboung est l'un des sites à vocation démonstrative retenus dans le cadre du projet Narou Heuleuk (la part de demain), proposé et piloté par l'Océanium, association sénégalaise de protection des ressources marines et financé par le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM). Ce projet affiche un double objectif de mise en place d'aires marines protégées (AMP) et de sensibilisation des pêcheurs artisans à une gestion durable de l'environnement. Le bolon de Bamboung est devenu une AMP en décembre 2003 et fait l'objet depuis mars 2003 d'un suivi biologique (pêches expérimentales à la senne tournante) par l'équipe RAP de l'Institut français de Recherche pour le Développement, avec la participation du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye pour la réalisation de mesures par hydroacoustique.

Situé dans l'estuaire du Sine Saloum (à 130 km au sud-est de Dakar - Sénégal), le bolon de Bamboung (13°50 N – 16°33 W) est un affluent du Diomboss, l'un des trois bras principaux d'un système complexe et diffus de canaux -appelés bolons- et de mangrove caractéristique des zones humides saumâtres intertropicales. Le choix de ce site est particulièrement pertinent, d'un point de vue bio-écologique : les eaux sont peu profondes et la biodiversité y est réputée importante, notamment pour les oiseaux, poissons et mammifères marins (dauphins et lamantins). De plus, l'estuaire du Sine Saloum est utilisé comme lieu de reproduction et/ou de croissance des phases juvéniles par de nombreuses espèces de poissons, estuariens mais aussi côtiers, d'un grand intérêt économique ou écologique (ayant un rôle essentiel dans le fonctionnement général de l'écosystème).

L'AMP du Bamboung, située au cœur de la Réserve de Biosphère du delta du Saloum, a une superficie de 6 800 ha. Elle est divisée en plusieurs zones (Melis, 2002) :

- Une aire marine centrale, essentiellement constituée par le bolon de Bamboung et ses ramifications. D'une longueur de 15 kilomètres à partir du confluent avec le Diomboss jusqu'aux vasières de la forêt de Kolé, sa superficie est d'environ 3 kilomètres carrés. Sa

largeur varie de 50 à 500 mètres et sa profondeur fluctue entre 0 et 15 mètres. Il présente un réseau de canaux secondaires très dense. En raison de la présence d'une nappe phréatique importante sur l'île Coco (rive est), des sources souterraines se jettent dans le bolon, réduisant ainsi localement la salinité. Ces conditions spécifiques sont susceptibles de créer un environnement favorable à la faune aquatique.

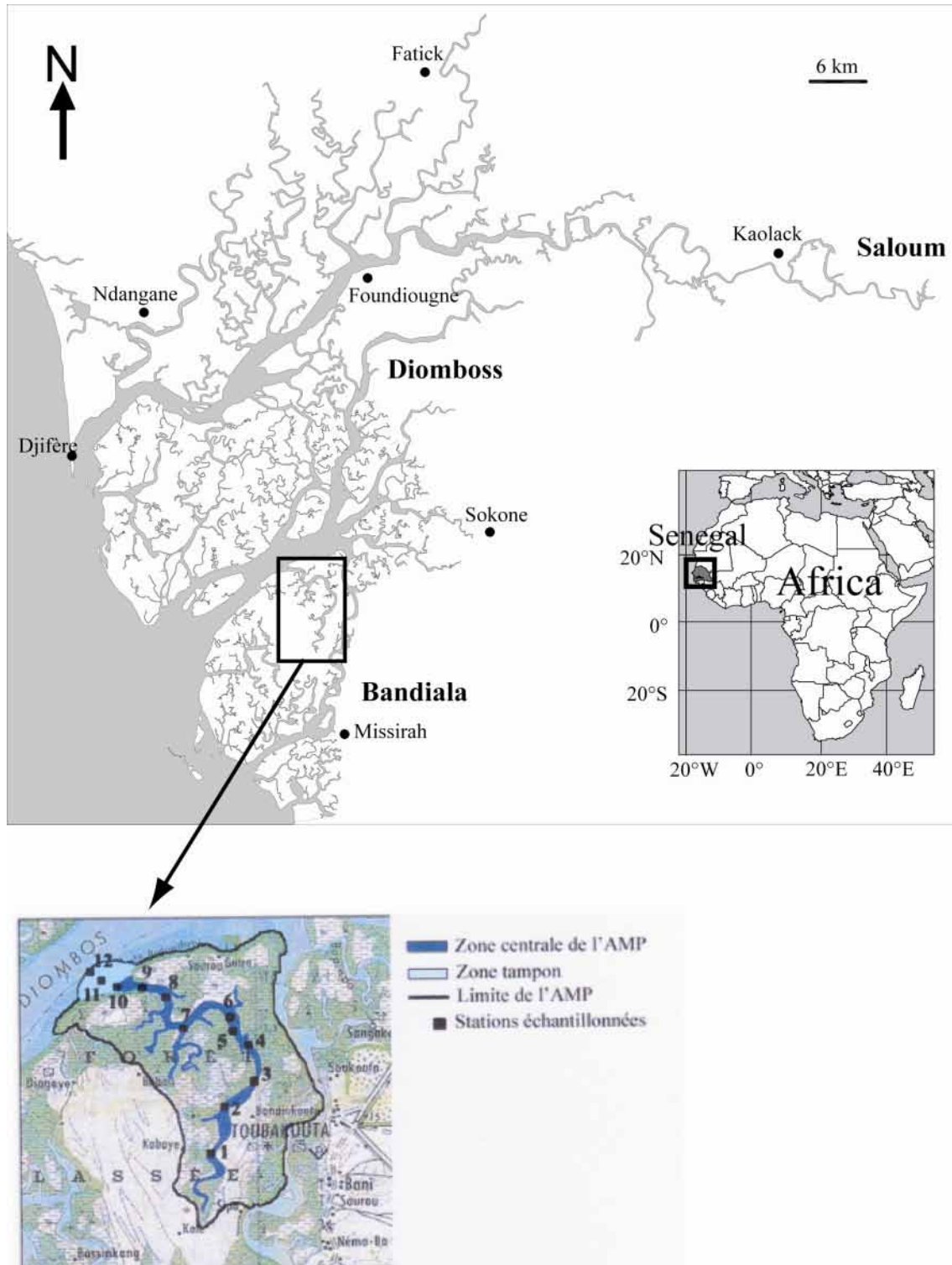


Figure 1. Situation géographique et carte du delta du Sine Saloum (Sénégal). Localisation de la zone de l'AMP du bolon de Bamboung et position des 12 stations d'échantillonnage (1 à 12).

- Une zone tampon, localisée à l'embouchure du bolon, au niveau de la rencontre des eaux du Diomboss et du Bamboung. Elle couvre une superficie d'environ 1 kilomètre carré. C'est une zone de transition entre l'aire centrale qui est dotée de mesures de conservation des ressources ichthyologiques et le reste du réseau des chenaux du delta du Sine Saloum où l'exploitation est libre.

- Une zone terrestre, qui se décompose en une zone de mangrove et une zone continentale. La mangrove est localisée en bordure des rives de toute la zone de l'AMP. Elle couvre plus de la moitié de la surface totale de l'AMP. La végétation y est abondante et différentes espèces de palétuviers s'y sont développées. *Rhizophora racemosa* et *Rhizophora harrisonii* sont trouvés en bordure des chenaux. À l'arrière, *Rhizophora mangle* est beaucoup plus abondant et occupe les terres élevées susceptibles d'être immergées lors des hautes marées. Cette espèce forme le peuplement le plus important du bolon, tandis qu'*Avicennia africana* se développe dans la partie supérieure des vasières. Les palétuviers étant à la fois source de matière organique et support d'une forte production de périphyton, constituent un vivier pour la faune estuarienne, les juvéniles principalement. La zone continentale est représentée par l'île Coco. Cette zone de savane arborée occupe 15 à 20 % de la surface de l'AMP.

Récolte des données

Stratégie d'échantillonnage

Sur la base de la zonation écologique établie lors d'une mission préliminaire (Melis, 2002), douze sites d'échantillonnage (ou stations) représentant divers types de biotopes rencontrés dans le bolon de Bamboung ont été sélectionnés. L'accessibilité des lieux et la possibilité d'y effectuer des pêches à la senne tournante dans de bonnes conditions ont également contribué au choix des sites. C'est à l'intérieur de chaque site qu'ont eu lieu, à chaque campagne, les prélèvements et les mesures des principaux paramètres physico-chimiques de l'environnement aquatique. Les douze sites ont été définis de l'amont (station 1) vers l'aval (station 12), les stations 11 et 12 se situant dans la zone tampon (les coordonnées géographiques des stations sont dans l'annexe 2).

L'échantillonnage a débuté en mars 2003. Trois campagnes ont eu lieu avant la mise en défens, fin 2003, permettant de réaliser un état de référence (Albaret, 2003). L'échantillonnage s'est ensuite poursuivi au rythme de 3 campagnes par an afin de couvrir les périodes clés du cycle hydrologique : en mars (saison sèche fraîche), mai/juin (saison sèche chaude) et septembre/octobre (saison humide) (voir annexe 2).

Les pêches d'échantillonnage ont été réalisées à la senne tournante coulissante (longueur 250 m, hauteur 20 m, maille 14 mm), méthode permettant une bonne reproductibilité de l'échantillonnage dans des milieux très variés et une récolte de matériel biologique en bon état. Utilisée sans recherche de bancs de poissons, et avec, à chaque fois, la même équipe de pêcheurs et le même mode opératoire, la senne tournante coulissante permet de considérer un coup de pêche comme une unité d'effort stable, autorisant la comparaison directe entre les coups.

Données disponibles

A ce jour, un total de 180 coups de pêche à la senne tournante ont été réalisés en 15 campagnes dans le bolon Bamboung. Chaque coup de pêche est associé à un relevé environnemental effectué simultanément comprenant :

- la profondeur (mesurée au moyen d'un sondeur à main et du sondeur du bord)
- le sens et la force du courant (estimée puis contrôlée au moyen d'un fluxmètre),
- la transparence (profondeur de disparition du disque de Secchi de diamètre 30 cm)
- la salinité en surface et au fond (mesurée au réfractomètre de précision 1 psu)
- la température (surface et fond)
- la teneur en oxygène de l'eau (surface et fond)
- la conductivité (surface et fond)

Les trois derniers paramètres ont été mesurés à la sonde multiparamètres.

La biomasse totale pêchée dans le bolon Bamboung depuis le début du suivi est d'environ 2,9 tonnes. Un total de 52 505 poissons ont été pêchés, identifiés à l'espèce, dénombrés et pesés. Parmi eux, 10 282 ont été mesurés individuellement à la fourche (LF), dont 4 245 également pesés individuellement. Pour plus de 5 000 individus, le sexe et le stade de maturité ont été déterminés et 320 ont fait l'objet d'une observation de contenu stomacal.

Résultats

Caractéristiques générales de l'AMP

Environnement aquatique

La mesure de la **salinité** est essentielle pour la description et la compréhension du fonctionnement des milieux littoraux. Dans le bolon de Bamboung, elle présente un schéma saisonnier très marqué, avec des maximales en saison sèche (mars et mai-juin) : entre 40 et 45 et des minimales en septembre et octobre (entre 28 et 32) en raison des pluies qui entraînent une dilution du milieu (Tableau I – Figure 2). Ces variations modérées de salinité sont favorables à la biodiversité. Quelle que soit la saison, les différences entre les salinités de surface et de fond sont minimes, indiquant une absence de stratification haline verticale dans la zone considérée.

	Prof	Transp	Sal.S	Sal.F	Tmp. S	Tmp. F	Oxy.S	Oxy.F
Minimum	1,7	0,9	28	28	22,9	21,1	41,1	36,3
Maximum	11,5	3,3	50	52	32,2	31,2	116,1	114,0
Moyenne	5,3	2,1	39	40	28,0	27,8	72,9	68,6
Ecart-type	2,2	0,5	6,3	6,5	2,6	2,5	13,8	14,7

Tableau I : Paramètres statistiques des variables de l'environnement sur l'ensemble des relevés hydrologiques : moyenne, écart type, minimum, maximum. Prof. : profondeur (m), Transp. : transparence (m), Sal.S, Sal.F : salinité en surface et au fond, Tmp.S, Tmp.F : température en surface et au fond (°C), Oxy.S, Oxy.F : teneur en oxygène en surface et au fond (en %).

La **turbidité** a un rôle reconnu dans la répartition de nombreuses espèces importantes dans le fonctionnement de l'écosystème, en particulier les espèces filtreuses comme

l'ethmalose ou encore les espèces prédatrices chassant à vue. La turbidité telle qu'elle a été évaluée par la profondeur de disparition du disque de Secchi, est à la fois un indicateur de la richesse trophique d'un milieu et de sa charge solide en suspension. D'une manière générale, la transparence est remarquablement élevée dans le bolon de Bamboung (jusqu'à 3,30m en mars 2003 – Tableau I), comparée au reste du Sine Saloum et plus globalement aux mesures effectuées dans la plupart des milieux lagunaires et estuariens d'Afrique de l'Ouest. À titre de comparaison, les valeurs extrêmes mesurées dans l'estuaire voisin de la Gambie sont de 0,10 m à 1,60 m avec une moyenne de 0,60m.

Les variations spatiales de **température** sont faibles dans le bolon, de l'ordre de 1°C quelle que soit la saison. Les valeurs les plus élevées sont observées dans les stations les plus amont (réchauffement dans les zones peu profondes). Les variations saisonnières sont par contre importantes (Figure 2). La température augmente progressivement entre mars (22 à 26°C), mai-juin (28 à 30°C) et septembre-octobre (30 à 32°C). La différence de température entre la surface et le fond ne dépasse jamais 1°C ce qui traduit une absence de stratification thermique verticale marquée du milieu.

Le pourcentage de saturation en **oxygène** dissous est toujours élevé que ce soit en surface ou au fond (en général toujours largement supérieur à 60%). L'oxygène n'est jamais un facteur limitant pour les poissons dans le bolon de Bamboung.

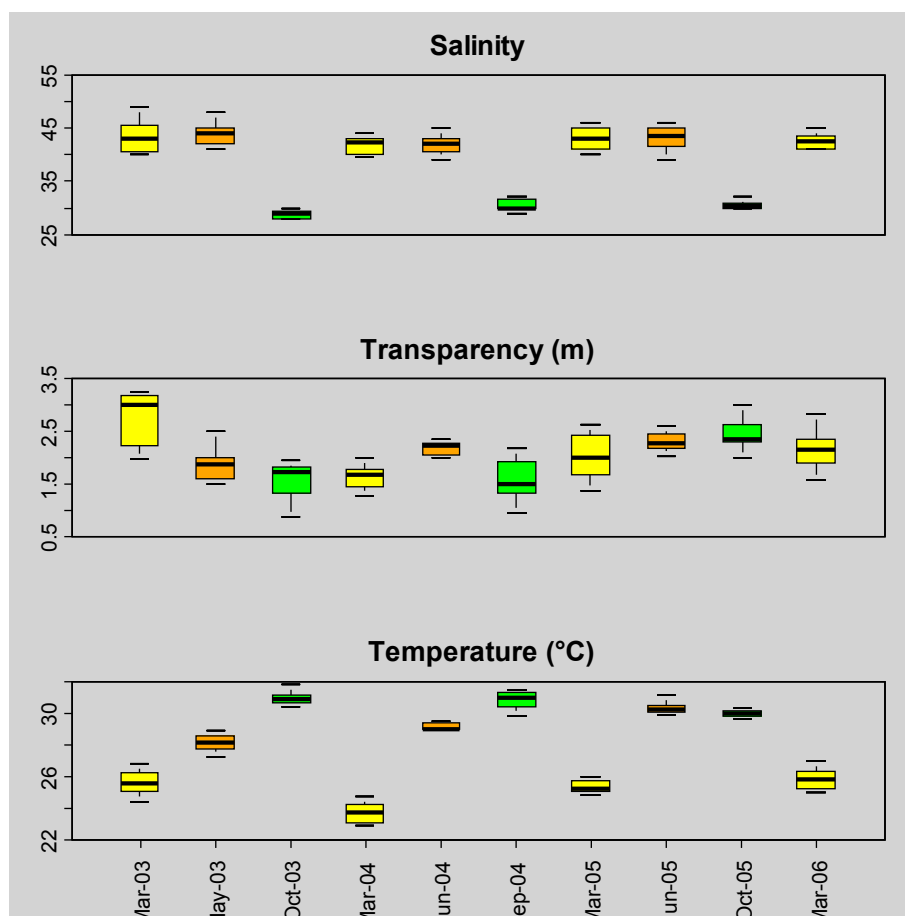


Figure 2 : Variations saisonnières de salinité, transparence et température dans le bolon de Bamboung.

Peuplements de poissons

Inventaire ichthyofaunistique

Au total 72 espèces ont été recensées (Annexe 3), appartenant à 35 familles (dont 16 monospécifiques). La famille la mieux représentée en termes de richesse spécifique est celle des Carangidae avec huit espèces présentes, viennent ensuite les Mugilidae (6 espèces), les Haemulidae (5 espèces), les Clupeidae (4 espèces) et les Ariidae (3 espèces). Ces cinq familles représentent plus des trois-quarts de la biomasse totale pêchée dans le bolon de Bamboung (Figure 3).

Trois espèces présentent des occurrences nettement plus fortes que les autres: deux Gerreidae : *Eucinostomus melanopterus* et *Gerres nigri* et le Clupeidae *Sardinella maderensis*.

Quatre espèces représentent 87% de l'effectif total (pour 44% de la biomasse). L'espèce la plus abondante est *Ethmalosa fimbriata*, elle représente 57% de l'effectif total et se situe au rang 1 des biomasses. Viennent ensuite *Sardinella maderensis*, *Chloroscombrus chrysurus* et *Liza dumerili* qui représentent 20%, 6% et 4% de l'effectif total et sont respectivement au rang 5, 12 et 2 des biomasses. Les *Arius* (*A. latiscutatus* et *A. parkii*), bien que moins nombreux en effectif, sont aux rangs 3 et 4 des biomasses.

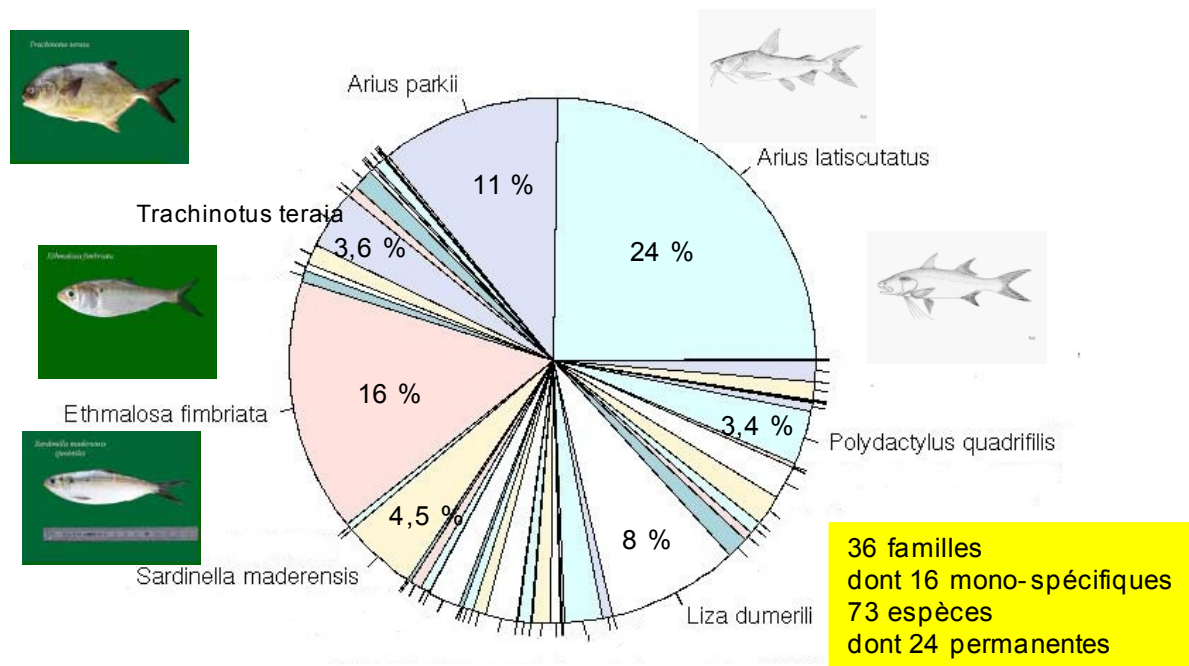


Figure 3. Répartition par famille de la biomasse pêchée dans le bolon de Bamboung.
Les 5 espèces nommées représentent 70,5% de la biomasse totale.

Un groupe de 24 espèces peuvent être considérées comme constituant la base permanente du peuplement du bolon de Bamboung. On y trouve des éléments réguliers et souvent dominants (en abondance) des milieux estuariens et lagunaires d'Afrique de l'ouest tels les deux Clupeidae (*S. maderensis* et *E. fimbriata*), les deux Gerreidae (*G. nigri* et *E. melanopterus*), des Mugilidae (*Mugil curema*, *L. dumerili*, *L. falcipinnis*, et *L. grandisquamis*), des Ariidae (*A. parkii* et *A. latiscutatus*) l'Elopidae *Elops lacerta*... mais aussi des éléments dont la présence permanente peut être considérée comme plus représentative de ce type de biotope (bolon de taille moyenne modérément sursalé en zone

de mangrove) tels *Monodactylus sebae*, *Ehippion guttifer*, *Tilapia guineensis*, *Batrachoides liberiensis*, *Plectorhinchus macrolepis*...

Nature des peuplements

L'absence d'espèces d'origine dulçaquicole (voir Annexe 1 pour la définition des catégories écologiques) et donc de l'axe « continental » confirme la prédominance de l'influence marine dans l'estuaire du Sine Saloum (Figure 4). Les catégories écologiques les plus importantes dans le bolon de Bamboung sont Em (Estuariennes d'origine marine, se reproduisant en estuaire) et ME (Marines-Estuariennes, se reproduisant habituellement en mer) représentées respectivement par 17 et 20 espèces (Figure 4). Six espèces strictement estuariennes (Es) ont été échantillonnées dans le bolon de Bamboung, le reste du peuplement est composé de formes Marines accessoires (Ma – 14 espèces) et Marines occasionnelles (Mo – 16 espèces).

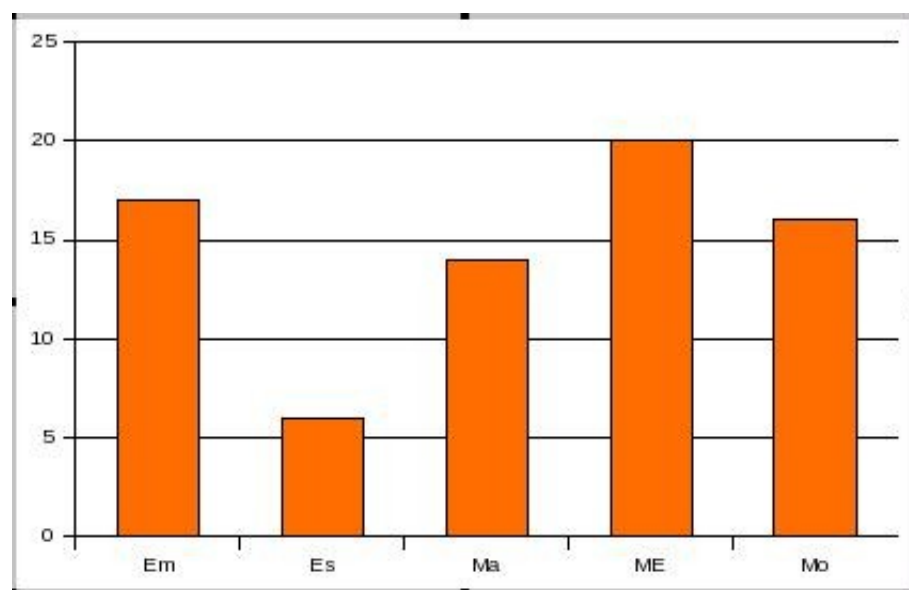


Figure 4. Répartition en catégories écologiques des 73 espèces pêchées dans le bolon de Bamboung.
Es=estuarienne stricte ; Em=Estuarienne d'origine marine ; ME=marine estuarienne ;
Ma=marine accessoire ; Mo=marine occasionnelle.

Principales modifications observées depuis la mise en AMP

Richesse, effectif et biomasse

La richesse spécifique varie entre 20 et 40 espèces par campagne (figure 5), sans présenter de tendance claire depuis la mise en AMP.

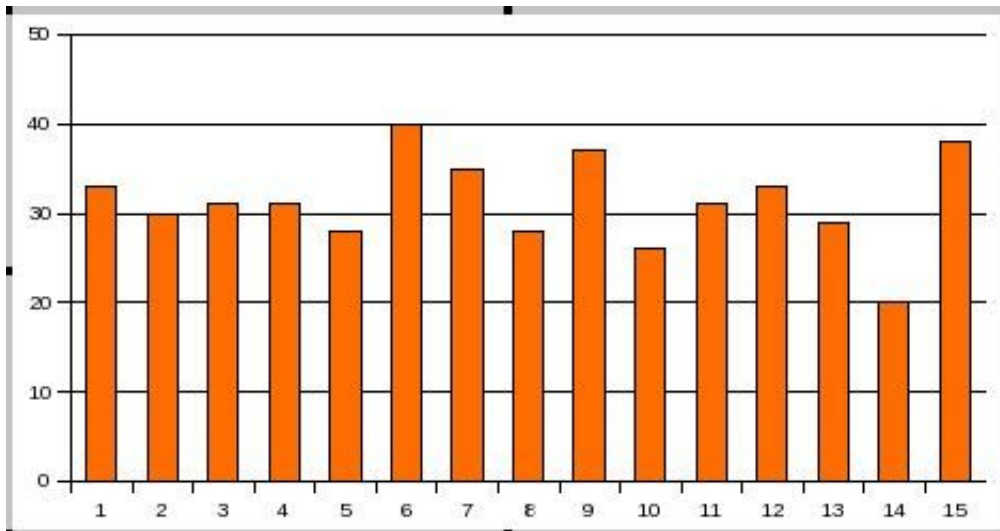


Figure 5. Évolution du nombre d'espèces capturées par campagne (campagnes 1 à 15).

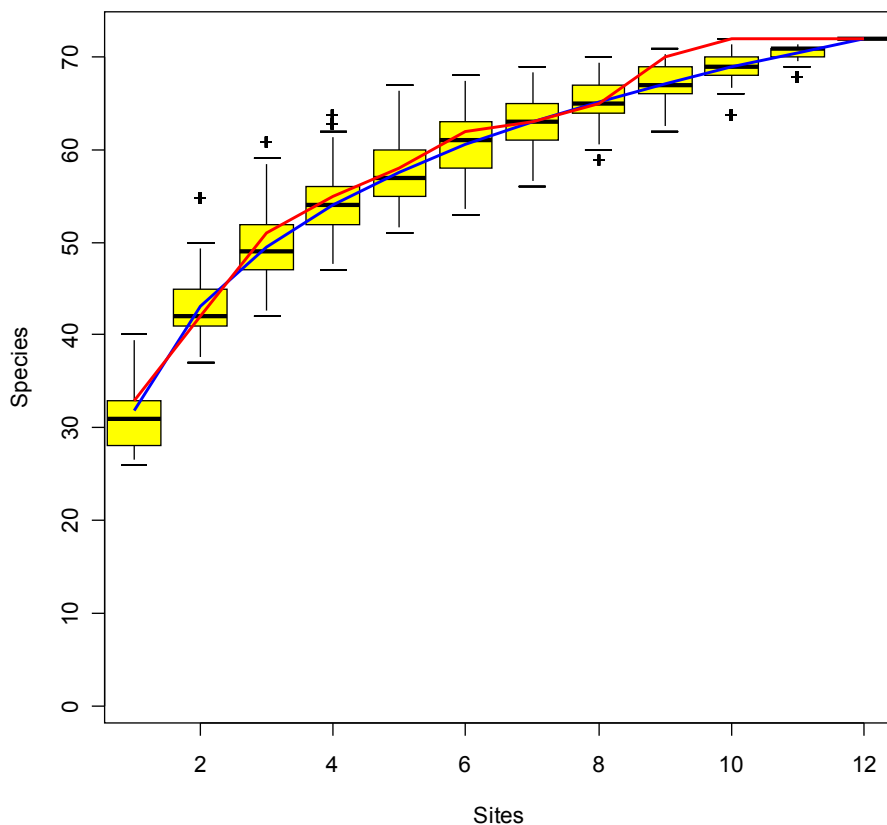


Figure 6. Évolution de la richesse spécifique cumulée sur les 12 premières campagnes réalisées dans le bolon de Bamboung. Richesse observée (en rouge) et courbe d'accumulation spécifique obtenue par simulation. Courbe de richesse cumulée simulée moyenne (en bleu) et distribution des valeurs simulées obtenues par 10000 permutations aléatoires (boxplots).

Une analyse préliminaire de la richesse cumulée sur les 12 premières campagnes a pu être réalisée. Elle montre que celle-ci augmente régulièrement avec le temps mais aussi avec l'augmentation de l'effort d'échantillonnage (Figure 6 ci-dessus). Cependant, pour la dernière année d'étude étudiée ici (2006), la richesse cumulée observée par campagne est à

la limite supérieure de la distribution des valeurs simulées obtenues par 10000 permutations aléatoires pour chaque campagne. Ceci semble montrer que l'augmentation de la richesse dépasserait le simple effet de l'augmentation de l'effort d'échantillonnage, mais demande à être confirmé. Une analyse de variance réalisée sur les différences entre richesse observée et simulée met en évidence un effet significatif de la campagne ($F=7.53$; $pvalue = 0.021$) et de l'année ($F=5.0$; $pvalue = 0.045$). En revanche l'effet saisonnier n'est pas significatif ($F=2.5$; $pvalue=0.154$).

En revanche, l'effectif (nombre d'individus capturés) par campagne, s'il reste stable en saison sèche (autour de 3000 individus en mars, moins de 2000 en mai-juin), a tout d'abord augmenté d'année en année à la saison des pluies (septembre-octobre), passant de 4000 en 2003 à 15000 individus en 2005 (figure 7), mais a été à nouveau plus faible en 2006-2007 (entre 3 et 4000 individus).

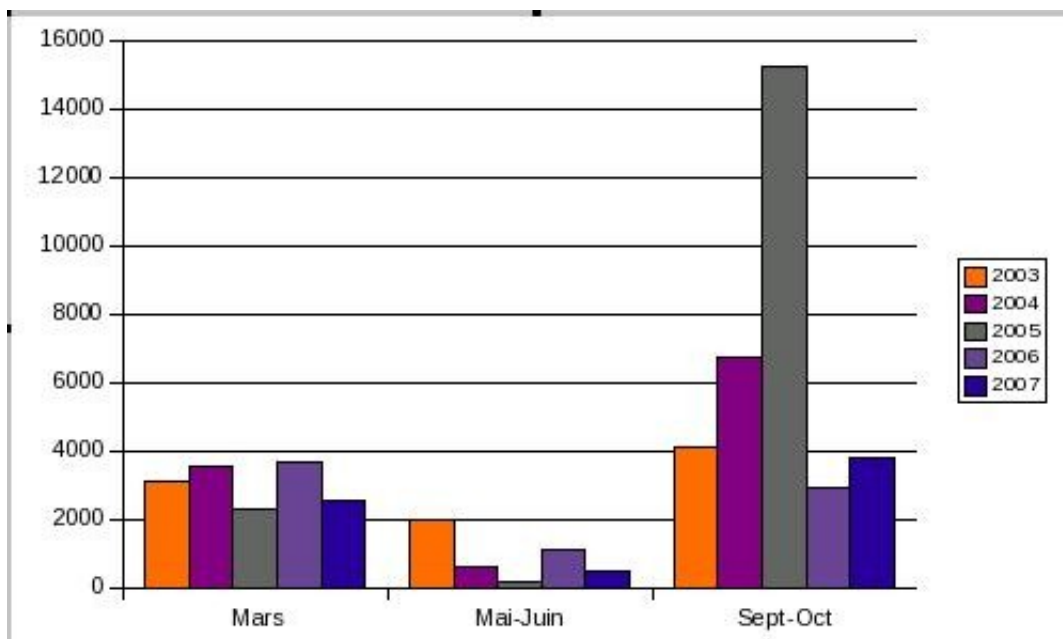


Figure 7. Évolution des effectifs capturés par période et par année (campagnes 1 à 15).

Par ailleurs, si l'on considère l'effectif moyen annuel (figure 8) il augmente fortement dans les premières années (passant de 3000 environ en 2003 à près de 6000 individus en 2005), puis diminue à nouveau en 2006 et 2007 (avec entre 2500 et 2200 individus capturés).

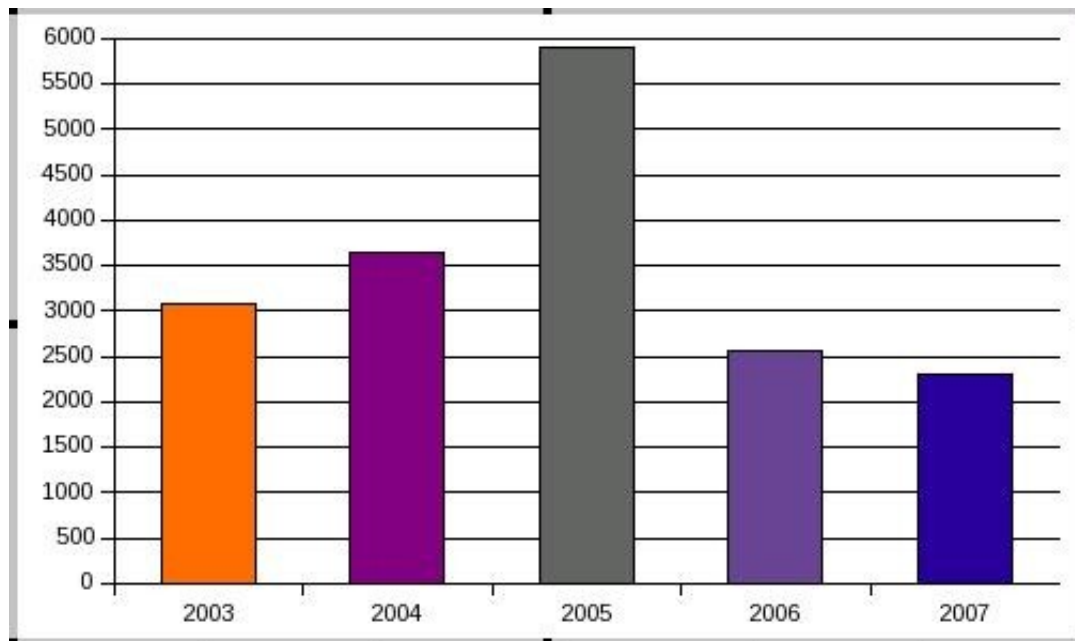


Figure 8. Évolution des effectifs moyens capturés par année (campagnes 1 à 15).

Lorsqu'on considère la biomasse par campagne (figure 9), cette tendance à l'augmentation se retrouve pour la saison des pluies, tandis qu'en saison sèche, la biomasse, maximale avant la mise en AMP (350 kg en mars 2003), chute en 2004-2005, et tend à ré-augmenter en 2006 (près de 300 kg en mars 2006) et surtout en 2007 (plus de 800 kg en mars 2007). La valeur très élevée de mars 2007 étant cependant probablement biaisée par la capture d'un important banc de machoirons (Ariidés) lors de cette campagne.

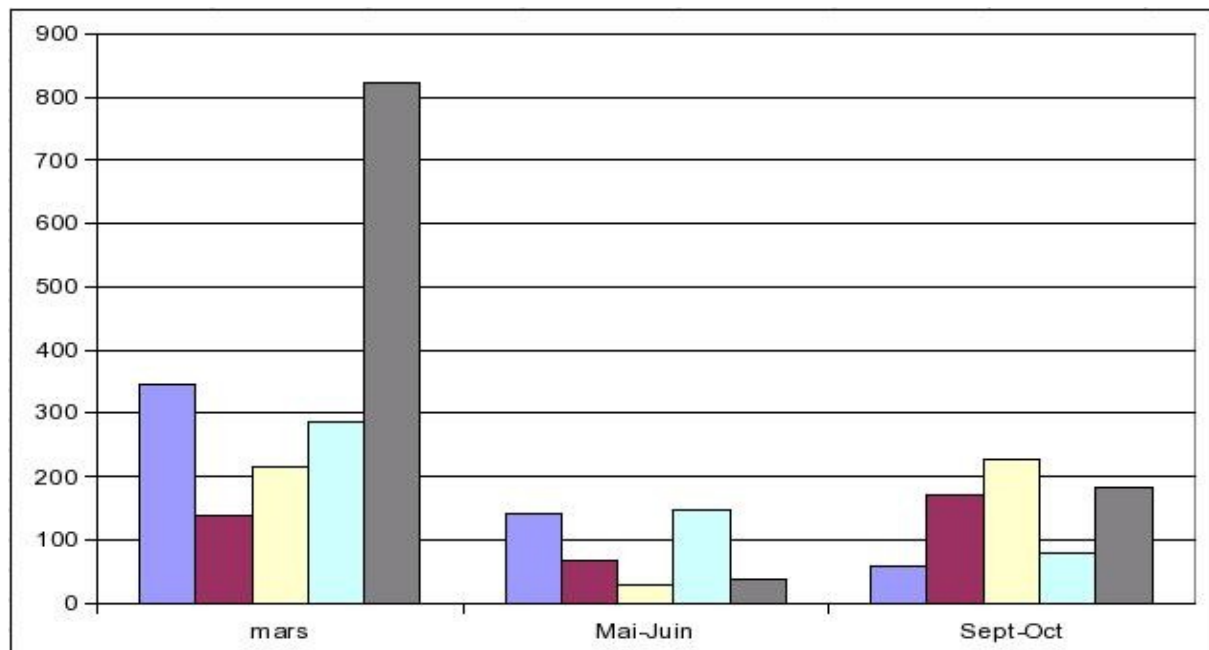


Figure 9. Évolution des biomasses moyennes capturées par période et par année (campagnes 1 à 15).

Cependant, la biomasse moyenne annuelle (figure 10), après une baisse marquée lors de la première année qui a suivi la mise en défens s'est progressivement accrue. La valeur très élevée de 2007 étant ici aussi probablement biaisée comme indiqué ci-dessus.

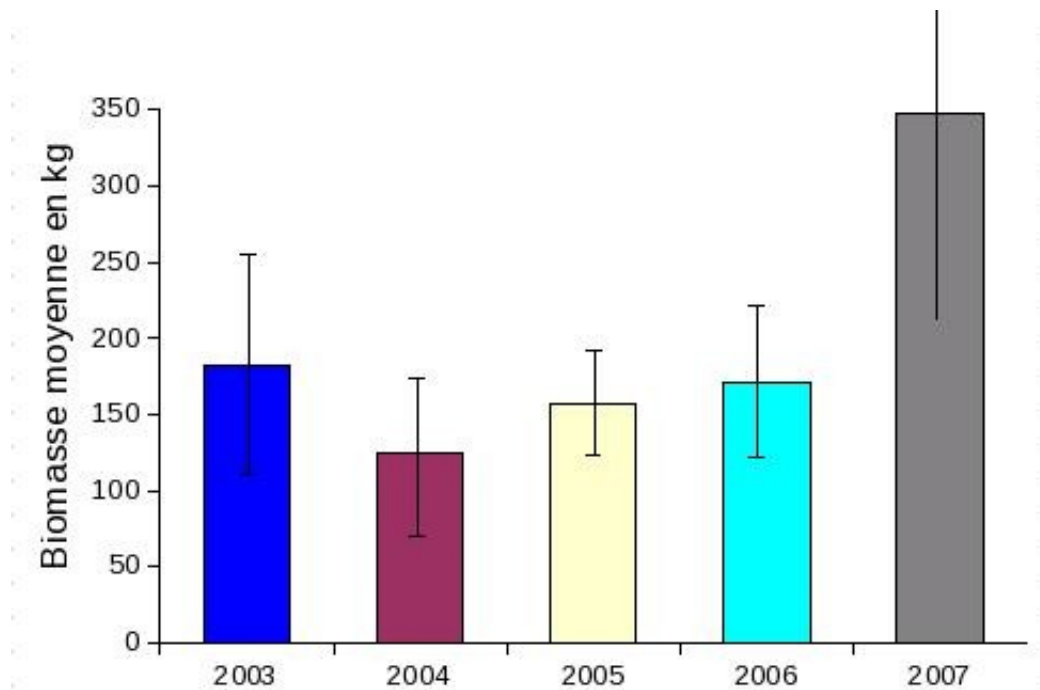


Figure 10. Évolution des biomasses moyennes capturées par année (campagnes 1 à 15).

Composition et structure des peuplements de poissons

Vingt-trois espèces nouvelles ont été observées dans le bolon de Bamboung après la fermeture de la pêche en décembre 2003. En 2007, une seule espèce nouvelle a été observée (*Dicentrarchus punctatus*). La proportion d'espèces nobles et « emblématiques » (gros prédateurs ou leurs juvéniles) est importante : thiof (*Epinephelus aeneus*), carpe rouge (*Lutjanus dentatus*), deux espèces de barracudas (*Sphyraena guachancho* et *Sphyraena afra*), plusieurs espèces de gros Carangidae (les liches *Lichia amia* et *Trachinotus ovatus*, le cordonnier bossu *Alectis alexandrinus*, le pompaneau *Trachinotus teraia*), un requin (*Carcharhinus leucas*), une grande raie (*Pteromyelus bovinus*). Ces espèces atteignent pour la plupart des tailles importantes, voire très grandes : outre le requin (*Carcharhinus leucas*) de 1,40 m pour 19 kg, un nombre non négligeable d'espèces dépassent les 50 cm pour 4 à 5 kg (*Lichia amia*, *Pteromyelus bovinus*, *Sphyraena afra*, *Trachinotus teraia*). En octobre 2007, ont été pêchés un requin (*Carcharhinus leucas*) de 1,27m de longueur et une raie-vachette (*Pteromyelus bovinus*) de 1,43m de largeur (poids estimé entre 40 et 50 kg). Ces deux individus ont été relâchés vivants.

<i>Alectis alexandrinus</i>	<i>Lutjanus dentatus</i>
<i>Arius heudelotii</i>	<i>Lutjanus goreensis</i>
<i>Caranx rhonchus</i>	<i>Pomadasys incisus</i>
<i>Carcharinus leucas</i>	<i>Pteromyseus bovinus</i>
<i>Chonophorus lateristriga</i>	<i>Sardinella aurita</i>
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	<i>Scomberomorus tritor</i>
<i>Diplodus belotii</i>	<i>Sphyraena afra</i>
<i>Echeneis naucrates</i>	<i>Sphyraena guachancho</i>
<i>Elops senegalensis</i>	<i>Trachinocephalus myops</i>
<i>Epinephelus aeneus</i>	<i>Trachinotus ovatus</i>
<i>Hypoleurochilus langi</i>	<i>Trachinotus teraia</i>
<i>Lichia amia</i>	

Tableau II. Les 23 espèces nouvelles pêchées dans le bolon de Bamboung après mise en AMP.

Parmi les espèces dont les effectifs augmentent après fermeture de la pêche, trois grosses espèces ont un effectif faible (quelques individus par campagne) mais sont présentes plus régulièrement après la fermeture : *Dasyatis margarita* et *Plectorhynchus macrolepis* (un seul individu à la première campagne) et *Lutjanus goreensis* (qui apparaît à partir d'octobre 2003). Pour les autres espèces de taille moyenne à grande, des effectifs importants sont observés ponctuellement après la fermeture de la pêche : particulièrement pour *Chaetodipterus lippei* et *Monodactylus sebae* en juin 2004, *Liza grandisquamis* en septembre 2004, *Elops lacerta* et *Pomadasys jubelini* en mars 2005, *Arius latiscutatus* et *Arius parkii*, en mars 2006, et surtout 2007 (respectivement 553 et 192 kg lors de la campagne de mars 2007).

Une grande partie des espèces dont les effectifs diminuent sont de taille moyenne. *Batrachoides liberiensis* et *Cynoglossus senegalensis* ont un effectif globalement faible (<10 individus par campagne) mais sont présentes plus régulièrement et en plus grande quantité dans les campagnes avant la fermeture. Pour des espèces plus abondantes telles que les 4 mugilidae, *Liza dumerili*, *Liza falcipinnis*, *Mugil bananensis*, *Mugil curema* et les 2 tilapias, *Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*, un effectif nettement supérieur a été observé lors des campagnes 1 et 2.

Évolution de la taille

La longueur maximale observée (moyenne des 10 plus grosse espèces pêchées lors d'une campagne), tend à augmenter régulièrement au mois de mars, à partir de la seconde année de mise en défens (Figure 11). Une tendance similaire semblait se dessiner au mois de mai-juin jusqu'en 2006, mais ne s'est pas vérifiée en 2007. Enfin en septembre-octobre, des LMO particulièrement élevées ont été observées en 2005 et en 2007. Cependant si l'on faisait abstraction des requins ou raies de très grande taille capturés lors de ces deux campagnes, on obtiendrait à cette saison une LMO très stable depuis 2004, de l'ordre de 40 à 45 cm.

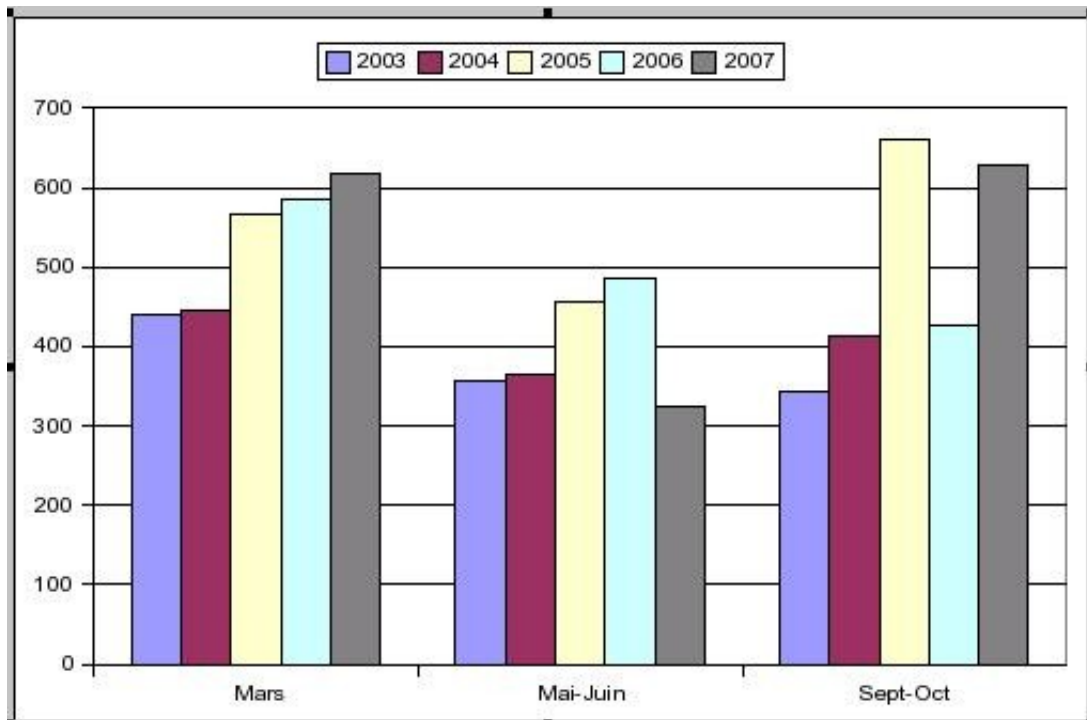


Figure 11. Évolution de la longueur maximale observée (LMO) dans le bolon de Bamboung (valeur moyenne sur les LMO des 10 plus grandes espèces pêchées à chaque campagne).

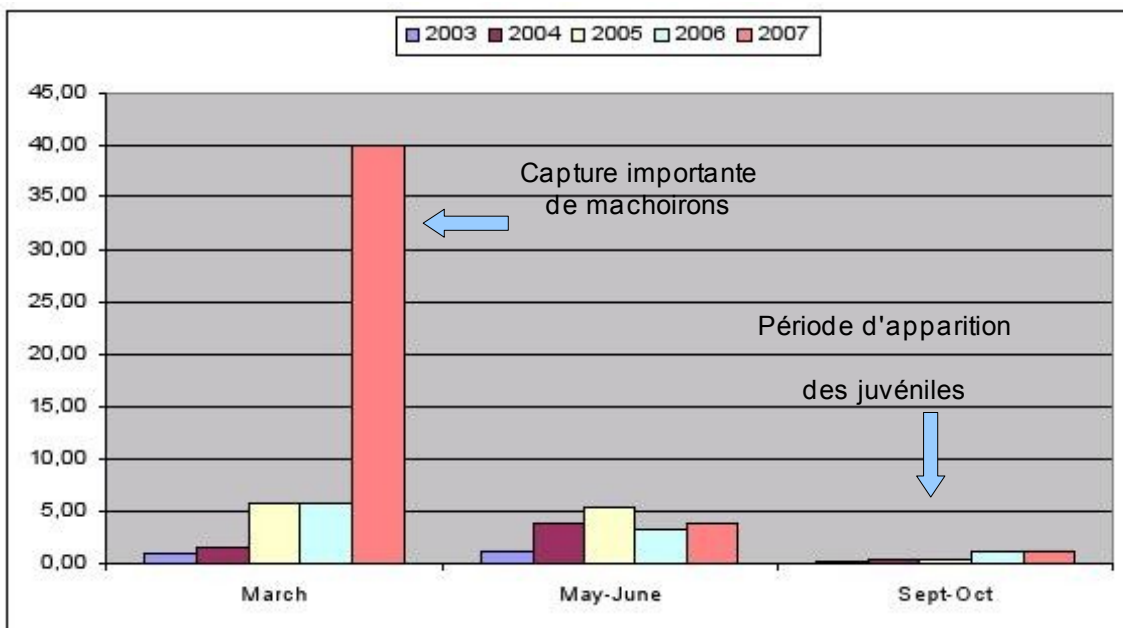


Figure 12. Évolution du pourcentage (en effectifs) de grands individus (> 30 cm) dans le bolon de Bamboung

Mises à part les campagnes de saison des pluies (septembre-octobre) qui voient l'entrée massive de juvéniles dans le bolon, le pourcentage des individus de grande taille (>30cm - toutes espèces confondues) augmente très nettement dans le peuplement après la mise en AMP (Figure 12). C'est particulièrement flagrant en mars 2005 et 2006 puis en 2007, et en mai 2005. Cette tendance est moins nette lors des dernières campagne de mai (2006 et 2007), où le peuplement était dominé par des mugilidae (*Liza dumerili*, *Liza falcipinnis*, *Mugil bananensis*, *Mugil curema*) et des gerreidae (*G. nigri*, *E. melanopterus*)

de taille moyenne. La campagne de mars 2007 se distingue quant à elle par une proportion de grands individus exceptionnellement élevée (près de 40%). Ce phénomène est dû à la capture d'un grand nombre d'ariidés de grande taille (*Arius parkii* : 190 kg et *Arius latiscutatus* : 550kg).

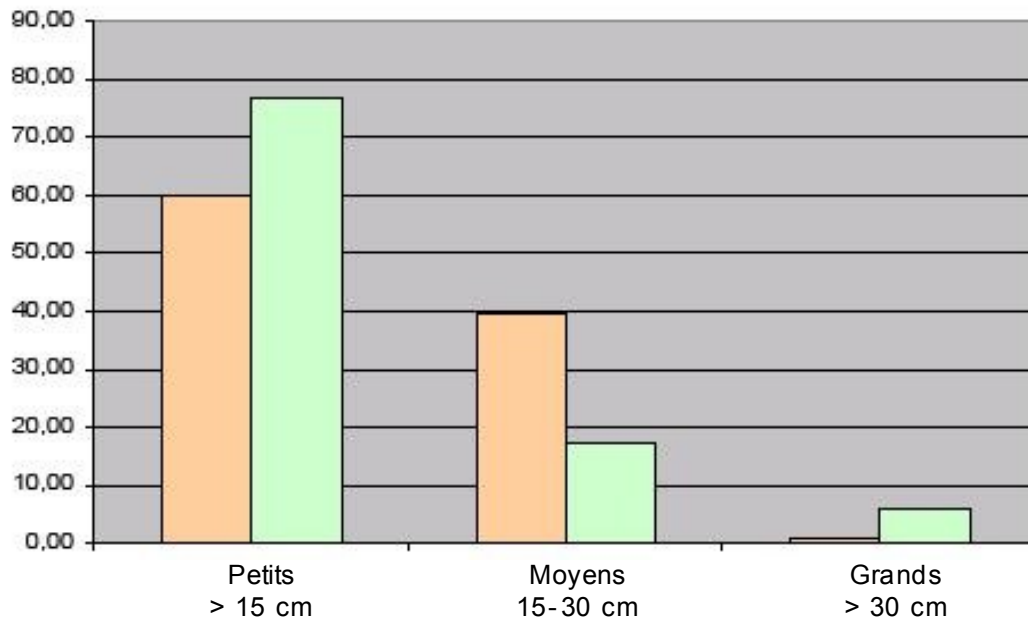


Figure 13. Evolution du pourcentage (en effectifs) de petits, moyens et grands individus dans le bolon de Bamboung avant et après la mise en AMP.

La proportion de petits individus est sensiblement plus forte après la mise en AMP (de 60% à 77%), de même que la proportion de grands individus qui passe de 0,8 à 6,05% (Figure 13). Cette augmentation s'accompagne d'une diminution très sensible du nombre de poissons de taille moyenne (de 39% à 17%).

Évolution de la structure trophique

Alors que la proportion (en biomasse) de microphages tend clairement à décroître depuis la mise en AMP, passant de 76% en 2003 à 14% en 2007, on observe en revanche une nette augmentation de la proportion prédateurs (figure 14). Les prédateurs mixtes passent de 18 à 62 % et les ichtyophages voyent leur part dans le peuplement passer de 7% en 2003 à 22 % en 2007 après avoir représenté jusqu'à 31% du peuplement en 2005.

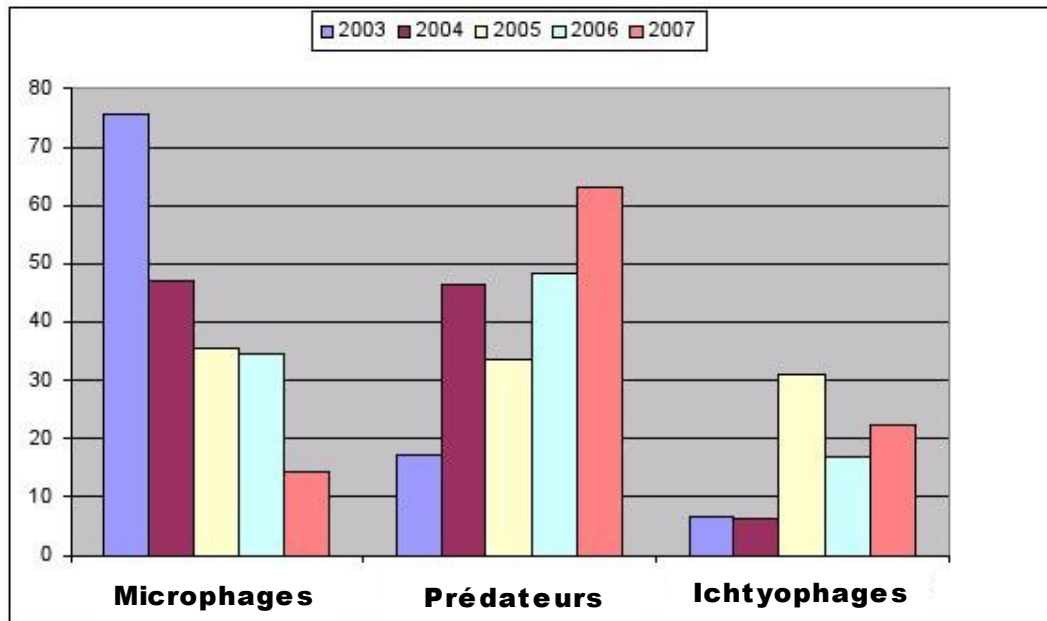


Figure 14. Evolution annuelle du pourcentage (en biomasse) de microphages, prédateurs mixtes et prédateurs ichtyophages dans le bolon de Bamboung.

Conclusions, perspectives

Nous ne pouvons ici que reprendre, en les précisant lorsque cela est possible, les conclusions déjà émises en 2006. L'ensemble des observations effectuées en 2007 corroborent en effet, en l'accroissant, ce qui a été observé. La situation de l'AMP n'est pas encore stabilisée et justifie pleinement la poursuite du suivi écologique selon le même protocole.

En saison des pluies, une augmentation des effectifs et de la biomasse totale est notée, en lien avec l'arrivée massive de juvéniles dans le bolon à cette saison, qui semble de plus en plus importante depuis la mise en AMP. Cette tendance se retrouve en saison sèche pour les effectifs, mais pas pour la biomasse en 2004-2005. En 2006-2007 cependant la biomasse semble de nouveau remonter en saison sèche et en moyenne annuelle il est observé un accroissement constant de la biomasse. Il semble donc que se mette en place une augmentation de la productivité du milieu mais la durée de suivi est encore insuffisante pour que d'éventuels effets de l'AMP sur la biomasse globale puissent être mis en évidence de façon indiscutable et statistiquement significative. Cet effet d'ailleurs peut être relativement faible, sans qu'il ne faille voir là une inefficacité de l'AMP. Sauf en cas de surpêche très excessive sur le long terme, les effets de la pêche ne modifient pas la biomasse globale des poissons dans une localité. Ce qui s'observe c'est le "transfert" de la biomasse depuis les hauts niveaux trophiques (les espèces dites "nobles" de prédateurs de grande taille) vers les espèces de taille moyenne et faible (les espèces "fourrage" qui prolifèrent lorsque les prédateurs sont retirés par la pêche). C'est ce qui s'observe généralement dans le Saloum, et s'observait dans la zone de Bamboung avant la mise en réserve. La situation qui se met en place aujourd'hui à Bamboung, résultat de la création de la réserve, est un retour à une situation plus "normale". En effet, la structure des peuplements actuellement observée, se rapproche de celle typique d'un milieu peu perturbé. Elle tranche avec la structure pré-existante qui indiquait une situation de stress avec un grand nombre de poissons de taille moyenne et de niveau trophique faible. Par ailleurs cependant, aucune évolution radicale depuis la mise en AMP n'a pu être mise en évidence

concernant la nature des peuplements en termes de catégories écologiques. Là aussi, ces observations sont globalement conformes à ce qui était attendu.

Les espèces nouvelles apparues dans les échantillonnages depuis la mise en AMP, ainsi que celles dont les effectifs augmentent sont majoritairement des espèces de grande taille, pour beaucoup emblématiques, comme la carpe rouge, le thiof, les barracudas, plusieurs carangidae et même un requin de près de 20 kg et une raie-vachette de plus de 40 kg. Globalement la structure en taille des peuplements a été modifiée depuis la mise en AMP, avec une diminution des tailles moyennes au profit des espèces de grande taille évoquées ci-dessus, mais aussi des individus de petite taille dont les effectifs augmentent également, car ils profitent quant à eux de la réduction du nombre de poissons de taille intermédiaire. Il s'agit là d'un "effet de cascade" assez classique. : les grands individus n'étant plus pêchés, ils exercent une plus forte prédation sur les poissons de taille intermédiaire, ce qui à son tour réduit la pression de prédation sur les plus petites espèces. Du point de vue de la structure trophique, on observe donc une élévation du niveau trophique global, avec un pourcentage de plus en plus élevé de prédateurs mixtes et ichtyophages stricts.

En conséquence, l'AMP a un effet local important qui a favorisé un repeuplement de l'aire en espèces de poissons "nobles" et de grande taille. La structure générale du peuplement est redevenue une structure plus équilibrée et favorable au maintien d'un peuplement de poissons riche et diversifié. Cependant, vu la taille, donc l'âge probable, des individus de grande taille observés dans les premières années, ces individus ne sont pas nés dans l'aire mais ont été attirés vers elle par l'absence de pêche et la présence de nourriture plus abondante ici qu'ailleurs. L'AMP joue donc bien un rôle de "sanctuaire", mais il est important de vérifier qu'elle ne joue pas un rôle de "puits", à savoir qu'elle attire les espèces de l'extérieur sans, à son tour, ré-alimenter les zones avoisinantes. Son rôle éventuel de "source" demande à être évalué sur le moyen, mais surtout sur le long terme.

Il est vraisemblable cependant que ce rôle probable de "source" ne soit fortement obéré par une forte mortalité des poissons lors des migrations reproductives obligatoires pour un grand nombre d'espèces estuariennes à différents stades de leur vie. La mise en place de "Couloirs Marins Protégés" entre la réserve et l'embouchure devrait être étudiée en corollaire de l'étude des effets propres de la réserve. Afin de nous prononcer plus avant sur cette question, une étude plus précise de la reproduction et des migrations devra être lancée.

EN RÉSUMÉ

Il a été mis en évidence un certain nombre de modifications effectives pour lesquelles une confirmation est requise sur le moyen terme mais dont l'effet est avéré. D'autres modifications sont moins nettes et tout en étant probables demandent une confirmation, vraisemblablement sur le plus long terme. Enfin un certain nombre d'effets n'ont pas été mis en évidence :

Modifications effectives

1. Augmentation du nombre d'espèces (diversité β).
2. Augmentation du pourcentage d'espèces de grande taille et/ou emblématiques et recherchées par la pêche.
3. Modification de la structure du peuplement:
Plus de petits poissons

Plus de grands poissons (nouvelles espèces de grande taille et plus de grands individus dans les espèces d'origine)

Moins de poissons de taille moyenne

4. Structure trophique modifiée (augmentation du pourcentage de prédateurs ichtyophages : prédateurs de haut niveau consommant des poissons).

Effets demandant confirmation sur le long terme

5. Évolution des effectifs totaux de poissons.
6. Évolution de la biomasse globale et de la productivité du système.
7. Effets de la protection de l'aire sur la reproduction.

Effets non apparents

8. Modifications de la composition du peuplement en termes de catégories écologiques.
9. Effets de source (sortie massive de jeunes poissons nés dans la réserve) ou de débordement (sortie d'adultes par suite de surpeuplement dans la réserve).

QUESTIONS EN SUSPENS, PERSPECTIVES ET ORIENTATIONS FUTURES

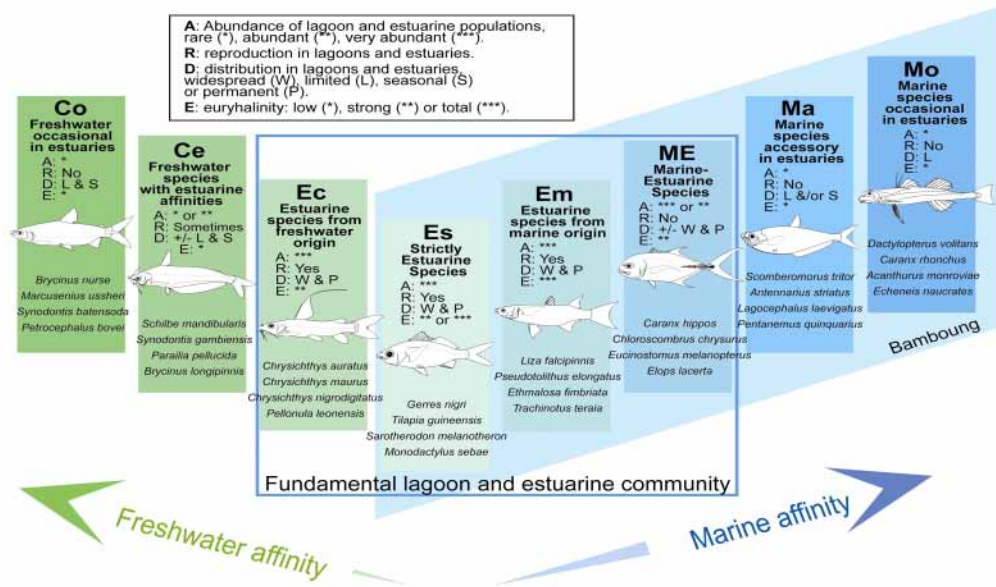
1. Des changements immédiats sont apparus très rapidement après la mise en place de la réserve il y donc eu un effet d'appel (sanctuaire), celui-ci peut-il se transformer en effet de puits ?
2. Les méthodes acoustiques ont confirmé les premiers effets mais demandent à être analysées plus avant et seront incluses dans le prochain rapport.
3. Le changement qualitatif de la diversité est avéré, mais l'effet d'échantillonnage passif (augmentation de la richesse due essentiellement à l'augmentation de l'effort d'échantillonnage) n'est pas totalement écarté.
4. L'étude des effets de l'AMP sur les zones extérieures doit être intensifiée et conduite sur les aires voisines et sur un bolon proche analogue à Bamboung.
5. En relation avec les effets de la reproduction, le rôle des migrations doit être mieux cerné afin de déterminer l'intérêt d'éventuels « corridors » de migration.

Références bibliographiques

- Albaret (J.J.), Simier (M.), Sadio (O.), 2005 – *Suivi biologique des peuplements de poissons d'une aire protégée en zone de mangrove : le bolon de Bamboung (Sine Saloum, Sénégal). Rapport final*. Rapport de convention Narou Heuleuk/ AFD/ IRD, Dakar, juillet 2005. 80 pp.
- Albaret (J.J.), 2003 – *Caractérisation de l'état de référence des peuplements de poissons d'une aire protégée en zone de mangrove : le bolon de Bamboung (Sine Saloum, Sénégal)*. Rapport de convention Narou Heuleuk/ AFD/ IRD, Dakar, décembre 2003. 50 pp.
- Albaret (J.J.), 2004 – *Suivi biologique des peuplements de poissons d'une aire protégée en zone de mangrove : le bolon de Bamboung (Sine Saloum, Sénégal). Rapport d'étape*. Rapport de convention Narou Heuleuk/ AFD/ IRD, Dakar, juillet 2004. 18 pp.
- Albaret (J.-J.), Simier (M.) & Tito de Morais (L.), 2006. Biological survey of fish assemblages in a Protected Area located in a mangrove estuarine zone: the Bamboung Bolong (Sine Saloum, Sénégal). Communication orale. International Conference on Coastal Ecosystems: Towards an Integrated Knowledge for an Ecosystem Approach for Fisheries. June 26 - 29, 2006. Campeche, Mexico.
- Coffy (A.), 2005 – *Analyse des données du suivi biologique d'une aire marine protégée en zone de mangrove dans l'estuaire du Sine Saloum, Sénégal*. Master 1 « Biologie, Géosciences, Agroressources, Environnement », Université Montpellier II, Montpellier, France. 24 pp. + annexes.
- Melis (B.), 2002 – *Projet de préservation des ressources halieutiques par les communautés de pêcheurs. Narou Heuleuk. Aire marine protégée du Bamboung*. Océanium publ., Dakar : 13 pp.
- Trape (S.), 2003 – *Contribution à la caractérisation de l'état de référence d'une aire marine protégée : le bolon du Bamboung (Sénégal)*. Maîtrise « Biologie des Populations et des Ecosystèmes marins ». Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II, France. 26 pp. + annexes.

Annexe 1.

Classification bio-écologique des espèces estuariennes et lagunaires d'Afrique de l'Ouest d'après Albaret, 1999.



Annexe 2.

Nom	Code	Latitude	Longitude
Bamboung01	B01	+ 13:46:30	- 016:31:27
Bamboung02	B02	+ 13:47:31	- 016:30:95
Bamboung03	B03	+ 13:47:87	- 016:30:29
Bamboung04	B04	+ 13:48:85	- 016:30:59
Bamboung05	B05	+ 13:48:95	- 016:30:79
Bamboung06	B06	+ 13:49:16	- 016:30:80
Bamboung07	B07	+ 13:49:64	- 016:31:16
Bamboung08	B08	+ 13:49:12	- 016:31:70
Bamboung09	B09	+ 13:49:62	- 016:32:11
Bamboung10	B10	+ 13:49:94	- 016:32:95
Bamboung11	B11	+ 13:50:15	- 016:33:51
Bamboung12	B12	+ 13:50:22	- 016:33:93

Liste des 12 stations définies par le protocole d'échantillonnage de l'AMP du bolon Bamboung.

Campagne	Date début	Date Fin	Nb coups
1	11/03/2003	12/03/2003	12
2	20/05/2003	22/05/2003	12
3	15/10/2003	16/10/2003	12
4	09/03/2004	10/03/2004	12
5	29/06/2004	30/06/2004	12
6	28/09/2004	29/09/2004	12
7	15/03/2005	16/03/2005	12
8	14/06/2005	15/06/2005	12
9	25/10/2005	26/10/2005	12
10	22/03/2006	23/03/2006	12
11	12/05/2006	13/05/2006	12
12			12
13			12
14			12
15			12

Liste des campagnes d'échantillonnage dans l'AMP du bolon Bamboung.

Annexe 3.

Liste des 73 espèces recensées dans le bolon de Bamboung, triées par famille. Code : code de l'espèce. Catégorie écologique (Cat. Ecol.) : voir Annexe 1. Catégorie trophique (Cat. Troph.) : 1=microphages ; 2=prédateurs mixtes ; 3=prédateurs ichthyophages. Occurrence (Occ.) : nombre de coups de senne où l'espèce est présente ; Effectif (Eff.) : en nombre d'individus ; Biomasse (Biom.) : en grammes.

Famille	Nom	Code	Cat. Ecol	Cat. Troph.	Occ.	Eff.	Biom.
Acanthuridae	<i>Acanthurus monroviae</i>	AMO	Mo	1	3	3	999
Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	AVU	Mo	2	1	1	17
Ariidae	<i>Arius heudelotii</i>	AHE	ME	2	1	1	1386
Ariidae	<i>Arius latiscutatus</i>	AGA	ME	2	62	1692	726555
Ariidae	<i>Arius parkii</i>	ARP	ME	2	42	541	326355
Batrachoididae	<i>Batrachoides liberiensis</i>	BLI	Ma	2	26	35	5691
Belonidae	<i>Strongylura senegalensis</i>	BES	Em	3	1	3	1122
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	TCR	Mo	3	4	14	3058
Blenniidae	<i>Hypleurochilus langi</i>	HLA	Es	2	1	4	3
Carangidae	<i>Alectis alexandrinus</i>	SAL	Mo	2	10	23	19780
Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	CHI	ME	2	7	8	3960
Carangidae	<i>Caranx rhonchus</i>	CRH	Mo	2	3	4	27
Carangidae	<i>Caranx senegallus</i>	CAS	ME	2	15	37	8944
Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHL	ME	1	28	3308	37438
Carangidae	<i>Lichia amia</i>	LIA	Ma	3	1	5	19700
Carangidae	<i>Trachinotus ovatus</i>	LGL	Ma	3	1	1	26
Carangidae	<i>Trachinotus teraia</i>	TFA	Em	2	21	60	106656
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>	CLC	Mo	3	2	2	34600
Cichlidae	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	THE	Es	1	7	117	14709
Cichlidae	<i>Tilapia guineensis</i>	TGU	Es	1	18	74	20665
Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	EFI	Em	1	67	27093	458982
Clupeidae	<i>Ilisha africana</i>	IAF	Em	1	16	1102	13626
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i>	SAU	Ma	1	1	1	20
Clupeidae	<i>Sardinella maderensis</i>	SEB	ME	1	99	9733	133028
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus monodi</i>	CYM	Mo	2	1	1	8
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus senegalensis</i>	CYS	Em	2	26	38	6445
Dasyatidae	<i>Dasyatis margarita</i>	DMA	Em	2	23	30	22685
Dasyatidae	<i>Dasyatis margaritella</i>	DAM	Em	2	25	35	15888
Drepaneidae	<i>Drepane africana</i>	DAF	ME	2	8	15	293
Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i>	ENA	Mo	2	3	5	197
Elopidae	<i>Elops lacerta</i>	ELA	ME	3	26	235	57821
Elopidae	<i>Elops senegalensis</i>	ELS	Ma	3	5	18	8739
Ephippidae	<i>Chaetodipterus goreensis</i>	CHG	Mo	1	2	6	143
Ephippidae	<i>Chaetodipterus lippei</i>	CLI	Ma	1	8	46	17187
Exocoetidae	<i>Fodiator acutus</i>	FAC	Ma	1	7	15	294
Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	GME	ME	2	126	1290	24238
Gerreidae	<i>Gerres nigri</i>	GNI	Es	2	111	1632	56281
Gobiidae	<i>Chonophorus lateristriga</i>	GGU	Es	2	1	1	1
Haemulidae	<i>Brachydeuterus auritus</i>	BAU	ME	1	5	90	2467
Haemulidae	<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	PLM	Em	2	23	39	22317
Haemulidae	<i>Pomadasys incisus</i>	PIN	Ma	2	5	65	2274
Haemulidae	<i>Pomadasys jubelini</i>	PJU	Em	2	27	223	34966
Haemulidae	<i>Pomadasys perotaei</i>	PPE	Em	2	33	141	17420
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	HBR	Em	3	3	8	496
Lutjanidae	<i>Lutjanus dentatus</i>	LUD	Mo	3	3	3	6516
Lutjanidae	<i>Lutjanus goreensis</i>	LGO	Ma	3	34	68	67124
Monodactylidae	<i>Monodactylus sebae</i>	PSB	Es	2	41	349	19974
Moronidae	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	DPU	Mo		1	1	86

Mugilidae	<i>Liza dumerili</i>	LDU	Em	1	34	2419	238180
Mugilidae	<i>Liza falcipinnis</i>	LFA	Em	1	51	429	37387
Mugilidae	<i>Liza grandisquamis</i>	LGR	Em	1	22	227	17291
Mugilidae	<i>Mugil bananensis</i>	MBA	ME	1	17	204	22620
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	MCE	ME	1	2	11	1021
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	MCU	Em	1	37	472	53393
Myliobatidae	<i>Pteromylaeus bovinus</i>	PTB	Mo	2	2	2	61100
Paralichthyidae	<i>Citharichthys stampflii</i>	CST	Em	2	10	14	116
Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i>	GDE	ME	2	31	346	7315
Polynemidae	<i>Polydactylus quadrifilis</i>	POQ	ME	3	13	31	99290
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>	PBR	ME	3	11	17	15972
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus elongatus</i>	PEL	Em	2	6	15	2333
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	PSN	Ma	3	5	10	1101
Scombridae	<i>Orcynopsis unicolor</i>	OUN	Mo	3	3	8	453
Scombridae	<i>Scomberomorus tritor</i>	CTR	Ma	3	1	1	355
Serranidae	<i>Epinephelus aeneus</i>	EAE	ME	3	3	3	410
Sparidae	<i>Diplodus bellottii</i>	DBE	Mo	2	2	3	89
Sphyraenidae	<i>Sphyraena afra</i>	SPI	ME	3	9	12	32186
Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i>	SGU	ME	3	3	5	377
Syngnathidae	<i>Hippocampus algiricus</i>	HPU	Ma	1	1	1	2
Syngnathidae	<i>Syngnathus pelagicus</i>	SPE	Ma	1	1	1	1
Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>	TMY	Mo	3	1	1	18
Tetraodontidae	<i>Ephippion guttifer</i>	EGU	ME	2	32	50	37255
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	LLA	Ma	2	1	1	7
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	SSP	Mo	2	5	6	81