

Les grands traits évolutifs du peuplement de poissons 2003-2011

ECOUTIN Jean Marc, SIMIER Monique et SADIO Oumar

Les aires marines protégées, où l'extraction biologique est totalement interdite, ont des effets positifs sur le peuplement protégé à l'intérieur de l'AMP, notamment sur la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse du peuplement ou de certaines populations de celui-ci et sur la taille des individus (Halpern 2003 ; Gell et Roberts 2003 ; Lester et al. 2009). De nombreuses méta-analyses portant sur plusieurs AMP, d'écosystèmes différents (côtier, marin, récifal, estuarien), de surface variable, de longévité différente ont montré ces effets directs ou indirects à plus ou moins longue échéance (Côté et al. 2001 ; Halpern 2003 ; Lester et al. 2009).

L'objet de ce chapitre est de présenter l'évolution interannuelle de différents indicateurs liés à la richesse spécifique, à l'abondance numérique, à la biomasse et aux structures démographiques pour analyser leurs réponses après 8 années de mise en défens de l'AMPc de Bamboung. Ces évolutions sont analysées à la fois à partir du peuplement dans sa totalité et aussi à partir des guildes trophiques et écologiques. Enfin les résultats sont interprétés au regard des effets attendus d'après la littérature internationale.

L'analyse proposée ici est effectuée à partir du protocole d'échantillonnage appliqué à l'AMP de Bamboung après 2007, à savoir : 3 campagnes annuelles et 5 stations de pêche par campagne situées à l'intérieur des limites de l'AMP (Fig. 1.5b). Ce protocole a été réappliqué aux campagnes effectuées entre 2003 et 2007 pour comparer de façon équilibrée les années entre elles.

Résultats

L'étude porte sur la période comprise entre 2003 (année avant la mise en défens) et 2011, soit 9 années ; cela correspond à 27 campagnes et à 135 coups de pêche. Sur ces 135 coups, seuls deux ont fourni une prise nulle. Toutefois, il faut noter que la campagne d'octobre 2011 fournit des résultats étonnants avec un des coups nuls décrits ci-dessus, mais aussi avec une prise moyenne par coup de pêche pour l'ensemble de la campagne de 1,05 kg.

Les résultats sont présentés à l'échelle du peuplement de poissons, en analysant l'évolution annuelle des indicateurs de richesse, abondance, biomasse, niveau trophique ou descriptifs de la structure démographique (taille moyenne, taille maximale, distribution des fréquences de taille) avec un regard suivant l'appartenance des espèces à une catégorie écologique ou trophique.

Inventaire spécifique, richesse

Suivant le protocole d'échantillonnage retenu (5 stations intra AMP), 70 espèces de poissons ont été inventoriées au cours de l'étude ; elles appartiennent à 37 familles (annexe 5.1). La famille la plus riche en espèces est celle des Carangidae (7 espèces), suivie des Mugilidae

(6 espèces) et des Haemulidae (5 espèces). Plus de 50% des familles ne sont représentées que par une espèce.

Sur l'ensemble de l'étude, les espèces Marines Estuariennes (ME) représentent 30% des espèces, celles Estuariennes d'origine marine (Em) 24% et celles Marines occasionnelles (Mo) 16% (Fig. 5.1). En terme de catégorie trophique, les prédateurs de 2^{ème} niveau (p2-ge et p2-pi) regroupent environ 44% des espèces, les prédateurs de 1^{er} niveau environ 41% et les herbivore (he-de et he-ph) 13%. Il existe une espèce de catégorie trophique omnivore généraliste (om-ge) (Fig. 5.1 et annexe 5.1), mais cette espèce étant peu présente lors de cette étude, car observée seulement à 2 campagnes, n'est pas prise en compte dans la présente étude.

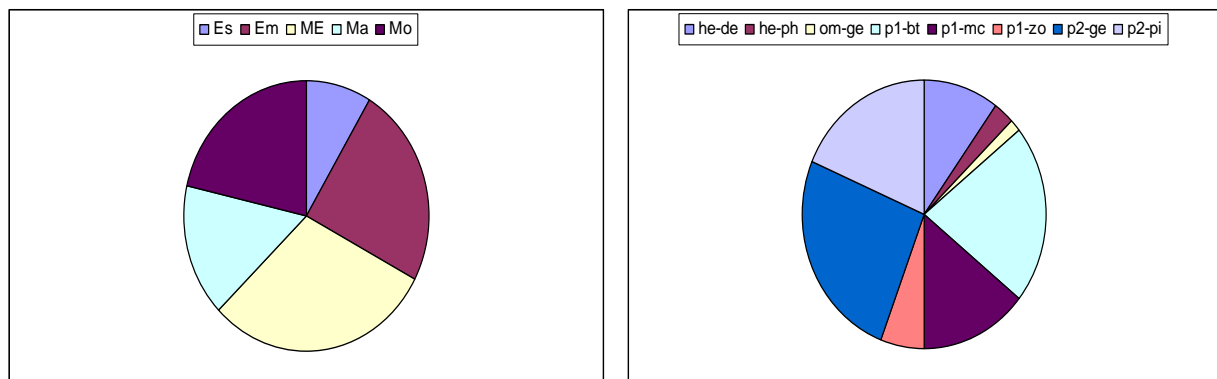


Figure 5.1 : Répartition (en %) des 70 espèces observées par catégories écologiques (gauche) ou par catégories trophiques (droite) dans le bolon de Bamboung entre 2003 et 2011. (Pour les libellés, voir chapitre méthodologie)

Tableau 5.1 : Liste des 15 premières espèces présentes par année (9), par campagne (27) et par coup de pêche (135) dans le bolon de Bamboung (2003-2011). (Pour les codes, voir Fig. 1.6 et Tab. 1.4).

Espèce	Catégorie écologique	Catégorie trophique	Nb année présence	Fréquence /campagne	Fréquence /coup	Présence 2003
<i>E. melanopterus</i>	ME	p1-mc	9	100,0	64,4	Oui
<i>G. nigri</i>	Es	p1-mc	9	100,0	57,7	Oui
<i>S. maderensis</i>	ME	p1-zo	9	96,3	54,8	Oui
<i>L. falcipinnis</i>	Em	he-de	9	92,6	34,8	Oui
<i>A. latiscutatus</i>	ME	p2-ge	9	88,8	42,9	Oui
<i>M. sebae</i>	Es	p2-ge	9	81,4	28,1	Oui
<i>E. fimbriata</i>	Em	he-ph	9	77,8	39,2	Oui
<i>P. perotaei</i>	Em	p1-bt	9	74,1	29,6	Oui
<i>A. parkii</i>	ME	p2-ge	9	70,4	22,9	Oui
<i>E. lacerta</i>	ME	p2-pi	9	66,6	23,7	Oui
<i>D. margaritella</i>	Em	p1-bt	9	62,9	14,8	Oui
<i>M. curema</i>	Em	he-de	9	55,5	15,5	Oui
<i>G. decadactylus</i>	ME	p2-ge	9	51,8	15,5	Oui
<i>E. guttifer</i>	ME	p1-bt	8	44,4	10,3	Oui
<i>T. guineensis</i>	Es	he-de	8	40,7	8,9	Oui

Quinze espèces sont présentes au moins 8 des 9 années de l'étude (Tab. 5.1). Treize d'entre elles ont été observées au moins une fois chaque année pour un taux de présence par campagne compris entre 100% (les 2 espèces de Gerreidae) et 41% (*T. guineensis* Tab. 5.1).

Toutes ces espèces ont été observées en 2003. Les 3 espèces les plus régulières (Tab. 5.1) peuvent être considérées comme présentes à chaque campagne et dans plus de 50% des coups de pêche. La plupart de ces 15 espèces appartiennent aux deux catégories écologiques dominantes (Em et ME) sauf *G. nigri* et *T. guineensis* qui sont des espèces estuariennes strictes. Toutes les catégories trophiques sont représentées (Tab. 5.1).

Sur l'ensemble de l'étude, la richesse par coup de pêche (0 à 24 espèces) est de 7,06 ($\pm 4,28$) espèces ; après la mise en défens, elle atteint une valeur de moyenne de 6,82 $\pm 4,22$ espèces. Bien que non significative (analyse de variance, $p >> 0,05$), l'évolution annuelle de cet indicateur décrit 3 périodes (Fig. 5.2) : la première (2003-2005) montre une diminution (20%) du nombre d'espèces par coup de pêche, la seconde (2005-2009) une augmentation de l'ordre de 15%, et la troisième (2009 à 2011) une diminution de 23%. Dans l'estuaire du Sine Saloum en 2002-2003, la richesse par coup de pêche est de 7,40 ($\pm 4,86$) espèces (Ecoutin et al. 2010).

La richesse spécifique annuelle est comprise entre 26 (en 2011) et 45 (en 2006) pour une valeur moyenne de 36,04 ($\pm 6,52$). La richesse annuelle observée en 2004 diminue par rapport à celle de 2003 ; de 2005 à 2009, elle est maximale ; 2010 et 2011 correspondent aux 2 années où la richesse est la plus faible (Fig. 5.2).

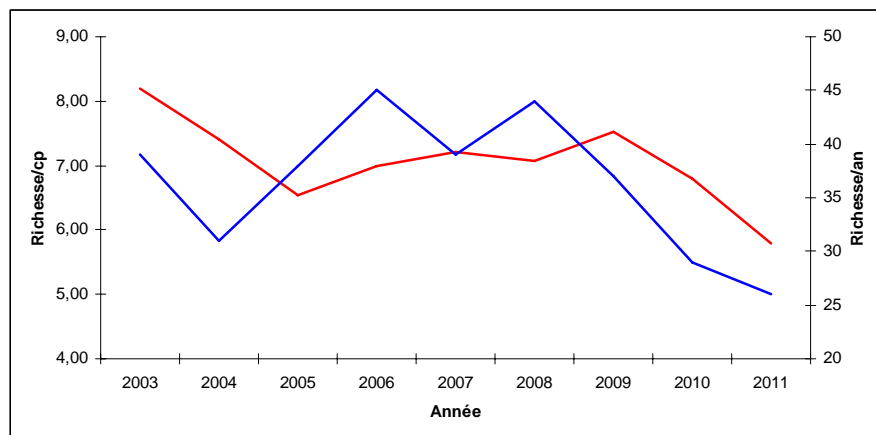


Figure 5.2 : Evolution annuelle de la richesse spécifique moyenne par coup de pêche (rouge, ordonnée gauche) ou par an (bleu, ordonnée droite) du peuplement de poissons du bolon de Bamboung.

La richesse spécifique calculée par catégorie écologique (Fig. 5.3) met en avant :

- une diminution régulière du nombre d'espèces de la catégorie estuarienne d'origine marine (14 en 2003 contre 10 en 2011) ;
- la présence entre 2006 et 2008 de la quasi totalité des espèces Marines accessoires recensées (entre 8 et 9 sur 11 espèces recensées) contre 3 à 5 les autres années ;
- un nombre important d'espèces Marines Estuariennes (ME) entre 2004 et 2010, malgré des fluctuations annuelles ;
- pour chaque catégorie écologique, des richesses en 2010 et 2011 toujours inférieures à la moyenne calculée sur toute la période ; en 2011, la contribution relative de chaque catégorie à la richesse totale est similaire à celle observée en 2003, mais avec un tiers de moins d'espèces observées par catégorie en 2011.

Analysée par catégorie trophique, l'évolution de la richesse est marquée par deux phénomènes : d'une part la diminution de la part relative des espèces herbivores (he-de et he-ph) entre 2004 et 2009 (23 à 8% de la richesse totale), d'autre part l'importance relative entre 2005 et 2009 des prédateurs de 2^{ème} niveau (p2-ge et p2-pi) qui contribue à 40% voire plus de

la richesse totale observée contre environ 33% les autres années. La diminution de la présence d'espèces herbivores est liée aux espèces de la famille des Mugilidae qui, de 6 au début de l'étude, terminent à 3 en 2011 et seules *L. falcipinnis* et *M. curema* sont observées tout au long de l'étude (annexe 5.1). A partir de 2010, la diminution de la richesse totale s'observe pour chacune des catégories trophiques, avec, en valeur relative, une augmentation du nombre d'espèces herbivores qui retrouve les valeurs observées en 2003 (de l'ordre de 20%).

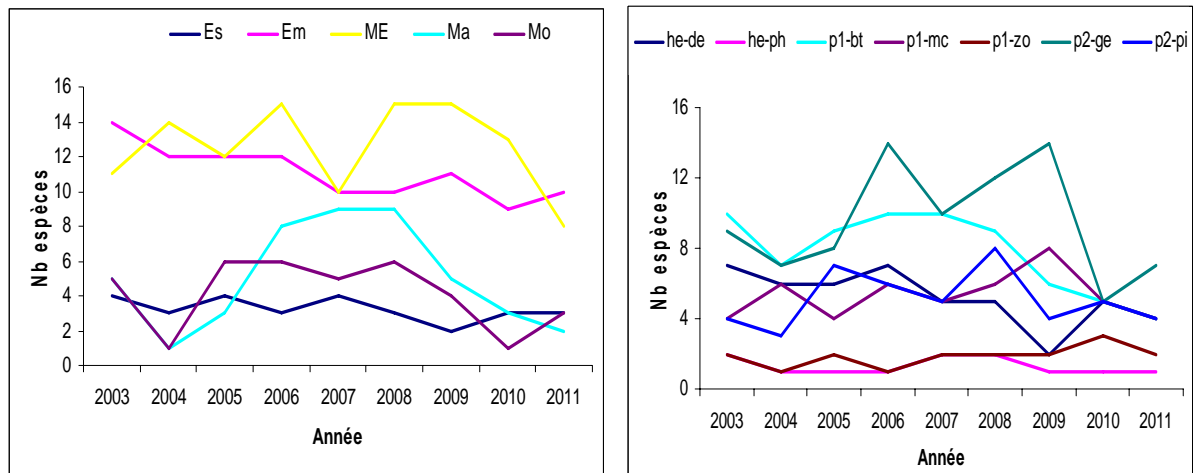


Figure 5.3 : Evolution annuelle de la richesse spécifique par catégories écologiques (gauche) ou trophiques (droite) du peuplement de poissons du bolon de Bamboung. (Pour les codes, voir Fig. 1.6 et Tab. 1.4)

Abondance

L'abondance par coup de pêche varie entre 0 individus (présence de 2 coups nuls) et presque 20 000 individus (annexe 5.2) pour une valeur moyenne de 411 individus ($\pm 1\ 760$). Ces fortes variations entre coups de pêche limitent les comparaisons qui pourraient être faites. L'évolution interannuelle de l'abondance par coup de pêche décrit 2 périodes (Fig. 5.4) : entre 2003 et 2009, une abondance qui varie entre 70 et 370 individus ; en 2010 et 2011, une augmentation importante de l'abondance qui atteint en 2011 une valeur supérieure à 1 500 individus par coup. Il existe une forte corrélation (Fig. 5.4, $r^2=0,98$) entre les variations d'abondance totale et celles d'*Ethmalosa fimbriata* (Clupeidae, Em, he-ph). En 2011, l'abondance de cette espèce représente plus de 50% de son abondance totale observée entre 2003 et 2011, mais dès 2009, l'abondance de cette espèce s'avère notable puisqu'elle représente plus de 70% de l'abondance totale de 2009. A une moindre échelle, une autre espèce participe aussi à l'augmentation d'abondance observée en 2010 et 2011 ; il s'agit de *S. maderensis* (Clupeidae, ME, p1-zo) avec une abondance pour ces 2 années contribuant à plus de 55% de son abondance totale observée au cours de l'étude (annexe 5.2).

En fonction de l'importance numérique de ces 2 espèces citées, deux catégories écologiques dominant en abondance, à savoir celle des Estuariennes d'origine marine (Em) et des Marines Estuariennes (ME) ; toutefois, la variation interannuelle de l'abondance décrit deux périodes : 2003 et 2008-2011 où les estuariennes d'origine marine représentent plus des 2/3 voire des 3/4 de l'abondance totale ; 2004-2007, où les ME participent globalement à plus 50% de l'abondance totale. Une 2^{ème} remarque porte sur l'évolution de l'abondance des Estuariennes strictes (Es) : à partir de 2007, leur abondance diminue régulièrement pour atteindre en 2011 40% des abondances observées en 2003 ou en 2004.

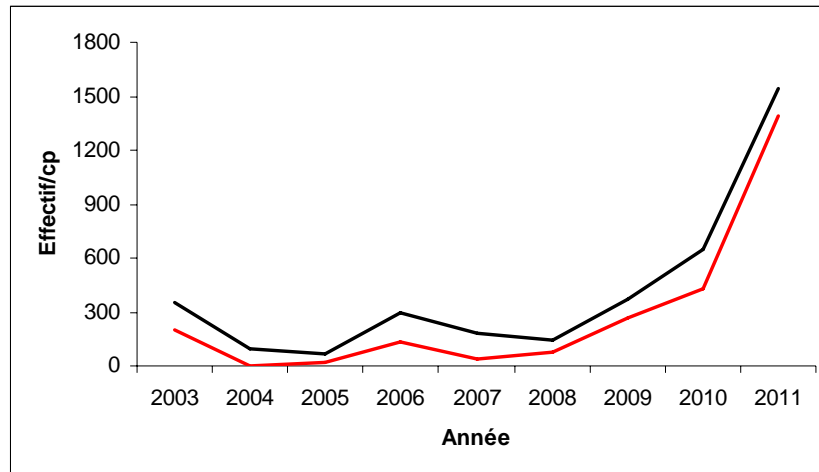


Figure 5.4 : Evolution annuelle de l'effectif total (noir) ou d'*E. fimbriata* (rouge) par coup de pêche dans le bolon de Bamboung.

En termes de catégories trophiques, 4 faits majeurs sont à noter, hors ce qui a déjà été indiqué pour les espèces *E. fimbriata* et *S. maderensis* :

- Dès la mise en défens, une diminution très forte de l'abondance des espèces détritivores, puisque la moyenne interannuelle de l'abondance après la mise en défens (2004-2011), est à peine plus de 5% de la valeur observée en 2003 ; la plus forte abondance observée, celle de 2008, représente 15% de celle avant la mise en défens.
- L'augmentation de l'abondance des espèces benthophages entre 2003 et 2011, avec une abondance maximale observée en 2011 de 165 individus contre 30 en 2003.
- L'augmentation de l'abondance des prédateurs généralistes (p2-ge), la moyenne des valeurs annuelles en période d'AMP est 6 fois supérieure à la valeur observée en 2003 et seule en 2011, l'abondance est inférieure à celle de 2003 (respectivement 39 contre 54). Cette valeur moyenne après mise en défens est liée à l'abondance forte d'*Arius spp.* observée lors d'un coup de pêche en 2007. Malgré tout, en supprimant ce coup de pêche, les valeurs observées entre 2004 et 2009 restent deux fois supérieures à celle observée en 2003.
- Le doublement en moyenne de l'abondance des espèces piscivores (p2-pi) après la fermeture de l'exploitation halieutique, avec 2 années présentant un pic d'abondance (2005 et 2011).

Biomasse

La biomasse par coup de pêche varie entre 0 et 725 kg (mars 2007) pour une moyenne par coup de pêche de 24,1 kg ($\pm 78,6$, annexe 5.3). Comme pour l'abondance, la forte variabilité des valeurs par coup de pêche rend difficile l'utilisation de tests de comparaison. La variation annuelle de la biomasse par coup (Fig. 5) est liée à celle de 2 groupes d'espèces :

- d'une part, la famille des Ariidae qui crée les variations de la biomasse totale entre 2006 et 2009 avec 2 pics de forte biomasse (2007 et 2009). L'année 2007 représente près de 60% de la biomasse totale capturée au cours de l'étude, l'année 2009 en représentant 24%. Les 2 espèces régulièrement présentes d'Ariidae (*A. latiscutatus* et *A. parkii*) participent conjointement à cette évolution interannuelle ($r^2=0,79$).

- d'autre part, *E. fimbriata*, qui, bien qu'étant une espèce de petite taille (TMO après mise en défens = 236 mm), montre en 2010 et 2011 du fait des très fortes abondances déjà décrites, des biomasses conséquentes (17% en 2010 et 57% en 2011 de la biomasse totale pour cette espèce).

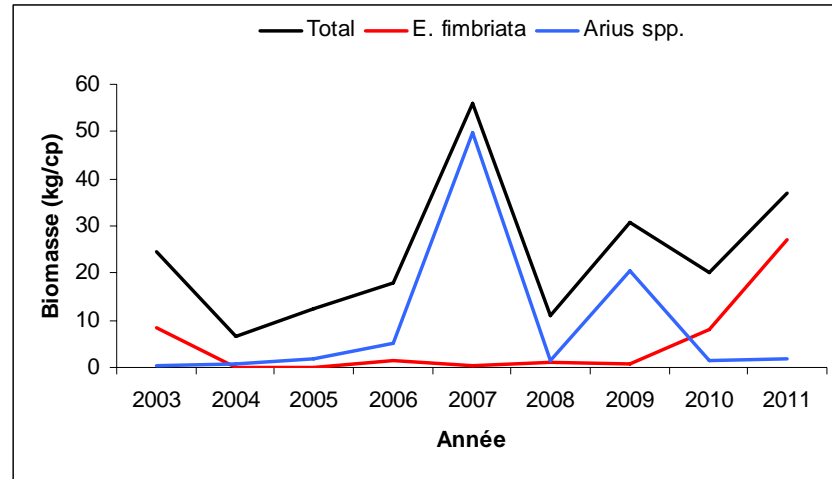


Figure 5.5 : Evolution annuelle de la biomasse (kg par coup de pêche) totale (noir), d'*E. fimbriata* (rouge) et d'*Arius spp.* (bleu) dans le bolon de Bamboung.

Pour les espèces Estuariennes d'origine marine (Em), l'évolution de la biomasse est totalement liée à celle d'*E. fimbriata* et, pour la catégorie Marine Estuarienne (ME), à celle des Ariidae. Toutefois, certaines évolutions sont caractéristiques (Fig. 5.6) :

- la biomasse des espèces estuariennes strictes (Es) diminue régulièrement pour atteindre entre 2009 et 2011 environ 12% de la valeur de 2003 (1,77 kg par coup de pêche) ;
- entre 2005 et 2011, la valeur annuelle de la biomasse des espèces Marines accessoires est entre 5 et 30 fois supérieure à celle de 2003 (0,06 kg/coup) ;
- en supprimant le poids des Ariidae de la catégorie ME (Fig. 6), la biomasse observée pendant la mise en défens, à l'exception de l'année 2007, est toujours 2 à 3 fois supérieure à celle de 2003 (1,21 kg/coup) ;
- entre 2004 et 2011, les biomasses observées pour les espèces Estuariennes d'origine marine (Em, hors *E. fimbriata* Fig. 6) sont toujours au moins 2 fois plus faibles que celle de 2003 (12,48 kg/coup).

De la même manière que pour les catégories écologiques, l'analyse par catégories trophiques est présentée hors *E. fimbriata* (he-ph) et hors Ariidae (p2-ge). L'ethmalose formant la principale voire l'unique espèce de sa catégorie, l'évolution de cette dernière ne présente plus d'intérêt. La biomasse de la catégorie des omnivores généralistes étant très faible, elle est aussi supprimée de la présente analyse. Les principales caractéristiques de l'évolution des biomasses annuelles sont présentées en figure 5.7 :

- à partir de 2004, la biomasse des espèces détritivores est inférieure à 5% de celle observée en 2003 (13,09 kg/coup) à l'exception de 2006 (11%) et de 2008 (18%) ;
- les espèces benthophages montrent des biomasses 2 à 5 fois supérieures après la mise en AMP (sauf année 2007) à la valeur de 2003 (0,74 kg/coup) ;

- entre 2004 et 2009, la biomasse des prédateurs généralistes (hors *Arius spp.*) est au minimum 3 fois supérieure à celle observée en 2003 ; mais, en 2010 et 2011, les biomasses sont du même ordre, voire inférieures, à celle de l'année de référence ;
- pour les espèces piscivores, la biomasse annuelle observée en période d'AMP est de 2 à 15 fois supérieure à celle de 2003 (0,39 kg/coup).

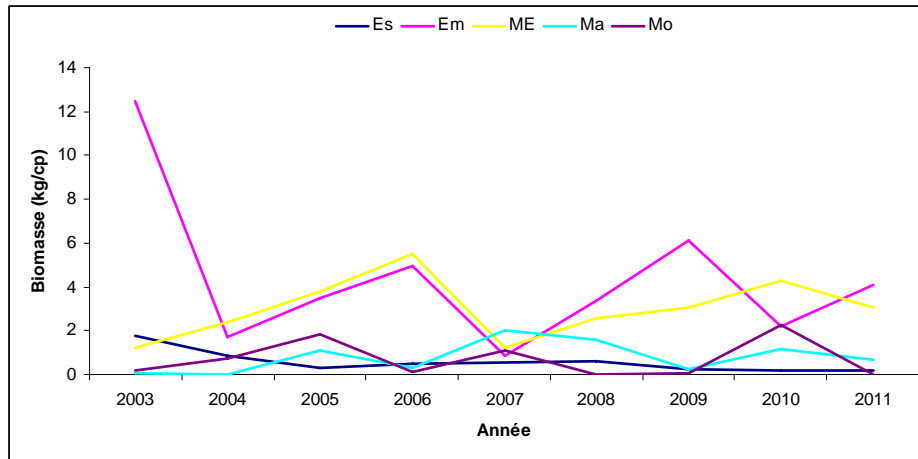


Figure 5.6 : Evolution de la biomasse (kg par coup de pêche) par catégorie écologique dans le bolon de Bamboung, les biomasses d'*E. fimbriata* (Em) et d'*Arius spp.* (ME) ne sont pas prises en compte.

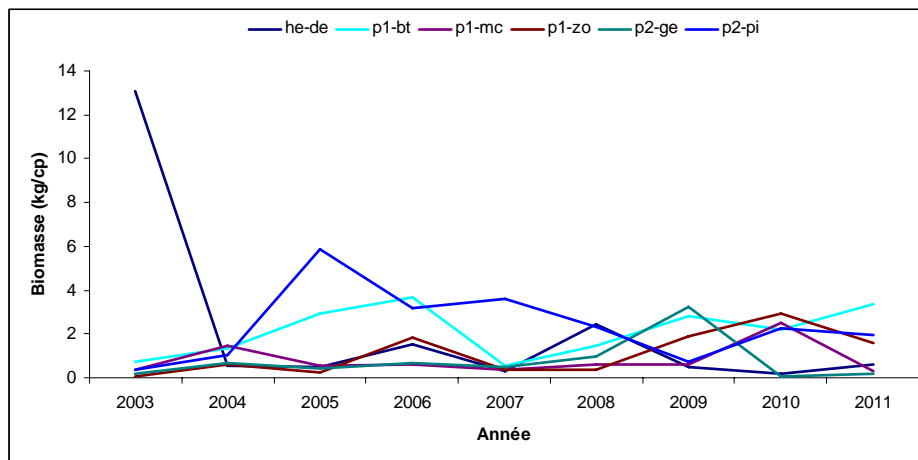


Figure 5.7 : Evolution de la biomasse (kg par coup de pêche) par catégorie trophique dans le bolon de Bamboung, les biomasses d'*E. fimbriata* (he-ph) et d'*Arius spp.* (p2-ge) ne sont pas prises en compte.

Niveau trophique

Le niveau trophique moyen annuel du peuplement de poissons de Bamboung est compris entre 3,06 ($\pm 0,48$) en 2003 et 3,58 ($\pm 0,47$) en 2005. Les niveaux trophiques moyens calculés sur le peuplement après la mise en défens sont supérieurs de 10% (sauf 2009-2010) à celui de l'année 2003 ; mais seules les années 2005 à 2007, avec une valeur limite pour 2004, sont significativement différentes de 2003 (test Tukey HSD, seuil de 95%). A partir de 2008, les valeurs obtenues (entre 3,31 et 3,39) ne sont statistiquement différentes ni de celle de 2003, ni de celles de 2004 à 2007 (Fig. 5.8).

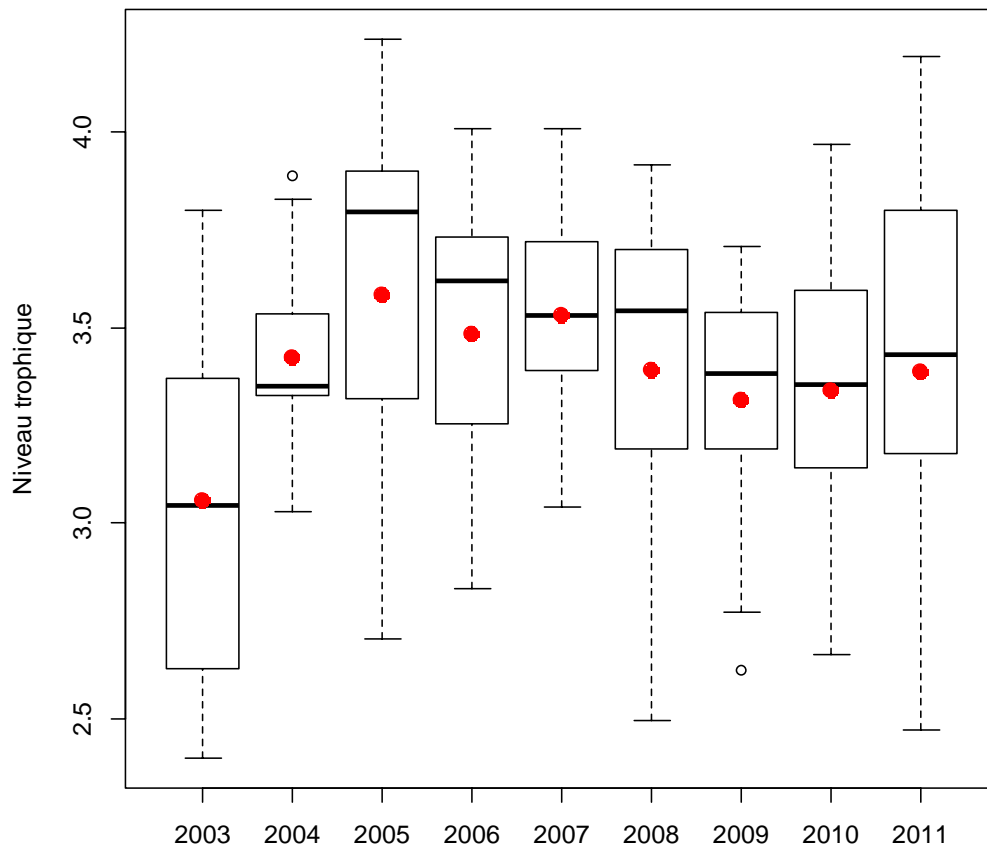


Figure 5.8 : Variabilité annuelle des niveaux trophiques moyens par coup de pêche. Les points rouges indiquent la moyenne de cet indicateur.

Structure en taille

Le plus petit individu mesuré (32 mm en longueur à la fourche) correspond à *E. fimbriata* et le plus grand (1 370 mm) à *Carcharhinus leucas*. Trois indicateurs sont analysés pour comprendre l'évolution du peuplement de poissons entre 2003 et 2011. Il s'agit de la taille maximale observée (TMO), de la taille moyenne (Lmoy) et de la distribution de fréquences de taille (DFT).

Taille maximale observée

A partir de 2005, le **plus grand individu mesuré** au cours d'une année est de taille toujours supérieure de 125 mm au minimum, à celle mesurée en 2003 (695 mm, Tab. 5.2). Les moyennes annuelles de la **taille maximale observée**, calculée à partir du plus grand individu mesuré par coup de pêche (soit 15 valeurs puisqu'il y a 15 coups de pêche par année), sont comprises entre 365 mm (± 150) en 2003 et 511 mm (± 302) en 2005. L'évolution annuelle montre une augmentation de cet indicateur entre 2003 et 2005, puis une stabilisation après 2005 entre 400 et 480 mm (Fig. 5.9) ; malgré tout, en raison des fortes variabilités intra annuelles, ces différences ne sont pas significatives (analyse de variance, $p \gg 0,05$).

En termes de catégories écologiques, seules les catégories à affinité marine décrivent des évolutions temporelles typées : pour les espèces Marines Estuariennes (Fig. 5.10), cet indicateur augmente de 2003 (225 mm) à 2006 (420 mm), puis se stabilise autour de 380 mm après 2008 ; le schéma est légèrement différent pour les espèces marines accessoires avec une augmentation entre 2003 (170 mm) et 2005 (381 mm), puis des valeurs variables mais avec une tendance à l'accroissement de la taille maximale ; enfin pour les espèces marines occasionnelles, les variations observées sont très fortes liées à l'observation, souvent aléatoire, dans le bolon d'un individu de grande taille (Fig. 5.10). Pour la catégorie estuarienne stricte, aucune variation n'est observée ; quand à celle estuarienne d'origine marine, cet indicateur montre une légère tendance à la diminution des valeurs moyennes annuelles.

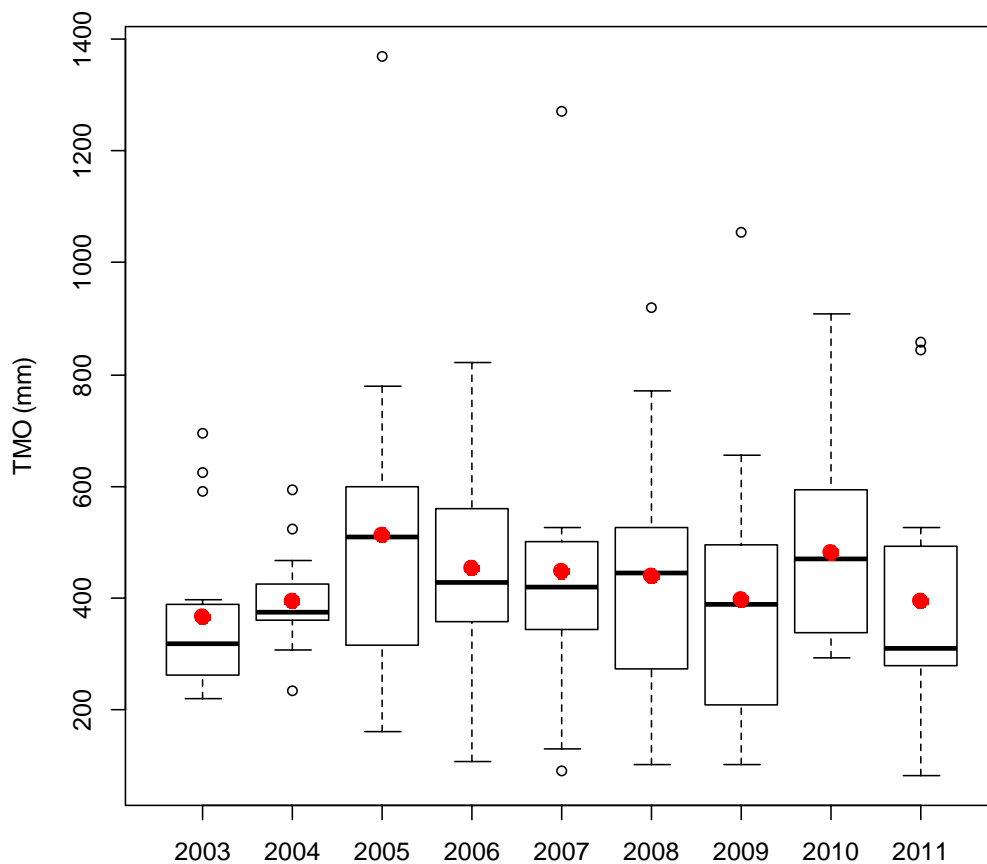


Figure 5.9 : Variabilité annuelle de la taille maximale observée (TMO) par coup de pêche dans le bolon de Bamboung. Les points rouges indiquent la moyenne de cet indicateur.

L'analyse par catégorie trophique montre 5 schémas d'évolution des tailles maximales observées :

- D'une année sur l'autre, la variation du plus grand individu mesuré est forte et la moyenne annuelle de cette taille maximale par coup de pêche diminue ; c'est le cas des espèces phytophages (he-ph) et donc de l'ethmalose principalement ; la valeur moyenne observée en 2003 (206 ± 56 mm) varie autour de 80-120 mm les années suivantes bien que l'on observe de temps en temps un individu de taille supérieure à 200 mm.

- La taille du plus grand individu mesuré diminue d'année en année, mais la moyenne de la taille maximale par coup de pêche ne varie pas ; ce schéma est représenté par les herbivores détritivores.
- La taille du plus grand individu mesuré chaque année augmente, mais la moyenne par coup de pêche ne varie pas ; les espèces microphages (p1-mc) et zooplanctonophages (p1-zo) décrivent ce cas.
- La taille du plus grand individu observé chaque année augmente malgré de fortes variations dans cette tendance et la valeur moyenne annuelle augmente vers des valeurs maximales entre 2005 et 2008, puis diminue pour atteindre des valeurs égales ou inférieures à 2003 ; ici se placent les espèces des catégories benthophages (p1-bt) et piscivores (p2-pi).
- Enfin, à la fois la taille du plus grand individu mesuré annuellement et la valeur moyenne par coup de pêche augmentent jusqu'à un maximum observé en 2006, puis les valeurs observées se stabilisent tout en restant toujours supérieures aux valeurs de 2003 ; les prédateurs généralistes représentent ce schéma.

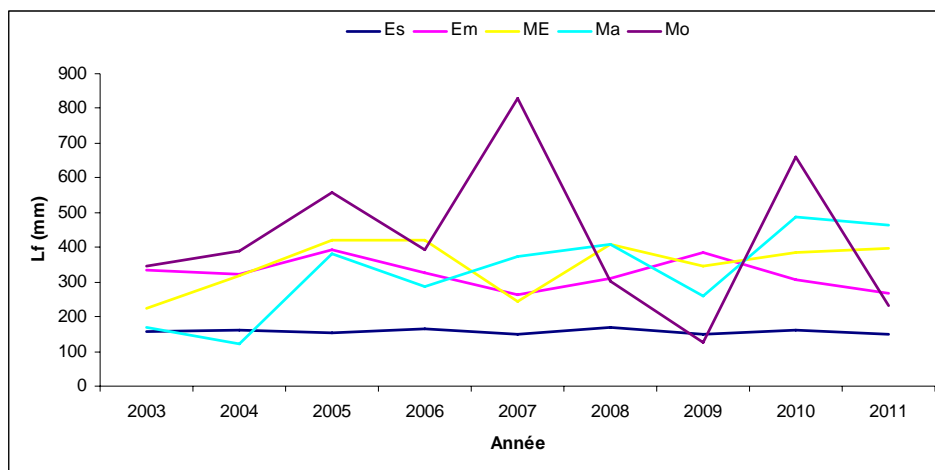


Figure 5.10 : Evolution annuelle de la taille maximale observée par coup de pêche par catégorie écologique.

Tableau 5.2 : Evolution annuelle des indicateurs de structure de taille du peuplement de poissons du bolon de Bamboung, 2003-2011.

Indicateurs	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Moy. taille maximale par coup	365	393	511	452	448	439	398	480	394
Plus grand individu mesuré	695	595	1370	820	1270	920	1055	908	857
Moy. taille moyenne par coup	167	164	232	223	156	199	162	157	175
% grands individus (>30cm)	0,6	4,7	15,4	3,6	39,6	3,6	4,8	0,6	0,2
Valeur 1 ^{er} mode	9	9	8	9	9	9	8	9	10
Effectif 1 ^{er} mode	1145	566	199	1148	390	773	1048	3995	11357
Amplitude 1 ^{er} mode (cm)	6-15	6-16	7-18	7-12	7-18	7-16	6-12	7-15	7-13
Deux classes à effectif nul (cm)	35	43	47	51	53	53	57	49	46

Taille moyenne

La moyenne annuelle de la **taille moyenne par coup de pêche** est comprise entre 156 mm (± 80) en 2007 et 232 mm (± 105) en 2005 (Fig. 5.11, Tab. 5.2). Les valeurs estimées pour les années 2005 et 2006 (231 et 223 mm), bien que supérieures aux autres valeurs, ne sont pas

significativement différentes ($p > 0,05$) de celles des autres années (entre 156 et 175 mm) avec une situation intermédiaire en 2008 (199 mm). Pour 2005 et 2006, ces valeurs plus élevées sont expliquées par un coup de pêche d'effectif faible et d'individus de grande taille, la moyenne des tailles des individus pêchés étant alors de 500 mm voire plus (Fig. 5.11).

La taille moyenne par coup de pêche et par année pour les espèces estuariennes strictes reste stable entre 120 et 130 mm au cours de la période d'étude (Fig. 5.12). Celle des espèces estuariennes d'origine marine décrit 2 maxima en 2005 (269 mm) et en 2009 (232 mm) et 2 minima en 2007 (124 mm) et en 2010-2011 (160-180 mm). A partir de 2005 pour les espèces marines estuariennes comme pour celles marines accessoires, les tailles moyennes sont supérieures aux valeurs de 2003 ; mais, si, pour le premier groupe d'espèces, les moyennes après 2006, diminuent, pour le second, elles restent stables voire elles augmentent. Enfin l'évolution interannuelle des tailles moyennes par coup de pêche pour les espèces marines occasionnelles est similaire à celle observée pour les tailles maximales, ceci étant expliqué par les faibles abondances des espèces représentant cette catégorie écologique (Fig. 5.12).

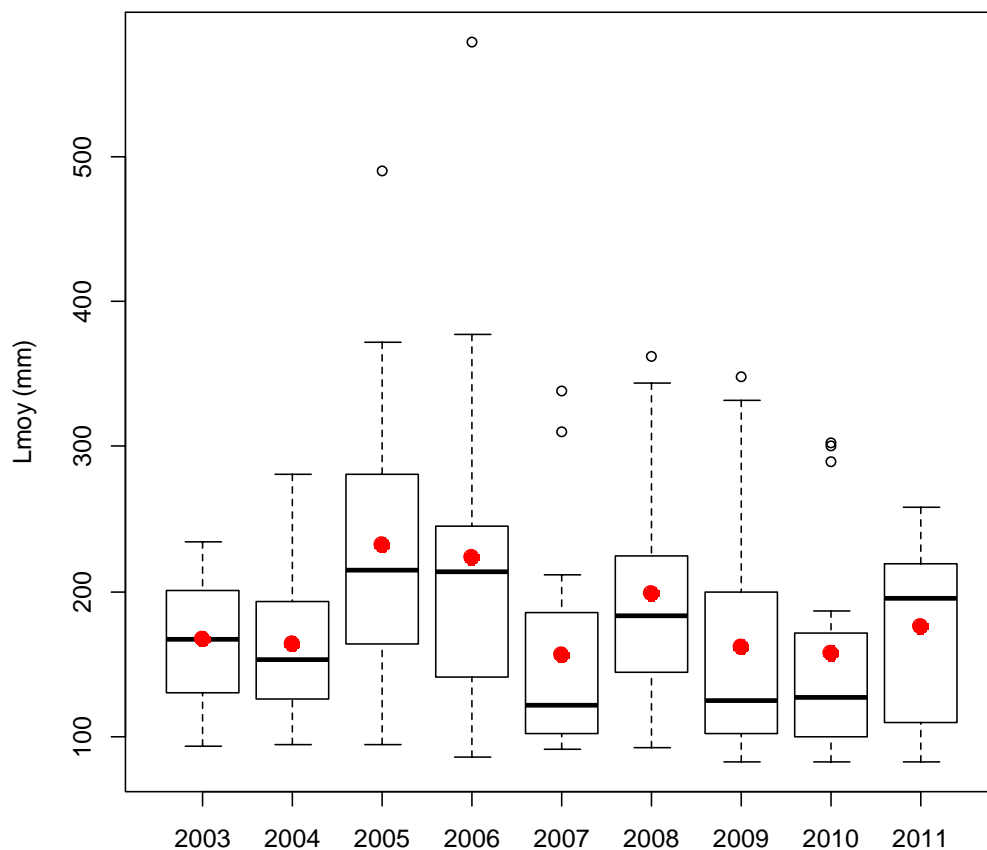


Figure 5.11 : Variabilité annuelle des tailles moyennes (Lmoy) par coup de pêche dans le bolon de Bamboung. Les points rouges indiquent la moyenne de cet indicateur.

Plusieurs schémas d'évolution interannuelle des moyennes de la taille moyenne par coup de pêche peuvent être décrits suivant les catégories trophiques :

- Le premier est celui des espèces phytophages avec une valeur forte en 2003 (166 ± 52 mm) ; les années suivantes, les moyennes sont toujours plus faibles et beaucoup sont inférieures à 100 mm. Les espèces zooplanctonophages répondent à un moindre degré

de ce schéma : avant la mise en défens, la moyenne est de 114 mm (± 18), et à l'exception de 2005, toutes les autres moyennes lui sont inférieures voire même inférieures à 100 mm.

- Le second schéma évolutif est décrit par les espèces détritivores, benthophages et microphages. A partir de la valeur calculée avant la mise en défens, une augmentation moyenne de 10 à 20 mm est observée avec pour une seule année, une valeur inférieure à l'observation de 2003.
- Les prédateurs généralistes fournissent le troisième schéma, celui de l'augmentation forte et significative de la moyenne annuelle de la taille moyenne par coup de pêche. A partir de la moyenne de 2003 (201 ± 71 mm), à l'exception de la valeur en 2007 proche de celle de l'année de référence, l'augmentation de cet indicateur est régulière pour atteindre en 2011, 313 mm (± 99).
- Enfin les piscivores décrivent un schéma de variations interannuelles importantes (307 mm en 2004, 490 mm en 2007) autour de la valeur de 2003 (429 ± 174 mm).

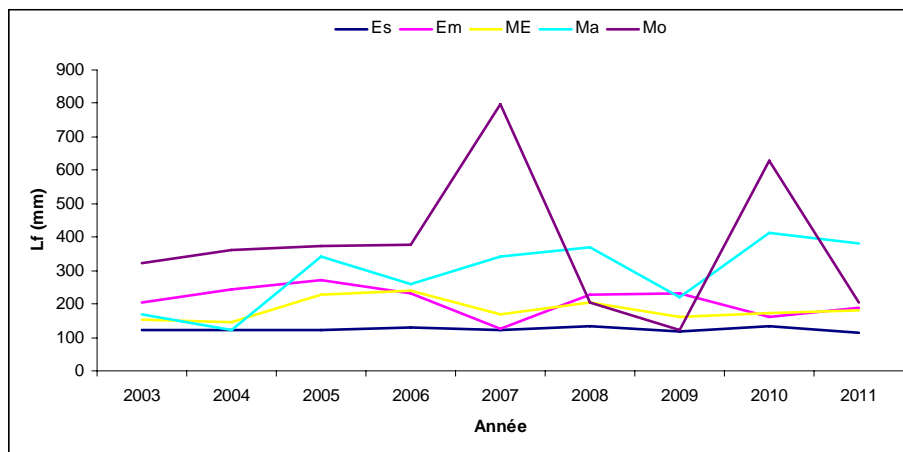


Figure 5.12 : Evolution annuelle de la taille moyenne par coup de pêche par catégorie écologique (description des codes, Fig. 1.6).

Distribution de fréquences de taille

L'analyse est présentée année par année au regard de la **distribution de fréquences de taille** de 2003. Les effectifs sont regroupés par classe de 1 cm et éventuellement transformés ($\log+1$) suivant la variabilité des effectifs par classe de taille. Pour chaque distribution représentée sur les figures, les longueurs sont tronquées à la classe de taille 60 cm pour mieux rendre visible les évolutions interannuelles dans la tranche 0-60 cm.

La distribution de fréquences de taille observée en 2003 (Fig. 5.13 noir), déjà décrite au chapitre sur l'état de référence, se présente sous une forme bimodale ; le premier mode centré sur la classe 9 cm, est d'une amplitude 6-15 cm pour un effectif modal de plus de 1 100 individus. Le second mode est beaucoup plus large (15-34 cm) pour une valeur modale autour de 20 cm et un effectif modal de plus de 400 individus. La fin de ce mode correspond à la première séquence de 2 classes de taille consécutives avec un effectif nul (Tab. 5.2). Le nombre de grands individus ($L_f > 30$ cm) correspond à 0,6% de l'effectif total.

Les distributions de fréquences de taille des années suivantes, présentées en 2 graphiques pour des raisons de lisibilité, présentent toutes un premier mode similaire à celui de l'année de référence (Fig. 5.13 et Tab. 5.2) : valeur modale 9 cm, quelquefois 8 cm (2005, 2009) ou 10

cm (2011) ; intervalle modale plus ou moins réduit suivant les années (Tab. 5.2) ; seul l'effectif modal varie entre 200-300 individus en 2005 et plus de 11 000 en 2011.

Le second mode observé en 2003 change complètement de forme en se transformant dès 2004 en un plateau avec une amplitude plus importante et un effectif par classe plus constant. Les années 2005 à 2007 accentuent ce phénomène : augmentation conjointe de l'amplitude du plateau et des effectifs par classe de taille. Le premier critère est confirmé par l'observation de la première séquence de 2 classes de taille consécutives nulles à des tailles plus élevées (Tab. 5.2) ; le second par l'analyse du pourcentage d'individus de taille supérieure à 30 cm (presque 40% en 2007). En 2008, ce plateau diminue à la fois en amplitude et en effectif par classe de taille (Fig. 5.13) ; toutefois la première séquence de 2 classes de taille à effectif nul est toujours au-delà des 50 cm (Tab. 5.2). En 2009, ce plateau se reforme en amplitude puisqu'il est visible jusqu'à plus de 55 cm. Enfin à partir de 2010, l'amplitude comme l'importance des effectifs par classe de taille diminue : le pourcentage de grands individus ($L_f > 30$ cm) est du même ordre qu'en 2003 et la première séquence de 2 classes consécutives à effectif nul s'observe pour des longueurs plus faibles (Tab. 5.2).

L'évolution entre 2003 et 2011 de la distribution de fréquences de taille des espèces estuariennes strictes (entre 3 et 27 cm) est marquée par la quasi disparition des individus de longueur supérieure à 15 cm ; ceux-ci représentent 55% des individus en 2003 contre moins de 10% à partir de 2009. Ce phénomène apparaît dès 2004.

En 2003, la distribution des fréquences de taille des espèces estuariennes d'origine marine explique très largement la distribution toutes espèces confondues (voir chapitre état de référence). Le second mode de taille, d'un effectif équivalent au premier mode en 2003, disparaît dès la première année de mise en défens et certaines classes de taille de ce second mode pourront certaines années présenter des effectifs conséquents ; ce mode ne sera jamais reformé comme en 2003. De façon globale, ces espèces ont des tailles comprises entre 3 et 69 cm. Le pourcentage de grands individus ($L_f > 30$ cm) est inférieur à 1% sauf en 2004 et 2005 où il approche, voire dépasse 10%.

C'est le groupe des espèces marines estuariennes (entre 4 et 105 cm) qui contribue le plus à l'évolution de second mode de tailles du peuplement de poissons de Bamboung. Le premier mode de la distribution est très centré sur 9 cm pour une amplitude de 5 à 6 cm. Par contre, le second mode, qui, en 2003, était d'amplitude faible (17-24 cm), voit celle-ci augmenter régulièrement jusqu'en 2009 (21-56 cm) et au cours de ces années là, montrer des effectifs par classe de taille conséquents (> 15 individus par classe). En 2010 et 2011, des individus de longueurs comprises entre 20 et 50 cm sont observés, mais en effectif faible par classe de taille (< 5 individus par classe). Cette évolution est largement traduite par l'indicateur du pourcentage de grands individus : de 1 à 4% en 2003-2004 et 2010-2011, il est souvent supérieur à 25% dans la période intermédiaire.

En 2003, les espèces marines accessoires sont représentées par des individus de petite ou moyenne taille (11-24 cm) et peu nombreux. A partir de 2005, ils sont plus nombreux pour des tailles comprises entre 5 et 60 cm. Les années 2007 et 2008 sont celles où ces espèces sont les mieux représentées. Nul en 2003 et 2004, le pourcentage de grands individus est supérieur à 50% dès 2005 pour atteindre 90% à la fin de l'étude.

Les espèces marines occasionnelles observées à Bamboung ont des tailles comprises entre 6 et 127-137 cm (2 individus de *C. leucas*). La distribution de fréquences de taille ne décrit aucune structure intéressante. Le pourcentage annuel de grands individus est généralement entre 1 et 4% sauf en 2005 (15%) et 2007 (40%).

Les espèces détritivores (he-de) sont observées dans le bolon à des tailles comprises entre 11 et 32 cm, pour une plage réelle d'observation entre 17 et 27 cm. En 2003, de nombreux individus ont été observés. Dès la mise en défens, les effectifs par classe de taille sont très faibles bien que l'amplitude de taille soit la même. Seules les années 2006 et 2008 montent une présence d'individus qui, sans être au niveau de celle observée en 2003, est un plus soutenue.

Les tailles des espèces phytophages (he-ph) sont comprises entre 3 et 29 cm. Le premier mode de distribution de fréquence de taille, presque toujours bien marqué s'agrandit tant en effectif qu'en amplitude à partir de 2009. En revanche, le second mode, bien formé en 2003, est faiblement visible uniquement en 2009 et 2010.

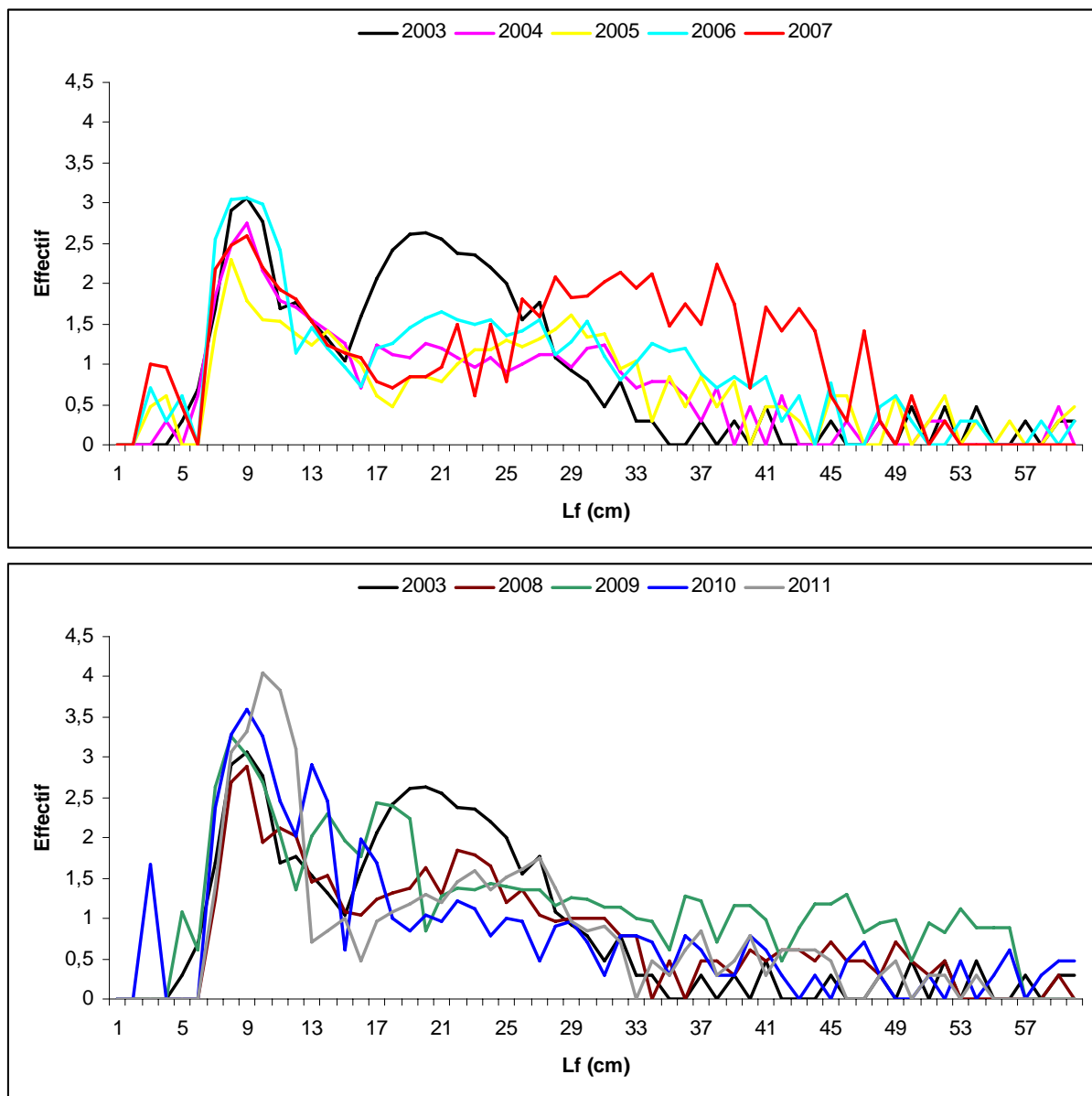


Figure 5.13 : Distribution de fréquences de taille (effectif en log+1) : 2004 à 2007 (haut), 2008 à 2011 (bas). L'année de référence 2003 est présentée sur chacune des 2 figures.

Les espèces benthophages (p1-bt) sont de taille comprise entre 3 et 66 cm. A l'exception de 2011, des individus ont été observés chaque année sur l'ensemble de cette gamme de taille, à

raison de 1 à 5 individus par classe de taille, les classes n'étant pas contiguës. En 2011, la plupart des individus sont compris entre 23 et 28 cm et correspondent à la capture d'un même coup de pêche. Sauf pour 2011 où il est très faible, le pourcentage de grands individus est compris régulièrement entre 15 et 39% (2006, 41%).

Les espèces microphages (p1-mc, taille comprise entre 4 et 66 cm) sont principalement observées entre 7 et 15 cm pour une valeur modale de 8-9 cm et des effectifs par classe de taille similaires quelle que soit l'année. Les grands individus ($L_f > 30$ cm) sont très rares pour cette catégorie.

De taille comprise entre 7 et 31 cm, les espèces zooplanctonophages font principalement partie du 1^{er} mode de la distribution générale de fréquences de taille. Le seul fait notable porte sur la variabilité interannuelle des effectifs par classe de taille.

La distribution de fréquences de taille des espèces Prédateurs généralistes est comprise entre 7 et 105 cm. La présence d'un premier mode n'est pas visible ; par contre le second en forme de plateau voit son amplitude augmenter dès 2004 et est visible jusqu'en 2001 ; l'importance des effectifs par classe de taille est observée en 2006, 2007 et 2009. Cela se traduit en un pourcentage de grands individus de 10 à 15% en 2003 et 2004, puis toujours supérieur à 30% avec un maximum de 70% en 2007 et 85% en 2011.

Les espèces piscivores, de taille comprise entre 10 et 137 cm, sont bien représentées entre les classes 25 et 40 cm pour un effectif par classe sur l'ensemble de la période supérieur à 10 individus, avec une présence chaque année. Pour les autres classes de taille, l'observation est irrégulière suivant les années. Le pourcentage de grands individus est toujours fort (23 à 65%) sauf en 2005, 2010-2011.

Discussion

D'une façon générale, très peu de tests statistiques ont permis de montrer l'existence à l'échelle annuelle de changements significatifs des indicateurs étudiés ; cela est la conséquence d'une forte variabilité intra-annuelle des prises par coup de pêche :

- liée à la présence, ou non, de concentrations ou de bancs de poissons face à un coup de pêche standardisé dans sa réalisation, sans recherche de poissons (voir chapitre méthodologie) ;
- liée à une variabilité environnementale forte tant quotidienne (marée) que mensuelle (cycle lunaire) ou saisonnière (saisons marines ou saisons hydro-climatiques) (voir chapitre environnement) ;
- liée à l'existence d'une AMP dans un estuaire très ouvert sur le plateau continental permettant ainsi des migrations à différentes échelles de temps de populations marines côtières de poissons dans l'estuaire (voir chapitre variations saisonnières).

Richesse et composition spécifique

Le peuplement de poissons observé dans le bolon de Bamboung entre 2003 et 2011 apparaît riche et diversifié avec 70 espèces identifiées ; il est composé de près des deux tiers des espèces inventoriées dans le Sine Saloum (114 espèces inventoriées selon Diouf, 1996).

La variation de la richesse spécifique observée par coup de pêche (0 à 24 espèces) ou par année (26 à 45 espèces) n'est pas significative. Toutefois les valeurs de ces 2 indicateurs

observées en 2010 et 2011 sont toujours les plus faibles de la série. L'évolution interannuelle non similaire de ces 2 indicateurs de richesse (diminution 2003-2005, légère augmentation 2005-2009, diminution 2009-2011 pour l'indicateur par coup de pêche contre diminution 2003-2004, valeurs fortes et régulières 2005-2008, diminution 2009-2011 pour l'indicateur par année) indique que la richesse annuelle observée dans l'AMP est forte au moins jusqu'en 2009, mais que la présence d'espèces régulières diminue au profit d'espèces occasionnelles. Ces espèces occasionnelles, à partir de 2009, participent à un moindre niveau à la richesse du bolon.

Plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour expliquer la richesse ichtyologique relativement élevée observée à Bamboung entre 2005 et 2009. Les caractéristiques marines des eaux du bolon (légère sursalure), liées à sa localisation à proximité de l'océan, permettent à un grand nombre d'espèces marines ou estuariennes à affinité marine de coloniser ce milieu. Cela est confirmé par les observations de Hedgpeth (1967) et Hodgkin et Kendrix (1984) qui précisent qu'une sursalure modérée paraît favorable à la richesse en espèces des milieux estuariens. Un autre facteur susceptible d'expliquer cette richesse spécifique est la diversité des habitats, liée à la présence de mangrove sur certaines rives, à son absence sur d'autres, à la présence de grandes zones découvertes à marée basse (vasières) et à la succession de vasques plus ou moins profondes ainsi que à la présence de nombreux bolon secondaires (Albaret et al. 2005). La mise en défens permet la protection et éventuellement la reconstitution de ces habitats (Gell et Roberts 2003). Enfin un troisième facteur, fonction de cette multitude d'habitats et de la restriction de l'exploitation halieutique, est lié à l'arrivée de prédateurs de tous niveaux attirés par la présence de proies facilement accessibles (Gell et Roberts 2003). Ces explications, qui, pour la période avant 2009, semblent plausibles, ne paraissent plus logiques pour interpréter la diminution de la richesse des deux dernières années de l'étude.

La richesse spécifique analysée par catégorie écologique montre 3 faits majeurs : la diminution régulière du nombre d'espèces estuariennes d'origine marine ; l'augmentation de la contribution de la part marine du peuplement (ME, Ma, Mo) entre 2005 et 2010, représentant la moitié voire les deux tiers des espèces présentes ; la diminution à partir de 2010 du nombre d'espèces pour toutes les catégories écologiques, y compris pour les espèces estuariennes strictes.

Abondance et biomasse

Entre 2003 et 2011, les variations annuelles de l'abondance sont fortement corrélées à celles d'*Ethmalosa fimbriata*, clupéidé pélagique fortement inféodé aux écosystèmes estuariens même s'il existe des populations en mer (Charles-Dominique et Albaret 2003). De la même manière, les variations de biomasse sont liées à celles de 2 groupes d'espèces : d'une part, *Arius spp.* qui forme le pic de biomasse de 2007 et 2009 ; d'autre part, *E. fimbriata* qui, bien qu'étant une espèce relativement de petite taille, mais contribue aux pics de 2010 et 2011 en raison de ses fortes abondances. Cette dernière espèce, abondante en 2003, présente mais non abondante entre 2004 et 2008, devient dominante en abondance (et en biomasse) à partir de 2009.

Niveau trophique

Dès la première année de mise en défens, l'augmentation du niveau trophique moyen par rapport à l'année de référence, est de 0,36, soit 12%, elle s'accroît les 3 années suivantes, puis se stabilise pour finir en 2011 à une valeur de +0,33, soit 9%. De nombreux travaux

mettent en avant qu'une diminution de 0.10 du niveau trophique moyen peut être considérée comme significative : ainsi Pauly et al. (2001), repris par Laurens et al. (2004), par Kantoussan et al. (2009) et par Ecoutin et al. (2012) entre autres, retiennent une valeur de -0.10 par décennie face à une surexploitation soutenue, comme valeur indicatrice de perturbation. Au regard des travaux cités et de l'augmentation observée à Bamboung, l'hypothèse de régénération du peuplement de poissons peut largement être soutenue.

Structures de taille

A l'échelle du peuplement, l'évolution interannuelle des moyennes de la **taille maximale par coup de pêche** n'est pas statistiquement significative ; toutefois, dès 2005 cet indicateur est toujours supérieur à sa valeur de 2003 ; cela est confirmé par l'indicateur **taille du plus grand individu mesuré** qui, à partir aussi de 2005, est toujours plus grand qu'en 2003. Il y a donc une tendance à l'augmentation de la taille maximale des individus du peuplement de poissons observée dans l'AMP. Cette augmentation est visible au cours de la seconde année de mise en défens et l'indicateur reste ensuite relativement stable sur toute la période d'observation. Toutefois l'indicateur décrivant le **pourcentage de grands individus dans le coup de pêche**, c'est-à-dire des individus de longueur supérieure à 30 cm, modère un peu cette analyse. Que ce soit en 2003 ou en 2010-2011, ces individus représentent moins d'1% de l'effectif du peuplement. Au cours des autres années de l'étude, ils contribuent à environ 4 à 5% du peuplement et la valeur observée en 2007 est le fait d'un coup de pêche présentant une forte concentration de grands individus. De façon globale, il faut considérer que la mise en AMP du bolon de Bamboung, a permis, dès 2005, l'apparition de grands, voire très grands, individus qui, d'année en année, ont continué à être observés, mais que la part globale de ces grands individus qui avait augmenté les six premières années, a retrouvé en fin d'étude, les valeurs d'avant la mise en défens.

L'évolution interannuelle de la **moyenne des tailles par coup de pêche** n'est pas statistiquement significative et ne montre pas de tendance à partir de l'année 2003. Les 2 seules années où cet indicateur est plus important que les autres années de l'étude, correspondent en fait à un coup de pêche avec une présence forte de grands individus.

Les **spectres de taille** annuels confirment l'évolution des indicateurs de taille déjà analysés. En 2003, la distribution est très nettement bimodale. Dès la mise en défens, le deuxième mode se transforme en un plateau qui s'élargit d'année en année vers des tailles plus grandes. Entre 2005 et 2009, les classes de taille qui forment ce plateau sont constituées par plusieurs individus ; à partir de 2010, ces effectifs par classe de taille diminuent fortement.

L'application de ces différents indicateurs au peuplement de poissons observé annuellement ne répond pas à l'attente exprimée dans les différentes synthèses déjà faites sur l'évolution temporelle du peuplement à l'intérieur d'une AMP (Lester et al. 2009). Seuls quatre d'entre eux apportent une information positive sur la mise en défens : il s'agit de l'indicateur niveau trophique moyen et des 3 indicateurs décrivant l'évolution des tailles maximales et de la présence de grands individus. Certains indicateurs, comme la richesse spécifique annuelle, iraient même à l'inverse de ce qui est attendu. Ceci va à l'encontre des travaux en cours sur les AMP qui mettent souvent en avant un effet rapide sur l'augmentation de l'abondance, de la biomasse et des structures de taille dans les premières années d'existence de l'AMP (Abesamis et Russ 2005 ; Russ et al. 2005 ; Babcock et al. 2010). Ecoutin et al. (à paraître) irait aussi dans ce sens à partir d'une étude sur le peuplement du bolon de Bamboung entre 2003 et 2007. Même si certains indicateurs suggèrent un effet positif suite à la création de

l'AMP de Bamboung, cela n'apparaît pas de façon évidente à l'échelle du peuplement dans son ensemble pour cette période plus longue.

Evolution par guildes fonctionnelles

Approche par guildes écologiques

La catégorie estuarienne stricte (Es) est composée principalement de 3 espèces observées régulièrement sur les 6 espèces inventoriées au cours de l'étude ; son abondance et sa biomasse diminuent régulièrement pour atteindre de faibles valeurs à la fin de l'étude. Cette évolution de l'abondance et de la biomasse est liée principalement à la raréfaction des individus de plus de 15 cm. Les quelques grands individus observés (15-27 cm) correspondent à l'espèce *Tilapia guineensis*, espèce qui aurait une capacité d'échanges avec le milieu avoisinant du Diomboss (Oudard 2009). Cette composante du peuplement est constituée d'espèces inféodées aux estuaires (définition *a priori* de cette catégorie écologique), y effectuant l'ensemble de leur cycle de vie et présentant des taux de reproduction souvent élevé. Les conditions environnementales ne leur étant pas défavorables, ce type d'évolution peut paraître paradoxal.

La composante du peuplement constituée par les espèces estuariennes d'origine marine (Em) voit aussi sa richesse spécifique diminuer en fonction du temps. Hors *Ethmalosa fimbriata*, son abondance et sa biomasse diminuent aussi très fortement. Les différents indicateurs de taille sont soit stables, soit présentant une légère tendance à la diminution. Les individus de cette catégorie forment majoritairement le 1^{er} mode quelles que soient les années et, en 2003, c'est cette composante qui constituait principalement le second mode. Dès 2004, les individus de taille comprise entre 16 et 27 cm, contribuent faiblement à la construction du spectre de taille du peuplement. Les espèces constituant cette catégorie écologique peuvent effectuer tout leur cycle de vie en estuaire tout autant que sur le plateau côtier marin.

La catégorie écologique des espèces marines estuariennes (ME) présente un schéma évolutif complètement différent des 2 précédentes. Dès la mise en défens, richesse spécifique, abondance et biomasse augmentent significativement. Il en est de même pour les indicateurs de taille et ce sont les grands individus de cette catégorie qui contribuent le plus à la formation et à l'importance du plateau formé par les grands individus du peuplement global. Cette catégorie est formée par des espèces se reproduisant exclusivement en mer, mais qui effectuent une partie importante de leur cycle de vie en estuaire, généralement la période juvénile du cycle. L'évolution des différents indicateurs montre donc que ces espèces ont largement profité de la mise en défens à la fois en abondance et en taille, certaines espèces dépassant même les tailles maximales observées habituellement dans ce type de milieu.

De nombreuses espèces de la catégorie marine accessoire (Ma) sont observées dans l'AMP entre 2006 et 2008 alors que ce n'est le cas ni au début de l'étude, ni à la fin. Mais cette forte richesse spécifique ne se traduit pas en abondance ou en biomasse. Seuls les indicateurs de taille montrent un réel effet de l'AMP sur cette catégorie écologique. En particulier, à partir de 2005, plus de la moitié voire les deux tiers de l'effectif observé dans l'AMP est constitué de grands individus ($L_f > 30$ cm), expliquant les tendances largement croissantes des autres indicateurs de taille tel le doublement ou le triplement de la taille maximale ou encore le doublement de la taille moyenne des populations d'espèces marines accessoires. L'AMP attirerait, de façon régulière, des grands individus de ces espèces.

La dernière catégorie écologique, celle des espèces marines occasionnelles (Mo), décrit un schéma d'occupation de l'AMP assez similaire au précédent : richesse spécifique légèrement

plus importante de 2005 à 2008, faible abondance et faible biomasse, présence de grands individus. Deux différences majeures apparaissent cependant entre ces deux catégories : d'une part, le rapport entre richesse annuelle observée et richesse totale qui ne dépasse jamais 40% (contre plus de 80% pour Ma) ; cela indique qu'il existe un remplacement régulier des espèces occasionnelles dans le Bamboung ; d'autre part, les indicateurs de taille ne sont pas aussi réguliers et constants que ceux des Ma, car ils présentent une variabilité inter annuelle forte. Ces espèces contribuent au peuplement de l'AMP de façon beaucoup plus aléatoire, ce sont plutôt des individus qui interviennent et non des espèces.

A travers sa structure en composantes écologiques, l'évolution du peuplement de poissons du bolon de Bamboung montre clairement une tendance forte, celle de la marinisation de ce peuplement avec d'une part, l'augmentation de la contribution de la composante à affinité marine (ME, Ma et Mo), d'autre part, la disparition des grands individus (toutes proportions gardées) des espèces à affinité estuarienne. Les populations d'espèces qui se reproduisent en estuaire sont constituées, à l'intérieur de l'AMP, d'individus de taille souvent inférieure à celle de 1^{ère} maturité sexuelle.

Approche par guildes trophiques

L'approche par catégorie trophique complète cette première description de l'impact d'une AMP sur le peuplement de poissons observé dans cette AMP.

La mise en défens du bolon de Bamboung a provoqué un réel déclin de la composante herbivore détritivore (he-de) : richesse diminuée de moitié, abondance et biomasse divisées par 10, diminution de la taille des plus grands individus mesurés. Cette catégorie est formée par 7 espèces, six sont des Mugilidae (Em ou ME) et la dernière, un Cichlidae (Es) ; ces espèces font partie de catégories écologiques à affinité estuarienne fortement impactées par la création de l'AMP. Les 2 espèces de Mugilidae qui intègrent la catégorie des espèces Marines Estuariennes, catégorie plutôt favorisée par la mise en défens, disparaissent des inventaires spécifiques annuels.

D'après Harrison et Whitfield (2012), la composante détritivore est une composante majeure d'un estuaire de l'ichtyofaune estuarienne. De même, les communautés de mangroves en Nouvelle Calédonie (Thollot et al. 1999) sont dominées en biomasse par les mugilidés. Toutefois, dans le contexte du Sine Saloum, Ecoutin et al. (2010) relie l'importance de ces espèces comme un indicateur de dégradation du milieu.

La catégorie des espèces herbivores phytophages (he-ph) n'est quasiment représentée que par *E. fimbriata*, donc l'évolution de cette catégorie rejoint ce qui a déjà été dit pour cette espèce.

La richesse spécifique des espèces benthophages (p1-bt) observées dans le bolon de Bamboung diminue de moitié à partir de 2009. L'abondance ne montrant de fortes variations interannuelles (sauf en 2011), l'augmentation de la biomasse par coup de pêche serait le résultat de l'accroissement des tailles des individus observés, ce qui n'est pas observé de fait : taille maximale relativement stable, taille moyenne à peine plus forte qu'en 2003, pourcentage de grands individus ne dépassant pas, sauf exception, 25 à 28%. La création de l'AMP a permis le développement de 2 espèces benthophages qui étaient pas ou peu présentes en 2003 ; elles forment dans la seconde partie de l'étude la biomasse dominante de cette composante.

Les espèces macrophages (p1-mc) ne semblent pas impactées par la création de l'AMP ; tous les indicateurs utilisés varient autour de la valeur de 2003 sans indiquer de tendance claire.

Ceci n'est plus le cas pour les espèces zooplanctonophages (p1-zo). La richesse spécifique annuelle reste stable autour de 2 espèces, mais dès la mise en défens, l'abondance et la biomasse augmentent sensiblement pour toute la durée de l'étude. Comme il n'y a pas réellement d'augmentation des indicateurs de taille, cela se traduit par une présence importante d'individus constituant le 1^{er} mode du spectre de taille. Cela est expliqué par l'espèce *S. maderensis* (ME) qui dans sa phase juvénile peut passer de longues périodes en zone estuarienne.

Les deux dernières catégories trophiques correspondent aux espèces prédatrices de second niveau (généralistes ou piscivores). Les indicateurs calculés montrent que la mise en défens du bolon de Bamboung a eu un effet très fort sur les espèces généralistes et sensible sur les piscivores. Deux éléments séparent ces 2 catégories : d'une part, pour les piscivores, une moindre présence marquée par moins d'espèces, une abondance plus faible et une biomasse plus réduite pour des individus plus grands ; d'autre part, une structure écologique des espèces différente :

- les piscivores sont majoritairement à forte affinité marine (Ma ou Mo), donc à présence plus irrégulière ; trois espèces sont, malgré cela, bien représentées *Elops lacerta* (ME) sur toute la période avec des indicateurs en augmentation, *L. gorensis* (Ma) et *P. quadrifilis* (ME) qui ne sont observées qu'après la mise en défens ;
- les espèces généralistes recouvrent toutes les catégories écologiques (1 Es, 4 Em, 8 ME, 2 Ma et 3 Mo). Les espèces à affinité marine (Ma et Mo) sont rares, peu abondantes et souvent de très petite taille, à l'exception de *B. liberiensis* observé plusieurs années de suite. En revanche, les espèces Marines Estuariennes (ME) sont régulièrement représentées et les deux espèces d'Ariidae (*A. latiscutatus* et *A. parkii*) contribuent largement à cette catégorie.

Interprété au travers de comportement trophique, le peuplement de poissons du bolon de Bamboung montre une tendance forte après la mise en défens, à une dominance de la prédation et en particulier de la prédation sur les poissons, crevettes et crabes ce qui correspond à la définition des deux catégories de prédateur de 2^{ème} niveau ; ceci se fait largement au détriment des consommateurs primaires herbivores. Sans être de même importance, la composante benthophage profite aussi de la mise en place de l'AMP. Le système aire marine protégée à Bamboung apparaît donc comme un lieu de nurserie temporaire ou plus régulier pour les prédateurs.

Conclusion : un impact différencié

L'analyse croisée de l'évolution des indicateurs entre les deux guildes fonctionnelles utilisées dans cette étude, apporte une vision différente de l'évolution du peuplement de poissons après sa mise en défens alors que l'analyse à l'échelle globale du peuplement ne laissait rien apparaître. L'AMP a mis en place un système où les populations marines côtières viennent plus ou moins régulièrement prélever leur part sur un stock estuarien. Ceci est déjà le fonctionnement normal d'un estuaire tropical. En effet, les estuaires sont souvent considérés comme jouant un rôle essentiel pour le développement des espèces marines côtières en constituant des zones de reproduction et de développement des juvéniles pour ces espèces (Whitfield 1999 ; Albaret 1999 ; Vidy 2000 ; Elliott et McLusky 2002 ; Martinho 2007).

Ce qui s'ajoute à ce fonctionnement largement décrit, c'est l'importance accrue de ce prélèvement trophique, amenant les populations estuariennes à des niveaux éventuellement limites de régénération. A l'échelle spatiale du Bamboung (3 km²), cela n'a sans doute pas grande influence sur les stocks du Sine Saloum (900 km²), mais, malgré tout, cela doit impérativement être pris en compte dans les futurs projets d'aménagement de cet estuaire.

Néanmoins, il faudra aussi percevoir à partir du bilan prédateur – consommateur primaire (marin – estuarien) les éventuels effets sur les activités de pêche de ces espèces qui tirent profit de l'AMP, car elles correspondent souvent à des espèces cibles voire emblématiques de la pêche artisanale sénégalaise.

Ce qu'il faut retenir :

L'application des différents indicateurs au peuplement de poissons observé annuellement ne répond pas à l'attente exprimée lors de la mise en place de l'Aire Marine Protégée de Bamboung. Seuls quatre d'entre eux apportent une information positive sur la mise en défens : il s'agit de l'indicateur de niveau trophique moyen et des 3 indicateurs décrivant l'évolution des tailles maximales et la présence de grands individus. Certains indicateurs, comme la richesse spécifique annuelle, iraient même à l'inverse de ce qui est attendu. Ceci va à l'encontre des travaux en cours sur les AMP qui mettent souvent en avant un effet rapide sur l'augmentation de l'abondance, de la biomasse et des structures de taille dans les premières années d'existence de l'AMP. Même si certains indicateurs suggèrent un effet positif suite à la création de l'AMP de Bamboung, cela n'apparaît pas de façon évidente à l'échelle du peuplement dans son ensemble pour cette période plus longue.

L'analyse croisée de l'évolution des indicateurs entre les deux guildes fonctionnelles, guildes écologique d'une part, guildes trophique d'autre part, apporte une vision différente de l'évolution du peuplement de poissons après sa mise en défens. L'AMP a mis en place un système où les populations marines côtières viennent plus ou moins régulièrement prélever leur part trophique sur un stock estuarien. Ceci est déjà le fonctionnement normal d'un estuaire tropical. En effet, les estuaires sont souvent considérés comme jouant un rôle essentiel pour le développement des espèces marines côtières en constituant des zones de reproduction et de développement des juvéniles pour ces espèces. Ce qui s'ajoute à ce fonctionnement largement décrit, c'est l'importance accrue de ce prélèvement trophique, amenant les populations estuariennes à des niveaux éventuellement à la limite d'une possible régénération des populations. A l'échelle spatiale du Bamboung (3 km²), cela n'a sans doute pas grande influence sur les stocks du Sine Saloum (900 km²), mais, malgré tout, cela doit impérativement être pris en compte dans les futurs projets d'aménagement de cet estuaire.

Annexe 5.1 : Liste des espèces inventoriées et occurrence annuelle dans le bolon de Bamboung entre 2003 et 2011. (Cat.ecol, catégorie écologique et Cat.troph, catégorie trophique, voir Fig. 1.6 et Tab. 1.4 ; *, espèce non observée auparavant dans le Sine Saloum).

Famille	Espèce	Cat ecol	Cat troph	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Acanthuridae	<i>Acanthurus monroviae</i>	Mo	om-ge	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	Mo	p1-bt	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ariidae	<i>Arius heudelotii</i>	ME	p2-ge	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Arius latiscutatus</i>	ME	p2-ge	2	3	3	2	1	1	3	3	3
	<i>Arius parkii</i>	ME	p2-ge	3	1	1	2	1	2	2	2	2
Batrachoididae	<i>Batrachoides liberiensis</i>	Ma	p2-ge	2	0	1	2	1	0	1	0	0
Belonidae	<i>Strongylura senegalensis</i>	Em	p2-pi	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Tylosurus crocodilus</i>	Mo	p2-pi	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	<i>Hypoleurochilus langi*</i>	Es	p1-bt	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Carangidae	<i>Alectis alexandrinus</i>	Mo	p1-mc	0	1	1	2	2	1	1	1	0
	<i>Caranx hippos</i>	ME	p2-ge	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	<i>Caranx senegallus</i>	ME	p2-ge	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	ME	p1-mc	0	1	0	0	0	0	1	3	0
	<i>Hemicaranx bicolor</i>	Mo	p2-ge	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	<i>Lichia amia</i>	Ma	p2-ge	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	<i>Trachinotus teraia</i>	Em	p1-bt	0	2	2	2	1	3	3	2	2
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas*</i>	Mo	p2-pi	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cichlidae	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	Es	he-ph	2	0	0	0	1	1	0	0	0
	<i>Tilapia guineensis</i>	Es	he-de	2	1	1	1	2	0	0	2	1
Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	Em	he-ph	3	2	1	2	2	1	2	3	2
	<i>Sardinella aurita</i>	Ma	p1-zo	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	<i>Sardinella maderensis</i>	ME	p1-zo	3	3	2	2	2	2	3	3	3
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus senegalensis</i>	Em	p1-bt	2	3	1	0	1	0	3	0	0
Dasyatidae	<i>Dasyatis margarita</i>	Em	p1-bt	2	2	2	1	0	0	0	1	0
	<i>Dasyatis margaritella</i>	Em	p1-bt	1	1	2	2	2	1	3	2	1
Drepaneidae	<i>Drepane africana</i>	ME	p1-mc	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i>	Mo	p1-zo	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	<i>Remora remora*</i>	Mo	p1-mc	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Elopidae	<i>Elops lacerta</i>	ME	p2-pi	1	3	2	0	1	1	2	3	3
	<i>Elops senegalensis</i>	Ma	p2-pi	0	0	0	2	2	2	0	1	1
Ephippidae	<i>Chaetodipterus lippei</i>	Ma	p1-mc	1	0	1	0	0	1	1	0	0
	<i>Ephippus goreensis</i>	Mo	p1-mc	0	0	0	1	1	1	0	0	1
Exocoetidae	<i>Fodiator acutus</i>	Ma	p1-mc	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	ME	p1-mc	3	3	3	2	3	2	3	3	3
	<i>Gerres nigri</i>	Es	p1-mc	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Gobiidae	<i>Awaous lateristriga*</i>	Es	p1-bt	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Haemulidae	<i>Brachydeuterus auritus</i>	ME	p1-mc	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	Em	p2-ge	0	0	3	1	1	2	2	0	2
	<i>Pomadasys incisus</i>	Ma	p1-bt	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	<i>Pomadasys jubelini</i>	Em	p1-bt	3	2	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Pomadasys perotaei</i>	Em	p1-bt	1	2	2	2	1	2	3	2	3
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	Em	p2-ge	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Lutjanidae	<i>Lutjanus dentatus*</i>	Mo	p2-pi	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Lutjanus goreensis</i>	Ma	p2-pi	0	0	3	3	3	3	2	2	1
Monodactylidae	<i>Monodactylus sebae</i>	Es	p2-ge	3	3	3	2	3	3	2	2	1
Moronidae	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Mo	p2-ge	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mugilidae	<i>Liza dumerili</i>	Em	he-de	2	1	2	1	2	1	0	0	0
	<i>Liza falcipinnis</i>	Em	he-de	3	3	3	2	3	3	3	2	3
	<i>Liza grandisquamis</i>	Em	he-de	2	2	2	1	0	1	0	1	1
	<i>Mugil bananensis</i>	ME	he-de	2	1	1	2	0	1	0	1	0

	<i>Mugil cephalus</i>	ME	he-de	1	0	0	1	1	1	0	0	0
	<i>Mugil curema</i>	Em	he-de	2	2	2	1	1	0	1	2	2
Paralichthyidae	<i>Citharichthys stampflii</i>	Em	p2-ge	2	0	0	1	0	0	1	0	0
Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i>	ME	p2-ge	2	3	2	2	1	1	1	1	1
	<i>Polydactylus quadrifilis</i>	ME	p2-pi	0	2	1	3	1	1	2	0	0
Pristigasteridae	<i>Ilisha africana</i>	Em	p1-zo	1	0	0	0	0	0	1	2	1
Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i>	Mo	p2-pi	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	<i>Pseudotolithus elongatus</i>	Em	p2-ge	0	1	0	1	1	1	1	0	0
	<i>Pseudotolithus senegallus</i>	ME	p2-ge	0	1	2	1	0	2	3	1	1
	<i>Pseudotolithus typus</i>	ME	p2-ge	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Scombridae	<i>Orcynopsis unicolor</i>	Mo	p2-pi	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Serranidae	<i>Epinephelus aeneus</i>	ME	p2-pi	0	1	0	1	0	1	1	1	0
Soleidae	<i>Synaptura lusitanica</i>	Ma	p1-bt	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Sphyraenidae	<i>Sphyraena afra</i>	ME	p2-pi	0	0	3	1	1	2	0	2	3
Syngnathidae	<i>Hippocampus algiricus</i>	Ma	p1-bt	1	0	0	1	1	1	0	0	0
	<i>Syngnathus pelagicus*</i>	Ma	p1-bt	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Tetraodontidae	<i>Ephippion guttifer</i>	ME	p1-bt	1	1	2	1	1	2	2	1	0
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Mo	p1-bt	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Torpedinidae	<i>Torpedo sp.</i>	Mo	p2-ge	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	ME	p2-pi	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nb espèces				39	31	38	45	39	44	37	29	26

Annexe 5.2 : Abondance annuelle des espèces inventoriées dans le bolon de Bamboung entre 2003 et 2011.

Espèce	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
<i>Acanthurus monroviae</i>	1		2							3
<i>Albula vulpes</i>	1									1
<i>Arius heudelotii</i>							1			1
<i>Arius latiscutatus</i>	12	26	46	108	1100	43	203	22	29	1589
<i>Arius parkii</i>	8	17	11	82	228	6	57	38	3	450
<i>Batrachoides liberiensis</i>	3		1	2	4	1	1			12
<i>Strongylura senegalensis</i>	3									3
<i>Tylosurus crocodilus</i>	11					1				12
<i>Hypoleurochilus langi</i>			4							4
<i>Alectis alexandrinus</i>		12	3	2	2		1	9		29
<i>Caranx hippos</i>	3		1	1		1				6
<i>Caranx senegallus</i>	1	4								5
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		27			12		338	56		433
<i>Hemicaranx bicolor</i>							1			1
<i>Lichia amia</i>							1			1
<i>Trachinotus teraia</i>		6	11	25		4	9	6	3	64
<i>Carcharhinus leucas</i>			1		1					2
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	93				15					108
<i>Tilapia guineensis</i>	36	3	1	4	3	1		2	1	51
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	3036	3	230	1991	565	1201	4026	6427	20800	38279
<i>Sardinella aurita</i>								1		1
<i>Sardinella maderensis</i>	58	824	319	1564	382	306	110	2945	1619	8127
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	2	3	1		1	5	12			24
<i>Dasyatis margarita</i>	4	3	2	2	1			1		13
<i>Dasyatis margaritella</i>	1	1	2	5	4	2	4	3	2	24
<i>Drepane africana</i>		1		4	1	2	1			9
<i>Echeneis naucrates</i>			3							3
<i>Remora remora</i>							1		1	2
<i>Elops lacerta</i>	11	30	107	10	23	3	5	22	70	281
<i>Elops senegalensis</i>				5	8	1		1	2	17
<i>Chaetodipterus lippei</i>	1		2			4	1			8
<i>Ephippus goreensis</i>									1	1
<i>Fodiator acutus</i>	7	1		1						9
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	93	150	90	54	91	28	150	58	112	826
<i>Gerres nigri</i>	97	220	57	214	57	99	110	57	97	1008
<i>Awaous lateristriga</i>			1							1
<i>Brachydeuterus auritus</i>							1	5		6
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>			4	5	5	12	5		2	33
<i>Pomadasys incisus</i>							1			1
<i>Pomadasys jubelini</i>	15	20	26	2		6				69
<i>Pomadasys perotaei</i>	2	13	18	35	7	35	48	24	159	341
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	1					1			2	4
<i>Lutjanus dentatus</i>			2							2
<i>Lutjanus goreensis</i>			12	7	25	15	4	10	8	81
<i>Monodactylus sebae</i>	19	47	27	10	49	37	3	5	1	198
<i>Dicentrarchus punctatus</i>						1				1
<i>Liza dumerili</i>	1194	11	18	27	4	17				1271
<i>Liza falcipinnis</i>	149	16	16	96	26	190	46	2	62	603
<i>Liza grandisquamis</i>	17	18	6	3		6		3	1	54
<i>Mugil bananensis</i>	102	7	2	32		16		1		160

<i>Mugil cephalus</i>	10									10
<i>Mugil curema</i>	230	11	3	51	2	41	1	10	17	366
<i>Citharichthys stampflii</i>	2			2	2	1	1			8
<i>Galeoides decadactylus</i>	5	10	5	68	22	11	16	6	1	144
<i>Polydactylus quadrifilis</i>		3	3	10	1	1	4			22
<i>Ilisha africana</i>	1			3	35		324	36	95	494
<i>Argyrosomus regius</i>						2				2
<i>Pseudotolithus elongatus</i>		3		1			74			78
<i>Pseudotolithus senegallus</i>		5	3	3		4	26	2	1	44
<i>Pseudotolithus typus</i>						3	5			8
<i>Orcynopsis unicolor</i>	1		2							3
<i>Epinephelus aeneus</i>		1					2	2		5
<i>Synaptura lusitanica</i>						1				1
<i>Sphyraena afra</i>			3			6		4	11	24
<i>Hippocampus algiricus</i>	1									1
<i>Syngnathus pelagicus</i>	1									1
<i>Ephippion guttifer</i>	2	1	5	1	2	5	2	1		19
<i>Sphoeroides spengleri</i>	1					2			1	4
<i>Torpedo sp.</i>							1			1
<i>Trichiurus lepturus</i>						5				5
Total	5235	1497	1050	4430	2679	2125	5596	9759	23101	55472
Moyenne/coup de pêche	349	100	70	295	179	142	373	651	1540	411

Annexe 5.3 : Biomasse annuelle (en gr) des espèces inventoriées dans le bolon de Bamboung entre 2003 et 2011.

Espèce	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
<i>Acanthurus monroviae</i>	489		510							999
<i>Albula vulpes</i>	17									17
<i>Arius heudelotii</i>							839			839
<i>Arius latiscutatus</i>	2827	8017	18489	30511	557832	19869	285079	17193	29903	969720
<i>Arius parkii</i>	2945	5993	8961	47246	190911	3390	21065	7946	1536	289993
<i>Batrachoides liberiensis</i>	463		285	249	493	462	135			2087
<i>Strongylura senegalensis</i>	1122									1122
<i>Tylosurus crocodilus</i>	2290					187				2477
<i>Hyleurochilus langi</i>			3							3
<i>Alectis alexandrinus</i>		10608	2275	1903	1143		874	33910		50713
<i>Caranx hippos</i>	427		78	3260		4140				7905
<i>Caranx senegallus</i>	30	4699								4729
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		218			91		2251	650		3210
<i>Hemicaranx bicolor</i>							9			9
<i>Lichia amia</i>							12			12
<i>Trachinotus teraia</i>		5507	30786	38644		4472	28266	18528	1854	128057
<i>Carcharhinus leucas</i>			19000		15600					34600
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	12581				1446					14027
<i>Tilapia guineensis</i>	8918	1098	384	1165	775	290		779	227	13636
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	127582	106	2116	21191	5102	15781	12053	123492	404184	711607
<i>Sardinella aurita</i>								10		10
<i>Sardinella maderensis</i>	1280	9576	3499	27197	5436	5907	1285	43629	23310	121119
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	258	817	61		399	114	931			2580
<i>Dasyatis margarita</i>	2188	3461	1361	6340	589			1110		15049
<i>Dasyatis margaritella</i>	449	525	1145	1810	2211	1095	2536	6541	904	17216
<i>Drepane africana</i>		1		14	3	20	9			47
<i>Echeneis naucrates</i>			139							139
<i>Remora remora</i>							31		48	79
<i>Elops lacerta</i>	2101	8636	24865	2388	7198	772	1138	6669	10965	64732
<i>Elops senegalensis</i>				1650	3869	719		485	740	7463
<i>Chaetodipterus lippei</i>	358		1118			2797	5			4278
<i>Ephippus goreensis</i>									278	278
<i>Fodiator acutus</i>	145	20		24						189
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	1589	2391	2039	1236	1519	358	2174	1114	1906	14326
<i>Gerres nigri</i>	3630	8587	2497	5742	2370	6111	3384	1843	2584	36748
<i>Awaous lateristriga</i>			1							1
<i>Brachydeuterus auritus</i>							8	39		47
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>			3140	2125	3436	5073	4670		846	19290
<i>Pomadasys incisus</i>							12			12
<i>Pomadasys jubelini</i>	7727	6864	6655	1731		1480				24457
<i>Pomadasys perotaei</i>	32	1364	2505	6235	1848	3867	6248	4903	47430	74432
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	114					53			73	240
<i>Lutjanus dentatus</i>			5540							5540
<i>Lutjanus goreensis</i>			15055	2886	26219	19924	3582	17363	9780	94809
<i>Monodactylus sebae</i>	1405	3096	1839	618	3424	2765	247	376	151	13921
<i>Dicentrarchus punctatus</i>					86					86
<i>Liza dumerili</i>	133867	1039	2574	4106	368	2492				144446
<i>Liza falcipinnis</i>	12821	1990	2998	5885	3192	24704	6972	336	7218	66116
<i>Liza grandisquamis</i>	1989	1898	555	397		1065		407	175	6486
<i>Mugil bananensis</i>	11194	571	226	3875		2181		86		18133

<i>Mugil cephalus</i>	986									986
<i>Mugil curema</i>	26634	1450	399	7073	212	6174	68	1316	1759	45085
<i>Citharichthys stampflii</i>	34			17	6	4	10			71
<i>Galeoides decadactylus</i>	212	339	134	1429	258	224	255	79	14	2944
<i>Polydactylus quadrifilis</i>		6477	13915	40438	926	77	5869			67702
<i>Ilisha africana</i>	6			27	315		27359	261	830	28798
<i>Argyrosomus regius</i>						141				141
<i>Pseudotolithus elongatus</i>		980		10			14767			15757
<i>Pseudotolithus senegallus</i>		890	1012	2526		1692	27509	167	1850	35646
<i>Pseudotolithus typus</i>						158	140			298
<i>Orcynopsis unicolor</i>	362		21							383
<i>Epinephelus aeneus</i>		59					121	301		481
<i>Synaptura lusitanica</i>						307				307
<i>Sphyraena afra</i>			9620			9858		9358	7896	36732
<i>Hippocampus algiricus</i>	2									2
<i>Syngnathus pelagicus</i>	1									1
<i>Ephippion guttifer</i>	350	1904	1835	112	2852	10779	4135	2117		24084
<i>Sphoeroides spengleri</i>	13					29			13	55
<i>Torpedo sp.</i>							27			27
<i>Trichiurus lepturus</i>						2739				2739
Moyenne/coup de pêche (kg)	24,6	6,6	12,5	18,0	56,0	10,8	30,9	20,0	37,0	24,0



L'Aire Marine Protégée communautaire de Bamboung (Sine Saloum) : Synthèse 2003 – 2011

Ecoutin J.M. (éditeur scientifique)

avec la collaboration de :

**Béhagle N., Brochier T., Guillard J., Laë R.,
Lebourges Dhaussy A., Le Loc'h F., Raffray J., Sadio O.,
Simier M., Sow I., Tito de Morais L.**



Dakar, juin 2013

Plan de la synthèse

Introduction	1
L’Aire Marine Protégée communautaire de Bamboung : histoire, localisation et protocole de collecte de données ECOUTIN Jean Marc, SOW Ibrahima et SIMIER Monique	5
L’environnement hydroclimatique de l’Aire Marine Protégée de Bamboung de 2003 à 2011 SIMIER Monique	19
Inventaire faunistique de l’Aire Marine Protégée de Bamboung : guildes fonctionnelles (écologique et trophique) SIMIER Monique	27
Le peuplement de référence avant la mise en défens, comparaison avec les peuplements de sites proches ECOUTIN Jean Marc, SADIO Oumar et SIMIER Monique	35
Les grands traits évolutifs du peuplement de poissons de 2003 à 2011 ECOUTIN Jean Marc, SIMIER Monique et SADIO Oumar	49
Comparaison du peuplement de poissons de Bamboung avec celui d’un site autorisé à l’exploitation halieutique, le bolon de Sangako SADIO Oumar et ECOUTIN Jean Marc	77
Evolution saisonnière du peuplement de poissons dans l’Aire Marine Protégée communautaire de Bamboung LAË Raymond, ECOUTIN Jean Marc et SIMIER Monique	99
Les réseaux trophiques de l’Aire Marine Protégée de Bamboung LE LOC’H François	109
Modélisation du fonctionnement trophique ou écosystémique TITO de MORAIS Luis, LE LOC’H François et BROCHIER Timothée	119
L’acoustique comme outil d’échantillonnage des peuplements de poissons BEHAGLE Nolwenn, GUILLARD Jean, SOW Ibrahima et LEBOURGES-DHAUSSY Anne	133
L’Aire Marine Protégée de Bamboung, un impact sur le peuplement de poissons ?	145
Références bibliographiques	149