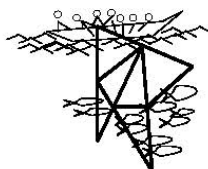




OCEANIUM
PROJET NAROU HEULEUK
Préservation des ressources halieutiques
AIRES MARINES PROTEGEES



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 final

Jean-Jacques Albaret

Monique Simier

Oumar Sadio



Dakar, juillet 2005

Table des matières

1. Introduction	4
2. Matériel et méthodes	8
2.1. Caractéristiques générales de l'aire protégée	8
2.2. Stratégie d'échantillonnage	9
2.2.1 Plan d'échantillonnage	10
2.2.2 Technique d'échantillonnage	10
2.2.3 Données hydrologiques	11
2.2.4 Échantillons biologiques	11
2.2.5 Méthodes d'analyse des données	13
3. Résultats	14
3.1. Environnement aquatique.....	14
3.1.1. Principaux paramètres physico-chimiques.....	14
3.1.2. Analyse globale des conditions environnementales.....	15
3.2. Caractéristiques fondamentales des peuplements de poissons de l'AMP.....	21
3.2.1. Description générale du peuplement.....	21
3.2.1.1 Inventaire ichtyofaunistique, évaluation de la biodiversité.....	21
3.2.1.2 Nature du peuplement	24
3.2.1.3 Occurrence, Effectifs, biomasses	25
3.2.1.4 Abondance, richesse, diversité spécifique et équitabilité.....	26
3.2.1.5 Distribution, organisation, zonation des peuplements	29
3.2.2. Traits de vie des populations.....	32
3.2.2.1 Reproduction	32
Identification des espèces ayant une activité sexuelle dans l'AMP	32
Modalités de la reproduction des espèces les plus abondantes	34
Diversité des stratégies reproductives mises en oeuvre	38
3.2.2.2 Structures en tailles	39
3.3. Principales modifications observées depuis la mise en AMP.....	43
3.3.1 Modifications dans la composition et la structure du peuplement.....	43
3.3.1.1 Nouvelles espèces observées.....	43
3.3.1.2 Evolution de la nature des peuplements.....	44
3.3.1.3 Evolution des effectifs et des biomasses.....	44
3.3.2 Modification dans les caractéristiques biologiques des espèces.....	45
3.3.2.1 Reproduction	45
3.3.2.2 Modifications dans la structure en taille	46
3.3.2.3 Modifications dans la structure trophique du peuplement	54
4. Discussion	55
4.1 Environnement aquatique.....	56
4.2 Peuplements ichtyologiques.....	57
4.3 Modifications depuis la mise en AMP	60
5. Conclusion et perspectives	63
Références bibliographiques	66
Annexes	67

1. Introduction

Le projet Narou Heuleuk (la part de demain), financé par le Fond Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), a pour finalité affichée la préservation des ressources halieutiques sénégalaises. Proposé et piloté par « l'Océanium », association sénégalaise de protection des ressources marines, il 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 marin qui s'appuie sur « une méthode de gestion participative des ressources halieutiques ».

Dans un pays où la pêche est une activité majeure et dans un contexte de tendance générale à la dégradation des milieux côtiers et des ressources (voir encadré), ce projet consiste en la mise en place d'actions tests dans des zones représentatives d'un problème particulièrement préoccupant pour la pérennité des ressources halieutiques : pêche de juvéniles, dégradation de la zone de frayère, surexploitation des stocks, dégradation des habitats, pêche à l'explosif.

Le Sénégal dispose d'une côte de 718 kilomètres de long, d'une zone économique exclusive (ZEE) de 206 000 kilomètres carrés, d'un plateau continental de 23 800 kilomètres carrés et d'eaux particulièrement poissonneuses en raison d'un phénomène d'upwelling côtier (Rebert & Domain, 1977; Roy, 1991). Il constitue de ce fait un pays privilégié pour l'exploitation des ressources marines. Depuis la crise du secteur agricole liée à la persistance de la sécheresse, la pêche est devenue le premier secteur de l'économie sénégalaise. Avec des captures de l'ordre de 400 000 à 500 000 t/an, plus de 110 000 tonnes exportées chaque année, et un chiffre d'affaires d'environ 200 milliards de francs CFA, la pêche est la première source de devises du Sénégal (Ba, 2000). Elle emploie près de 20% de la population active, soit environ 500 000 personnes, et apporte plus de 75% des protéines animales consommées par la population sénégalaise (Ba, 2000; Diouf, 1996). L'augmentation régulière de la demande extérieure en poisson noble, corrélée à une forte croissance démographique a favorisé des modèles d'exploitation d'une efficacité dépassant parfois les capacités de régénération des espèces. La persistance de la tendance à la baisse des captures, observée depuis les années 1995, s'est accompagnée d'une prise de conscience progressive de la menace qui pèse sur l'avenir des ressources halieutiques du Sénégal, de la nécessité d'une réglementation plus stricte des activités de pêche et de l'intérêt de la création d'aires marines protégées.

Le bolon de Bamboung (Sine Saloum, 13°50 N - 16°33 W), situé à 130 km au sud-est de Dakar (Figure 1), est l'un des sites « à vocation démonstrative » retenus en concertation avec les artisans-pêcheurs professionnels concernés.

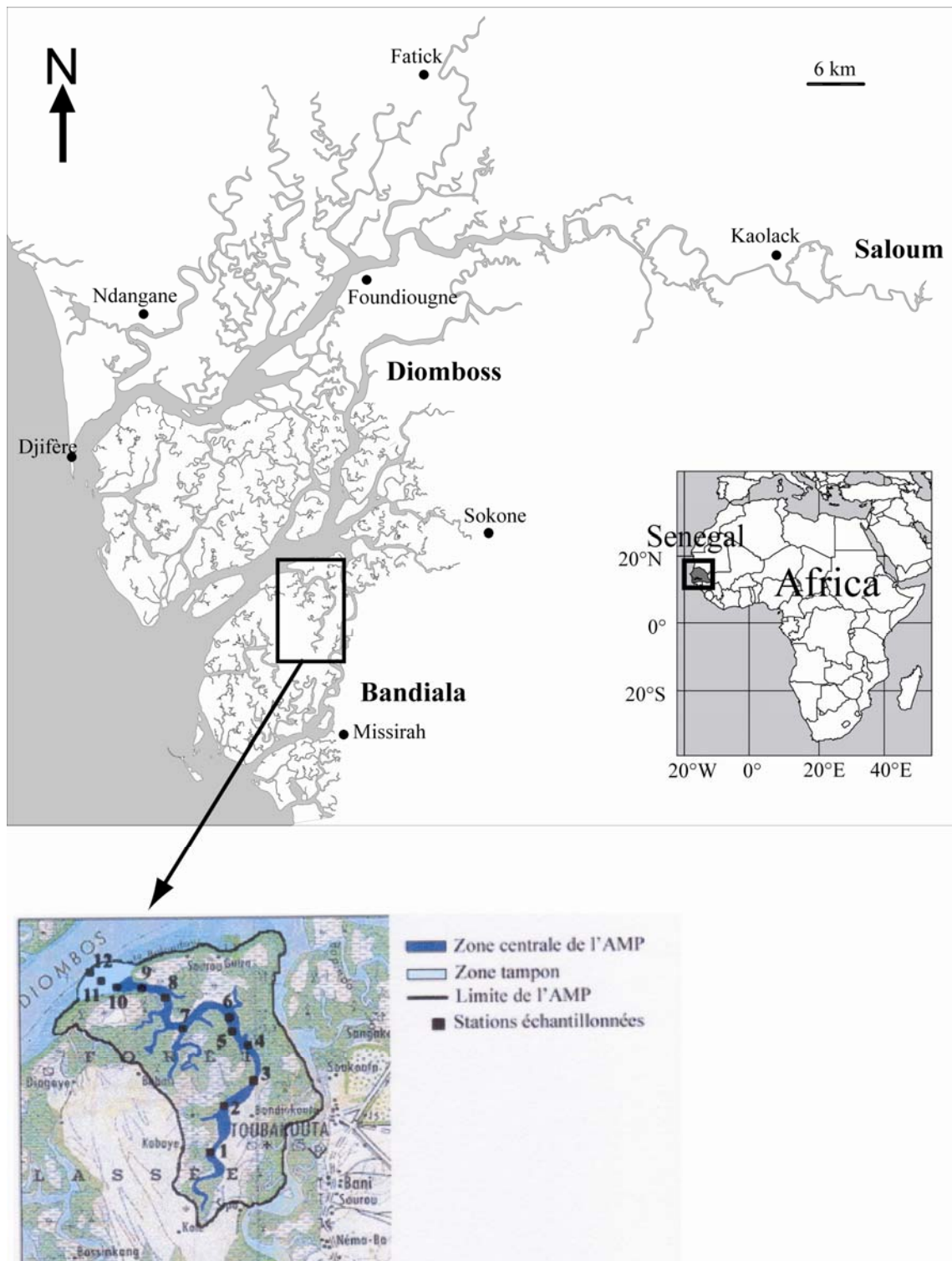


Figure 1 : Situation géographique et carte du delta du Sine Saloum (Sénégal) et localisation de la zone de l'Aire Marine Protégée (AMP) du bolon de Bamboing.

Le choix de ce site est particulièrement pertinent, d'un point de vue bio-écologique. Il concerne, en effet, une zone d'estuaire à mangrove réputée pour sa productivité mais aussi pour certaines fonctions essentielles au maintien des populations et des peuplements

de poissons, estuariens mais aussi côtiers, dont l'importance économique et sociale est considérable.

Confrontées depuis plusieurs années à une baisse des captures, les populations de la Communauté Rurale de Toubakouta, dans le Sine Saloum, ont rapidement accepté le principe de la création d'une aire marine protégée. Le choix du bolon de Bamboung a été proposé par les artisans-pêcheurs et la délimitation précise de la zone protégée a été définie d'un commun accord entre l'Océanium, les autorités sénégalaises et les pêcheurs. Outre les activités de protection et de suivi scientifique, il a été également prévu de développer des activités économiques de valorisation afin d'assurer la pérennité de l'action entreprise.

Afin d'être en mesure d'évaluer et de mettre en évidence de manière probante les effets positifs attendus de la mise en aire protégée du bolon de Bamboung, il était, en effet, nécessaire d'en établir « l'état de référence ». L'objectif du premier volet de recherche réalisé a donc été de fournir des éléments permettant de décrire de manière aussi simple et synthétique que possible l'ichtyofaune avant la mise effective en AMP. Il était également nécessaire d'être en mesure d'associer une situation environnementale précise à cette caractérisation des peuplements de poissons. Il convient en effet de garder à l'esprit que la situation environnementale du Sine Saloum est très particulière : il s'agit d'un estuaire sursalé dont le gradient halin est inversé en permanence (croissant de l'embouchure vers l'amont). Les parties situées en extrême amont du système sont même en situation hypersalée (>70 en amont de Foundiougne) et, dans certains secteurs, en amont de Kaolack, la salinité peut atteindre 130, soit près de 4 fois la salinité de l'eau de mer. Cette situation environnementale est susceptible d'évoluer plus ou moins rapidement en fonction des tendances climatiques à moyen terme. Aussi est-il indispensable d'associer l'image initiale des peuplements à celle de l'environnement aquatique correspondant pour pouvoir interpréter toute évolution sensible de la nature et de la structure des communautés de poissons et être en mesure de tirer des conclusions fiables sur les « bénéfices » éventuels de la mise en AMP.

À plus court terme, les variations saisonnières ont une influence certaine sur la nature et la composition du peuplement ainsi que sur l'état physiologique des individus. Il convenait donc, pour l'étude de référence, puis pour le suivi, de caractériser l'évolution saisonnière du peuplement de poissons et de l'environnement.

Des études antérieures (Albaret, 1999 ; Diouf, 1996) ont montré que, malgré ses caractéristiques environnementales particulières, le Sine Saloum conservait, essentiellement dans ses parties les plus proches de l’Océan (le Bandiala, le Diomboss et la partie aval du Saloum), les principales fonctions caractéristiques des estuaires ouest africains. C’est en particulier le cas pour les fonctions essentielles de nursery et de lieu de reproduction. De nombreuses espèces, strictement estuariennes ou côtières, d’un grand intérêt économique ou écologique (ayant un rôle essentiel dans le fonctionnement général de l’écosystème) se reproduisent dans l’estuaire et/ou l’utilisent comme lieu de croissance des phases juvéniles. Outre les aspects logistiques et de valorisation, le choix d’un bolon en zone de mangrove tel le bolon de Bamboung, paraît, a priori, judicieux de ce point de vue et les aspects biologiques, la reproduction et la présence de juvéniles en particulier, doivent être pris en compte par le suivi biologique.

Ce rapport final concerne le suivi biologique des peuplements de poissons du bolon de Bamboung. Il fait suite à une étude préalable du bolon décrivant l’environnement et l’ichtyofaune avant l’interdiction effective de la pêche. Cette première étude a abouti à la rédaction d’un rapport détaillé : « 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, déc. 2003, 50p. ».

Ces études (Définition de l’Etat de Référence puis Suivi Biologique) ont été réalisées par l’Institut de Recherche pour le Développement (IRD) avec la participation du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) et de l’Océanium (association sénégalaise de protection des ressources marines).

Campagne	Date	Début	Fin
1	Mars 2003	11/03/2003	12/03/2003
2	Mai 2003	20/05/2003	22/05/2003
3	Octobre 2003	15/10/2003	16/10/2003
4	Mars 2004	09/03/2004	10/03/2004
5	Juin 2004	29/06/2004	30/06/2004
6	Septembre 2004	28/09/2004	29/09/2004
7	Mars 2005	15/03/2005	16/03/2005
8	Juin 2005	14/06/2005	15/06/2005

Tableau I : Les huit campagnes d’échantillonnage réalisées dans l’AMP de Bamboung.

Au total huit campagnes d'échantillonnage ont été réalisées (Tableau I) dont trois pour la caractérisation de l'état de référence et cinq pour le suivi biologique. Toutes ont été effectuées à l'une des trois périodes clés du cycle hydrobioclimatique : fin de saison sèche fraîche (mars), fin de saison sèche chaude (mai-juin), fin de saison humide (septembre-octobre). Ces campagnes comportaient le recueil de données concomitantes sur l'environnement aquatique, d'une part, et sur les peuplements ichthyologiques d'autre part. Le protocole adopté prévoyait initialement que ces dernières seraient obtenues par des pêches d'échantillonnage à la senne tournante (voir le chapitre Matériel et Méthodes). Très vite il nous est apparu que l'hydroacoustique en petits fonds pouvait constituer une méthode complémentaire très utile à l'approche des peuplements. La réalisation de ce volet, tant pour la caractérisation de l'état de référence que pour le suivi biologique a été rendue possible grâce d'une part à la compétence et à la disponibilité de nos collègues I. Sow (ISRA, CRODT) et J. Guillard (INRA Thonon) et d'autre part, à la mise à notre disposition d'un sondeur multi faisceaux adapté par le CRODT. Les principaux résultats obtenus par l'acoustique sont présentés dans deux rapports présentés en annexe du présent document.

2. Matériel et méthodes

2.1. Caractéristiques générales de l'aire protégée

Situé dans l'estuaire du Sine Saloum (Figure 1), le bolon de Bamboung est un affluent du Diomboss, l'un des trois bras principaux - avec le Bandiala et le Saloum - d'un système complexe et diffus de canaux -appelés bolons- et de mangrove caractéristique des zones humides saumâtres intertropicales. Les eaux sont peu profondes et la biodiversité y est réputée importante, notamment pour les oiseaux, poissons et mammifères marins (dauphins et lamantins). En raison d'une forte évaporation conjuguée au déficit pluviométrique de ces dernières décennies qui a fortement réduit l'influence continentale au profit de celle de la mer, le Sine Saloum est devenu un estuaire sursalé inverse (salinités croissantes de l'aval vers l'amont de l'estuaire). La faiblesse de la pente de l'estuaire favorise son envahissement par les eaux côtières. On assiste alors à une prédominance des phénomènes de marée sur l'ensemble du réseau hydrographique (Diouf, 1996). Au cours d'une même année, la salinité est susceptible de présenter de fortes variations saisonnières en raison de l'alternance d'une courte saison des pluies, de juillet à octobre, et d'une longue saison sèche, de novembre à juin.

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) (Figure 1) :

- 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.

- 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 ichtyologiques 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 périphton, 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.

2.2. Stratégie d'échantillonnage

Afin d'être en mesure de réaliser une comparaison directe pertinente des situations écologiques préalables et postérieures à la mise en AMP, **les méthodes, techniques, protocoles et natures des informations biologiques sont demeurés strictement**

identiques à ce qu'ils étaient lors de la phase de caractérisation de l'état de référence.

Ils sont rapidement rappelés dans ce qui suit.

2.2.1 Plan d'échantillonnage

Compte tenu de la dimension de l'aire protégée, une zonation écologique a été préalablement établie lors d'une mission préliminaire effectuée en décembre 2002 (il convient de rappeler qu'à notre connaissance, il n'existait pas de données scientifiques récentes, précises et spécifiques sur l'environnement et les peuplements de poissons du bolon de Bamboung avant son classement en AMP).

Site	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
B01	13°46'30 N	16°31'27 W	3,7
B02	13°47'31 N	16°30'95 W	5,2
B03	13°47'87 N	16°30'29 W	5,6
B04	13°48'85 N	16°30'59 W	3,5
B05	13°48'95 N	16°30'79 W	5,9
B06	13°49'16 N	16°30'80 W	6,6
B07	13°49'64 N	16°31'16 W	6,8
B08	13°49'12 N	16°31'70 W	4,9
B09	13°49'62 N	16°32'11 W	4,2
B10	13°49'94 N	16°32'95 W	3,6
B11	13°50'15 N	16°33'51 W	3,8
B12	13°50'22 N	16°33'93 W	9,7

Tableau II : Les 12 sites d'échantillonnage sélectionnés dans l'AMP de Bamboung, numérotés de 1 à 12 de l'amont vers l'aval, avec leurs coordonnées géographiques (en degrés, minutes, centièmes) et la profondeur moyenne de pêche.

Sur la base de cette étude préliminaire, douze sites d'échantillonnage représentant divers types de biotopes rencontrés dans le bolon de Bamboung ont été sélectionnés (Figure 1 – Tableau II). 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 que se font, à chaque campagne, les prélèvements et les mesures des principaux paramètres physico-chimiques de l'environnement aquatique. Les emplacements d'échantillonnage ichtyologique et les stations hydrologiques sont repérés au moyen d'un GPS.

2.2.2 Technique d'échantillonnage

Les pêches d'échantillonnage sont 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.

L'équipe de pêche est composée de 8 à 9 pêcheurs formés à l'échantillonnage scientifique. L'équipe scientifique est composée de 2 chercheurs, 2 ou 3 techniciens supérieurs (ISRA et IRD) et un stagiaire. Les moyens navigants consistent en un catamaran de recherche, le Diassanga, à la fois laboratoire flottant et base de vie, d'une coque en résine de 7 m propulsée par un moteur HB de 40 CV (à partir de laquelle la senne est manœuvrée) et d'une annexe (15 CV) pour les déplacements rapides. Le personnel navigant est composé du responsable du Diassanga et d'un marin.

2.2.3 Données hydrologiques

Localisées précisément au moyen d'un GPS, la station de pêche et la station hydrologique qui lui est associée sont aussi rapprochées l'une de l'autre que possible. Les relevés effectués en simultané avec la pêche sont : la profondeur (mesurée au moyen d'un sondeur à main et du sondeur du bord), la force du courant (estimée puis contrôlée au moyen d'un fluxmètre), la salinité (mesurée au réfractomètre de précision 1 psu), la teneur en oxygène, la conductivité, la température (mesurés à la sonde multiparamètres) et la turbidité mesurée par la profondeur de disparition du disque de Secchi (diamètre 30 cm).

2.2.4 Échantillons biologiques

Les échantillons récoltés ont été intégralement triés à l'espèce, comptés, pesés et mesurés (longueur à la fourche au millimètre). Le sexe et le stade sexuel ont été déterminés et les contenus stomacaux ont fait l'objet d'une identification macroscopique.

Les espèces capturées ont été classées dans des catégories écologiques qui, outre le degré d'euryhalinité des espèces, prennent en compte les caractéristiques de leur cycle bio-écologique dans différents milieux estuariens d'Afrique de l'Ouest (Figure 2).

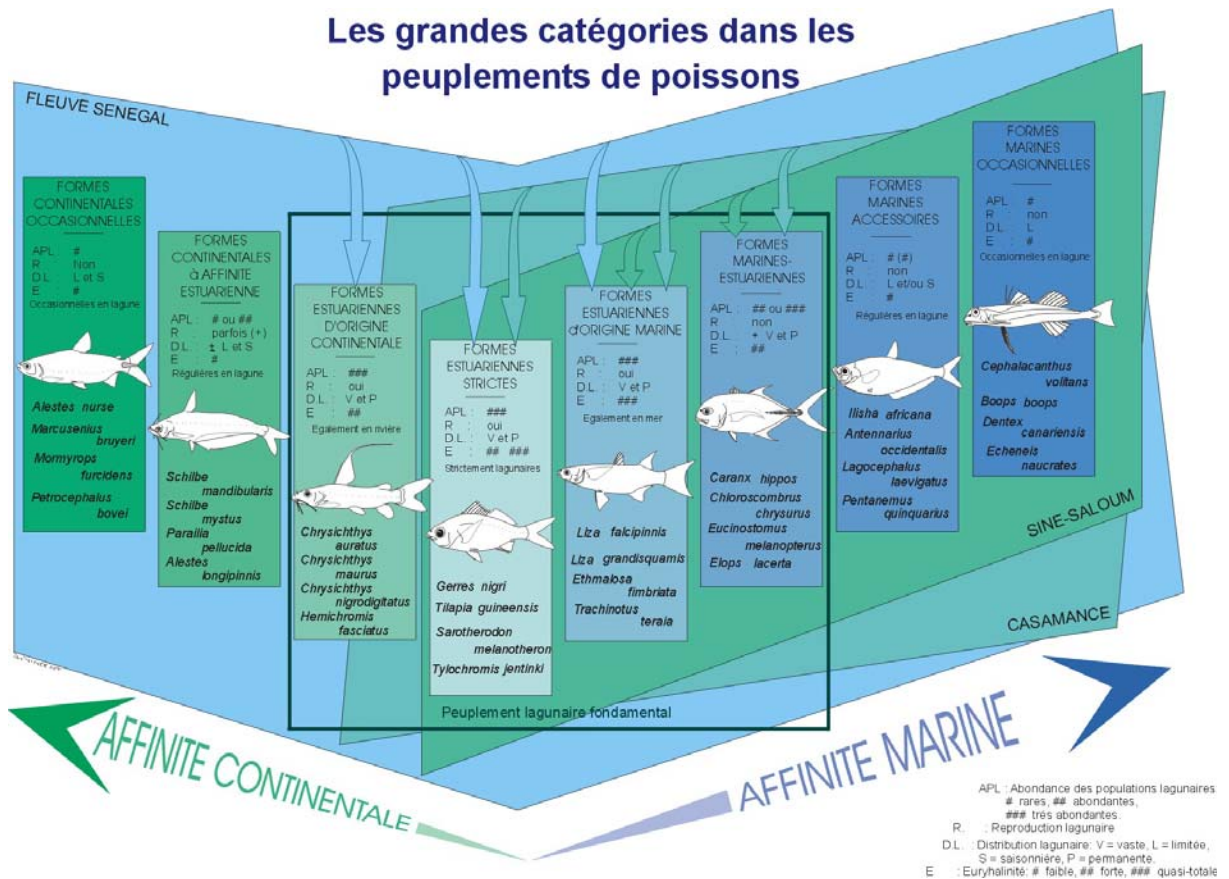


Figure 2 : Les grandes catégories écologiques dans les peuplements de poissons estuariens d'Afrique de l'Ouest (d'après Albaret, 1999).

L'échelle utilisée pour la détermination des stades de maturité sexuelle par examen macroscopique des gonades (Albaret & Legendre, 1985) comporte neuf stades :

Stade 0 : individu immature (avant la première maturation).

Stade 1 : individu en repos sexuel.

Stade 2 : individu en début de maturation.

Stade 3 : individu en cours de maturation.

Stade 4 : individu mûr, pré-ponte.

Stade 5 : ponte, émission des produits génitaux.

Stade 6-2 : post-ponte et retour au repos saisonnier.

Stade 6-3 : post-ponte et reprise de maturation.

Stade 6-4 : post-ponte et retour au stade 4.

Les stades supérieurs à 5 sont indiscernables chez les mâles et ne concernent que les femelles. Les stades 0 et 1 sont regroupés dans cette étude.

2.2.5 Méthodes d'analyse des données

Les données de l'environnement ont fait l'objet d'une étude descriptive univariée, par tracé de boxplots par station et par campagne, et multivariée par une Analyse en Composante Principale Normée (ACPn). L'ACPn permet de déterminer les ressemblances entre les individus (les relevés environnementaux) à partir des liaisons entre les variables (paramètres physico-chimiques de l'environnement). Les données ont été centrées et réduites en raison de la différence d'unité de mesure des variables étudiées.

Les données concernant les peuplements ont été traitées par deux méthodes complémentaires : des indices synthétiques (richesse spécifique, indice de diversité de Shannon, équitabilité) et des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC).

Le calcul d'indices synthétiques permet de mesurer le degré d'organisation des communautés et la qualité de cette organisation (Legendre & Legendre, 1998). La diversité peut être mesurée par différents indices, ici nous avons choisi l'indice de Shannon qui est le plus utilisé et qui avait déjà été choisi pour d'autres études de l'estuaire du Sine Saloum (Diouf, 1996). L'étude de la structure spatiale et temporelle des peuplements a été réalisée par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) qui est une méthode couramment utilisée en écologie pour le traitement de tableaux espèces-relevés, elle a pour but de décrire de manière globale les peuplements et leur organisation. Elle permet d'établir des associations ou des oppositions entre lignes (les coups de pêche) et colonnes (les espèces) d'un tableau d'abondances faunistiques et de définir ainsi des groupes d'espèces caractéristiques de certaines zones ou de certaines périodes d'étude.

Les données ont été transformées en $\log(x+1)$ afin de stabiliser les variances qui peuvent être importantes pour des espèces pêchées en bancs de nombreux individus.

Les mesures individuelles réalisées sur les individus pêchés ont donné lieu lorsque les effectifs l'autorisaient à des histogrammes de fréquence de taille permettant d'observer l'évolution de la taille individuelle sur la durée de l'étude et ainsi observer l'impact de la mise en défens de la zone à ce niveau. Les individus ont été regroupés en classes de taille d'un centimètre de la manière suivante : la classe 20 correspond aux individus mesurant entre 200 et 209 mm.

Les traitements statistiques et les graphiques ont été réalisés avec le logiciel R disponible en accès libre sur le web à l'adresse suivante : <http://cran.r-project.org/> et la librairie ade4 pour les analyses multivariées.

3. Résultats

3.1. Environnement aquatique

3.1.1. Principaux paramètres physico-chimiques

Les résultats des mesures physico-chimiques réalisées dans chaque station sont détaillés en annexe 1 pour chacune des 8 campagnes réalisées (force du courant, profondeur, transparence, salinité de surface et de fond, température de surface et de fond, pourcentage de saturation de l'oxygène en surface et au fond, conductivité de surface et de fond). Le tableau III ci-dessous présente les caractéristiques d'ensemble des variables de l'environnement : valeurs moyennes, écart type, minimum, maximum et médiane.

	Prof	Transp	Sal.S	Sal.F	Tmp.S	Tmp.F	Oxy.S	Oxy.F	Cond.S	Cond.F
Moyenne	5,2	2,0	39,6	40,6	28,0	27,7	74,0	70,4	56689,4	58287,4
Ecart type	2,2	0,5	6,2	6,3	2,7	2,6	13,1	14,1	6050,6	6439,8
Minimum	1,7	0,9	28,0	28,0	22,9	21,1	48,4	38,6	42600,0	44000,0
Maximum	11,5	3,3	50,0	52,0	32,2	31,2	116,1	114,0	70300,0	70800,0
Médiane	4,7	2,0	42,0	42,5	28,9	28,4	74,4	68,2	57400,0	60100,0

Tableau III : Paramètres statistiques des variables de l'environnement sur l'ensemble des 96 relevés hydrologiques : moyenne, écart type, minimum, maximum, médiane. 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 %), Cond.S, Cond.F : conductivité en surface et au fond (en μ Siemens).

Salinité: Bien que le rôle direct de la salinité sur le cycle de vie et la répartition des espèces estuariennes doive être encore précisé, elle demeure un paramètre dont la mesure est essentielle pour la description et la compréhension du fonctionnement des milieux littoraux. Dans le bolon, la salinité varie entre 28 (en octobre) et 52 (en mars) (Tableau III). Quelle que soit la saison les différences entre les salinités de surface et de fond sont minimales (maximum 4 en mars, le plus souvent inférieures ou égales à 1) indiquant qu'il n'y a pas de stratification haline verticale dans la zone considérée.

Transparence: 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 que nous l'évaluons 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 III), 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 (Albaret *et al.*, 2001).

Température: Les variations spatiales de ce paramètre 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). C'est en octobre que les températures sont les plus élevées, atteignant 32,2 en surface (Tableau III). 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.

Autres paramètres environnementaux :

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%). Un seul cas de taux de saturation en oxygène (relativement) faible a été rencontré à la station 1 (38.6 % au fond).

L'évolution de la conductivité, en surface comme au fond, suit logiquement celle de la salinité et n'apporte aucune information supplémentaire dans la gamme des valeurs mesurées à Bamboung.

Le fond, souvent parsemé d'oursins, est sableux à sablo-vaseux avec des débris végétaux et des débris coquilliers.

3.1.2. Analyse globale des conditions environnementales

Une Analyse en Composantes Principales normée a été réalisée sur ces variables environnementales. Les variables prises en compte sont la profondeur, la transparence, la salinité, la température, la teneur en oxygène et la conductivité (en surface et au fond pour ces 4 dernières). Les résultats de cette analyse sont présentés sur les figures 3 à 5.

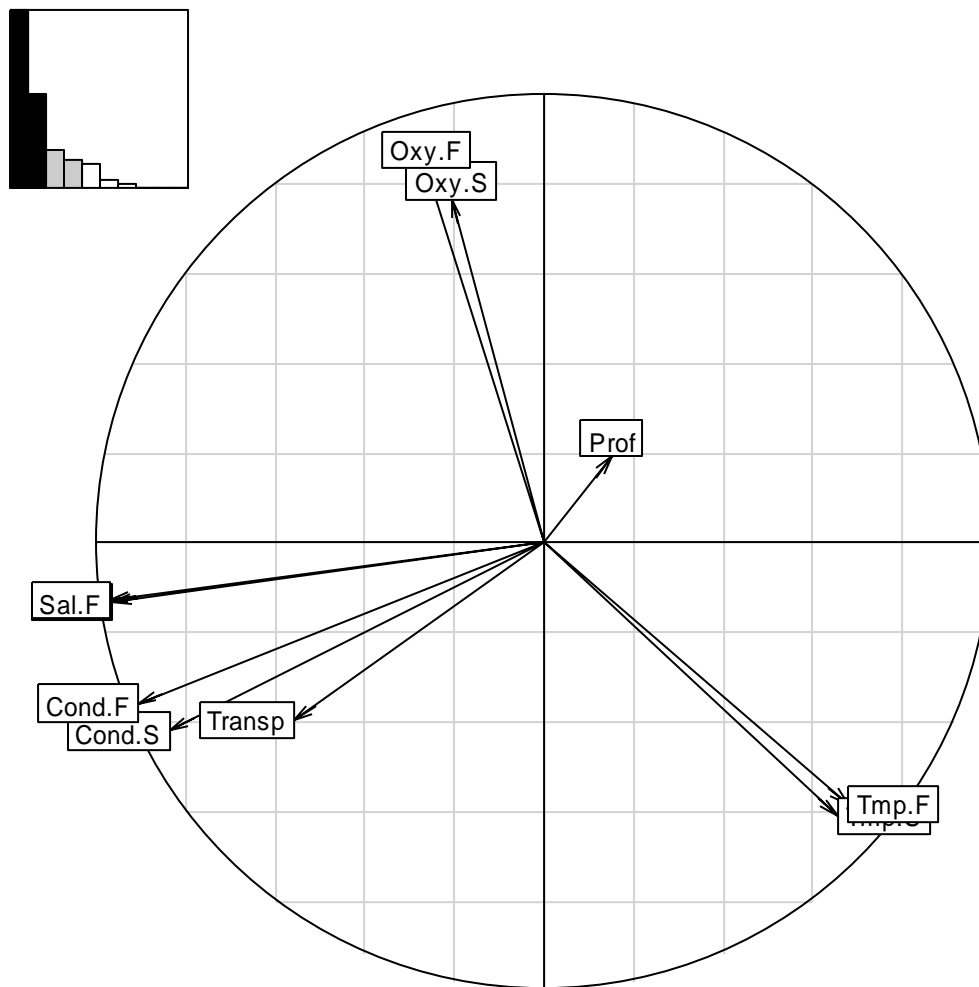


Figure 3 : Analyse en composantes principales des paramètres de l'environnement pour l'ensemble des relevés hydrologiques réalisés dans le bolon de Bamboung. (a) Histogramme des valeurs propres. Les deux premiers axes (en noir) représentent 72% de l'inertie totale. (b) Cercle de corrélations des variables sur les deux premiers axes (axe 1 horizontal, axe 2 vertical). Prof : profondeur, Transp : Transparence, Oxy.S : oxygène en surface, Oxy.F : oxygène au fond, Sal.S : salinité en surface, Sal.F : salinité au fond, Cond.S : conductivité en surface, Cond.F : conductivité au fond, Tmp.S : température en surface, Tmp.F : température au fond.

L'histogramme des valeurs propres (Figure 3a) suggère de retenir les 2 premiers axes qui représentent respectivement 47% et 25% soit 72% de l'inertie totale du nuage de points.

Le cercle de corrélations (Figure 3b) met en évidence les fortes corrélations existant entre les valeurs de surface et de fond pour la salinité et la température en particulier, mais également pour l'oxygène et la conductivité, indiquant une absence de stratification verticale du milieu, ce qui nous a conduits à n'utiliser par la suite que les valeurs de surface.

Trois groupes de variables, caractéristiques de trois types de masses d'eau, sont ainsi mis en évidence : salinité, conductivité et transparence qui se projettent à l'extrémité négative de l'axe 1, oxygène qui caractérise l'axe 2 à son extrémité positive, et température qui s'oppose sur l'axe 1 au premier groupe cité, et sur l'axe 2 à l'oxygène. La profondeur est mal corrélée avec ces deux premiers axes.

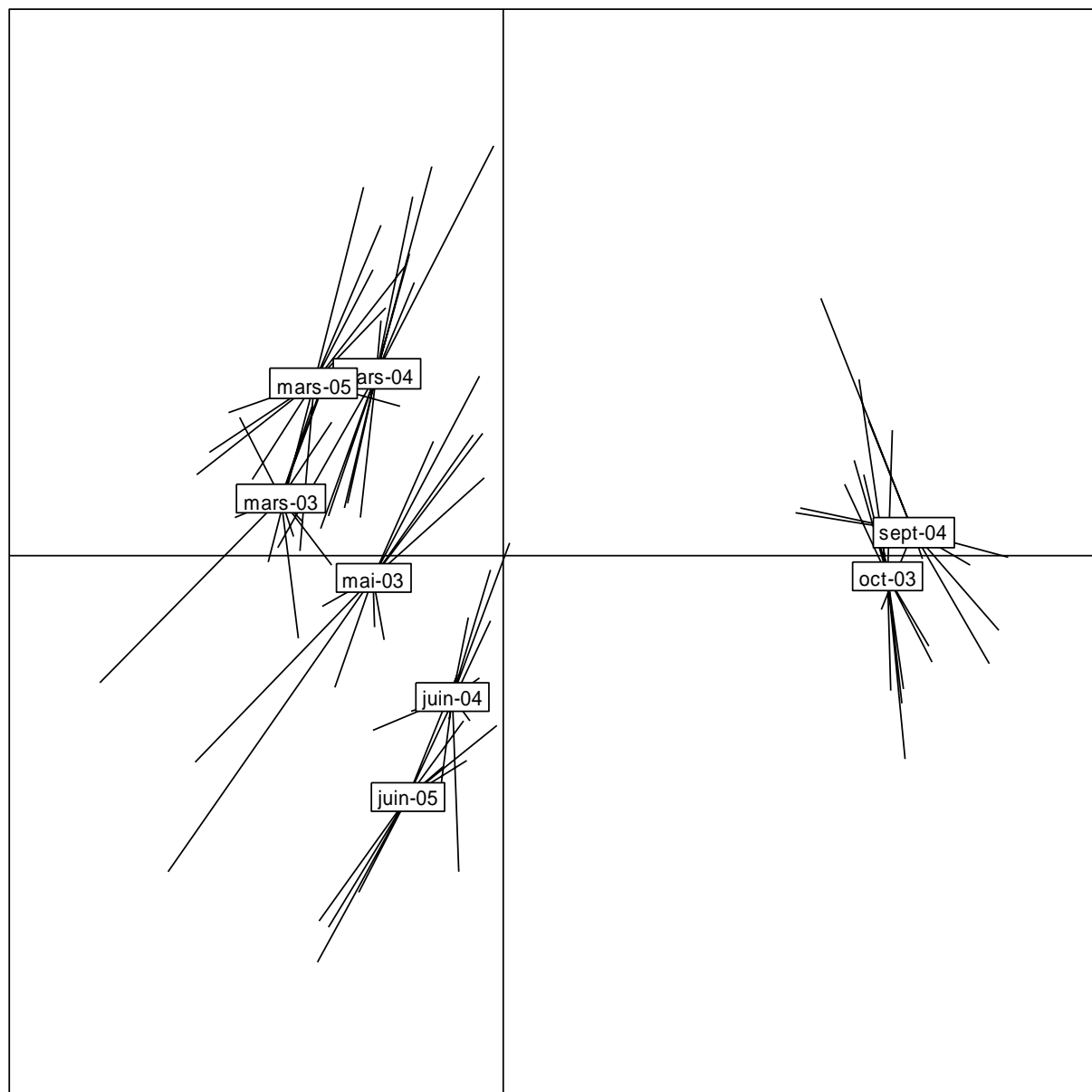


Figure 4 : Analyse en composantes principales des paramètres de l'environnement pour l'ensemble des relevés hydrologiques réalisés dans le bolon de Bamboung. Projection des points moyens par campagne sur le nuage des relevés sur les deux premiers axes (axe 1 horizontal, axe 2 vertical).

La représentation des points moyens par campagne sur le nuage des relevés (Figure 4) oppose nettement selon l'axe 1 les campagnes de septembre-octobre (saison humide), où la température de l'eau est maximale et la salinité, la conductivité et la transparence minimales, aux campagnes de mars et mai-juin (saison sèche) où la salinité, la conductivité et la transparence sont maximales. Du fait de l'augmentation de température entre mars et mai-juin, ces dernières campagnes se positionnent de manière intermédiaire entre mars et septembre. De plus, en début de saison sèche (mars), les teneurs en oxygène de l'eau sont plus élevées qu'en fin (mai-juin), ce qui s'exprime par un gradient le long de l'axe 2, lié à la fois à l'augmentation de température et à la diminution de la teneur en oxygène.

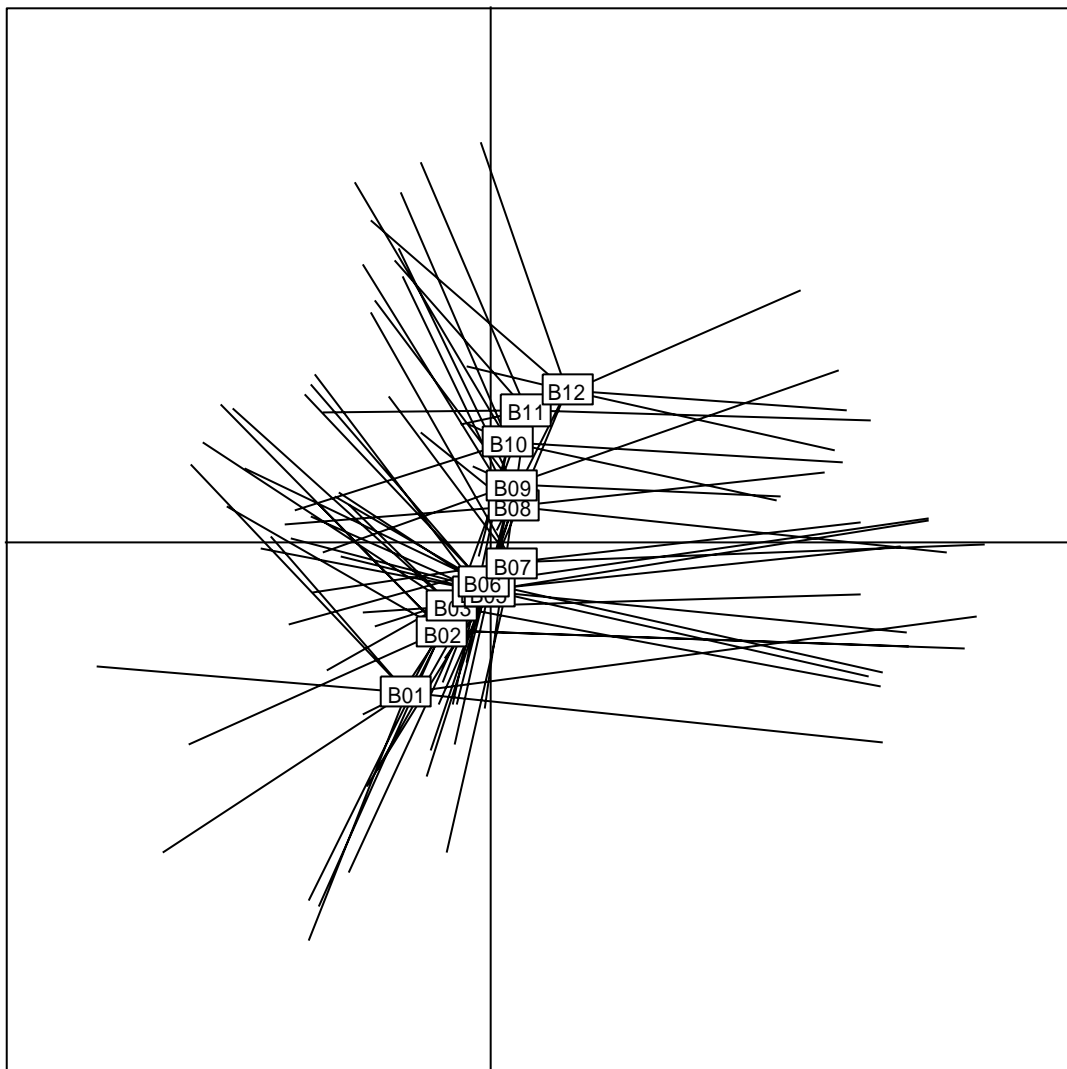


Figure 5 : Analyse en composantes principales des paramètres de l'environnement pour l'ensemble des relevés hydrologiques réalisés dans le bolon de Bamboung. Projection des points moyens par station sur le nuage des relevés sur les deux premiers axes (axe 1 horizontal, axe 2 vertical).

La représentation des points moyens par station (Figure 5) met en évidence l'importante variabilité intra-station (forte dispersion des relevés pour une même station), mais également un gradient amont-aval de la station B01 (en bas à gauche) à la station 12 (en haut à droite). Les eaux les plus oxygénées, mais également les moins salées et transparentes sont donc observées aux stations B11 et B12 situées à l'embouchure du bolon dans la zone tampon.

La représentation des données environnementales (Figure 6) sous forme de boxplots permet de mieux distinguer la variabilité dans le temps et dans l'espace.

Variabilité saisonnière (Figure 6, à gauche)

Les valeurs minimales de transparence sont observées en saison humide (septembre-octobre), tandis que les maximales semblent plutôt caractéristiques du mois de juin. Cependant, les valeurs les plus fortes ont été notées lors de la première campagne en mars 2003. La salinité 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. La température augmente progressivement entre mars (22 à 26°C), mai-juin (28 à 30°C) et septembre-octobre (30 à 32°C). On remarque en juin 2005 des températures particulièrement élevées, de l'ordre de celle d'un mois d'octobre. La teneur en oxygène dissous varie peu avec la saison, elle est globalement élevée en mars 2005.

Variabilité spatiale (Figure 6, à droite)

La transparence et la salinité diminuent légèrement de l'amont (station B01) vers l'aval (station B12). La transparence, cependant, atteint des valeurs élevées (de l'ordre de 3m) dans la zone aval (stations B08 à B12) en mars 2003. Le gradient de salinité est sensible sur les valeurs médianes (qui passent de 45 à 40), mais également sur les valeurs maximales (de 50 à 42). La température est stable d'une station à l'autre, sa variabilité est essentiellement saisonnière. Le paramètre variant le plus entre stations est la teneur en oxygène dissous qui passe de 65% environ en amont à 80% en aval. Pour ce paramètre, la variabilité intra station est faible.

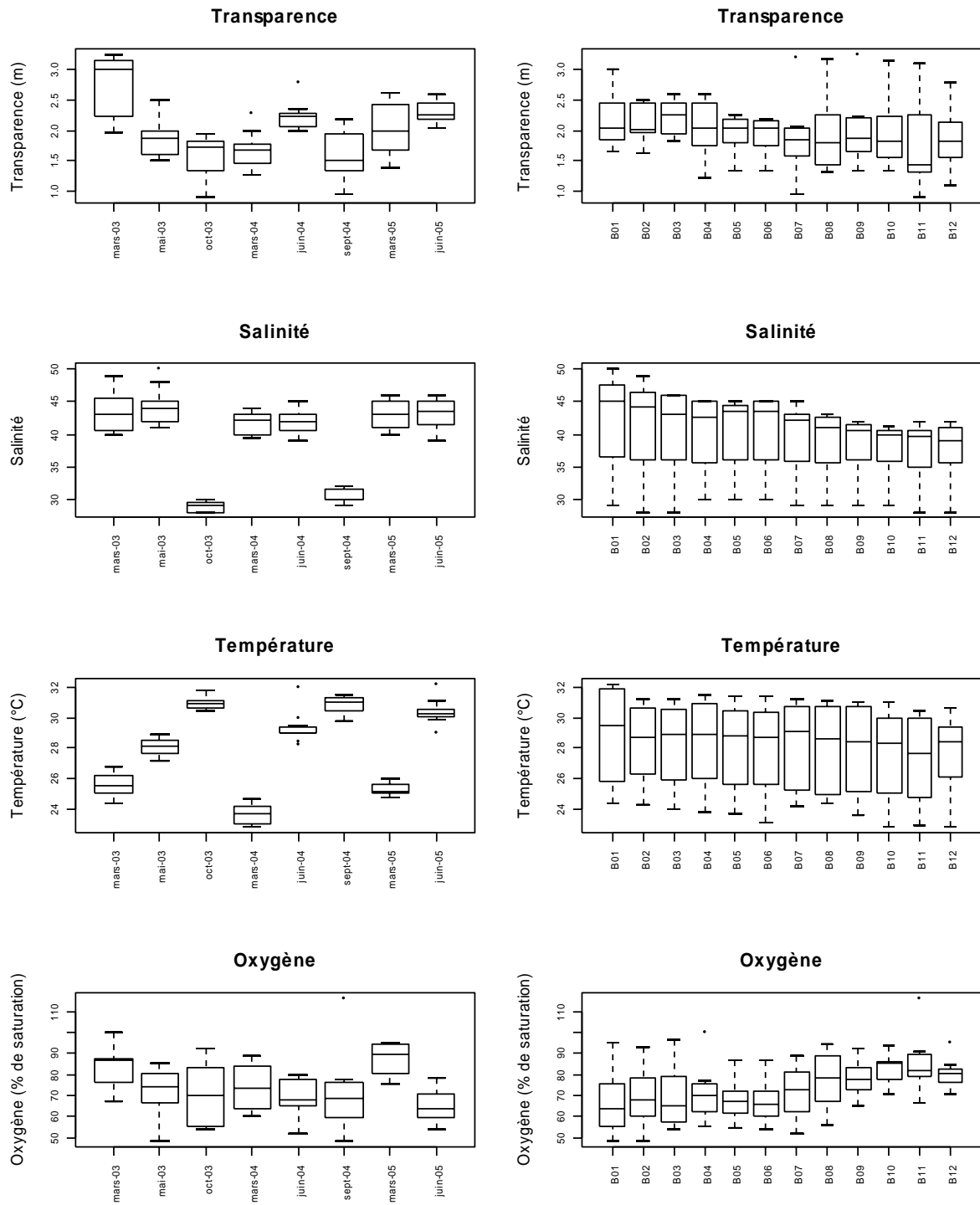


Figure 6 : Variabilité des principaux paramètres de l'environnement pour l'ensemble des relevés hydrologiques réalisés dans le bolon de Bamboung (transparence, salinité de surface, température de surface, teneur en oxygène de surface) par campagne (colonne de gauche) et par station (colonne de droite).

3.2. Caractéristiques fondamentales des peuplements de poissons de l'AMP

Dans un premier temps une description détaillée du peuplement ichthyologique de l'AMP ainsi que les variations saisonnières de certaines de ses caractéristiques est présentée. Elle prend en compte l'ensemble des informations récoltées sur Bamboung, avant et après la mise effective en AMP. Dans un second temps (§ 3.3), nous tenterons de dégager les principales modifications que l'on pense induites ou favorisées par l'arrêt de la pêche.

3.2.1. Description générale du peuplement

3.2.1.1 Inventaire ichtyofaunistique, évaluation de la biodiversité

Ordre	Famille	Genre, Espèce	Code	Catégorie	Campagne	
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	AVU	Mo	1	
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Trachinocephalus myops</i>	TMY	Mo	8	
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides liberiensis</i>	BLI	Ma	1234678	
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura senegalensis</i>	BES	Em	1	
		<i>Tylosurus crocodilus</i>	TCR	Mo	18	
	Exocoetidae	<i>Fodiator acutus</i>	FAC	Ma	145	
Clupéiformes	Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	HBR	Em	236	
		Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	EFI	Em	1234678
		<i>Ilisha africana</i>	IAF	Em	3468	
		<i>Sardinella aurita</i>	SAU	Ma	5	
		<i>Sardinella maderensis</i>	SEB	ME	12345678	
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops lacerta</i>	ELA	ME	1234567	
Perciformes	Acanthuridae	<i>Acanthurus monroviae</i>	AMO	Mo	27	
		Carangidae	<i>Alectis alexandrinus</i>	SAL	Mo	47
		<i>Caranx hippos</i>	CHI	ME	13467	
		<i>Caranx rhonchus</i>	CRH	Mo	6	
		<i>Caranx senegallus</i>	CAS	ME	1234567	
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHL	ME	234678	
		<i>Lichia amia</i>	LIA	Ma	7	
		<i>Trachinotus ovatus</i>	LGL	Ma	6	
		<i>Trachinotus teraia</i>	TFA	Em	457	
		Cichlidae	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	THE	Es	1256
			<i>Tilapia guineensis</i>	TGU	Es	125678
		Drepaneidae	<i>Drepane africana</i>	DAF	ME	36
		Ephippidae	<i>Chaetodipterus goreensis</i>	CHG	Mo	1
			<i>Chaetodipterus lippei</i>	CLI	Ma	2457
		Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	GME	ME	12345678
			<i>Gerres nigri</i>	GNI	Es	12345678
		Haemulidae	<i>Brachydeuterus auritus</i>	BAU	ME	346
			<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	PLM	Em	1345678
			<i>Pomadasys incisus</i>	PIN	Ma	67
	<i>Pomadasys jubelini</i>		PJU	Em	1235678	
	<i>Pomadasys perotaei</i>		PPE	Em	3468	
	Lutjanidae	<i>Lutjanus dentatus</i>	LUD	Mo	8	
		<i>Lutjanus goreensis</i>	LGO	Ma	35678	

	Monodactylidae	<i>Monodactylus sebae</i>	PSB	Es	12345678
	Mugilidae	<i>Liza dumerili</i>	LDU	Em	1245678
		<i>Liza falcipinnis</i>	LFA	Em	12345678
		<i>Liza grandisquamis</i>	LGR	Em	1245678
		<i>Mugil bananensis</i>	MBA	ME	1257
		<i>Mugil cephalus</i>	MCE	ME	26
		<i>Mugil curema</i>	MCU	Em	12345678
	Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i>	GDE	ME	234567
		<i>Polydactylus quadrifilis</i>	POQ	ME	12467
		<i>Pseudolithus</i>			
	Sciaenidae	<i>brachygnathus</i>	PBR	ME	367
		<i>Pseudolithus elongatus</i>	PEL	Em	36
		<i>Pseudolithus senegalensis</i>	PSN	Ma	3
	Scombridae	<i>Orcynopsis unicolor</i>	OUN	Mo	1
		<i>Scomberomorus tritor</i>	CTR	Ma	4
	Serranidae	<i>Epinephelus aeneus</i>	EAE	ME	56
	Sparidae	<i>Diplodus bellottii</i>	DBE	Mo	6
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena afra</i>	SPI	ME	578
		<i>Sphyraena guachancho</i>	SGU	ME	46
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus monodi</i>	CYM	Mo	3
		<i>Cynoglossus senegalensis</i>	CYS	Em	12345678
	Paralichthyidae	<i>Citarichthys stampflii</i>	CST	Em	238
Rajiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis margarita</i>	DMA	Em	134568
		<i>Dasyatis margaritella</i>	DAM	Em	1578
Siluriformes	Ariidae	<i>Arius latiscutatus</i>	AGA	ME	12345678
		<i>Arius parkii</i>	ARP	ME	123467
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Hippocampus algiricus</i>	HPU	Ma	1
		<i>Syngnathus pelagicus</i>	SPE	Ma	2
Tétraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Ephippion guttifer</i>	EGU	ME	12345678
		<i>Lagocephalus laevigatus</i>	LLA	Ma	2
		<i>Sphoeroides spengleri</i>	SSP	Mo	178

Tableau IV : Liste générale des espèces de poissons pêchées dans le bolon de Bamboung, triée par ordre et famille.

Au total (8 campagnes de pêche) 65 espèces ont été recensées (Tableau IV), appartenant à 30 familles. Une espèce, fréquemment observée, mais jamais capturée par la senne tournante, peut être ajoutée à la liste ichtyofaunistique du Bamboung. Il s'agit du périophtalme, *Periophtalmus papilio*, souvent observée sur les bancs de vase et les racines de palétuviers.

La famille la mieux représentée est celle des Carangidae avec huit espèces présentes, viennent ensuite les Mugilidae (6 espèces), les Haemulidae (5 espèces) et les Clupeidae (4 espèces). Seulement 12 familles sur 30 ne sont représentées que par une seule espèce.

Neuf espèces sont présentes dans toutes les campagnes : *Sardinella maderensis*, *Eucinostomus melanopterus*, *Gerres nigri*, *Monodactylus sebae*, *Liza falcipinnis*, *Mugil curema*, *Cynoglossus senegalensis*, *Arius latiscutatus*, *Ephippion guttifer*. Sept autres espèces : *Ethmalosa fimbriata*, *Elops lacerta*, *Caranx senegallus*, *Batrachoides liberiensis*, *Plectorhinchus macrolepis*, *Liza dumerili*, *L. grandisquamis* ne sont absentes que lors d'une seule campagne. Enfin *Chloroscombrus chrysurus*, *Tilapia guineensis*, *Galeoïdes decadactylus*, *Dasyatis margarita* et *Arius parkii* ont été capturés 6 fois sur 8.

Ces vingt et une espèces peuvent être considérées comme constituant la base permanente du peuplement du bolon de Bamboung. On y trouve « classiquement » 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 2 Gerreidae *G. nigri* et *E. melanopterus*, les deux Mugilidae *Liza dumerili* et *L. grandisquamis*, l'Elopidae *E. lacerta*... mais aussi des éléments dont la présence permanente peut être considérée comme plus représentative de ce type de biotope (bolon de taille moyenne en zone de mangrove modérément sursalé) tels *M. sebae*, *E. guttifer*, *T. guineensis*, *B. liberiensis*, *P. macrolepis* ...

Ordre	Famille	Genre, Espèce	Code	Campagne
Décapodes	Penaeidae	<i>Penaeus notialis</i>	PDU	1235678
	Portunidae	<i>Callinectes sp.</i>	CAL	3567
		<i>Portunus validus</i>	PVA	6
	Xanthidae	<i>Panopeus africanus</i>	PAF	6
Sepiida	Sepiidae	<i>Sepia sp.</i>	SEP	34567

Tableau V : Liste générale des espèces de mollusques et crustacés pêchées triées par ordre et famille.

Plusieurs espèces de crustacés et de mollusques ont également été capturés par la senne dans Bamboung (Tableau V). Il s'agit principalement de la crevette pénéide *Penaeus notialis*, du crabe *Callinectes latimanus* et de la seiche *Sepia sp.* Le « yeet » *Cymbium sp* ainsi que des oursins et des méduses ont été régulièrement observés, mais ni comptés ni pesés contrairement aux précédents.

3.2.1.2 Nature du peuplement

La répartition des 65 espèces pêchées selon les catégories du schéma général d'organisation des peuplements estuariens d'Afrique de l'Ouest (Figure 2) est présentée en figure 7 :

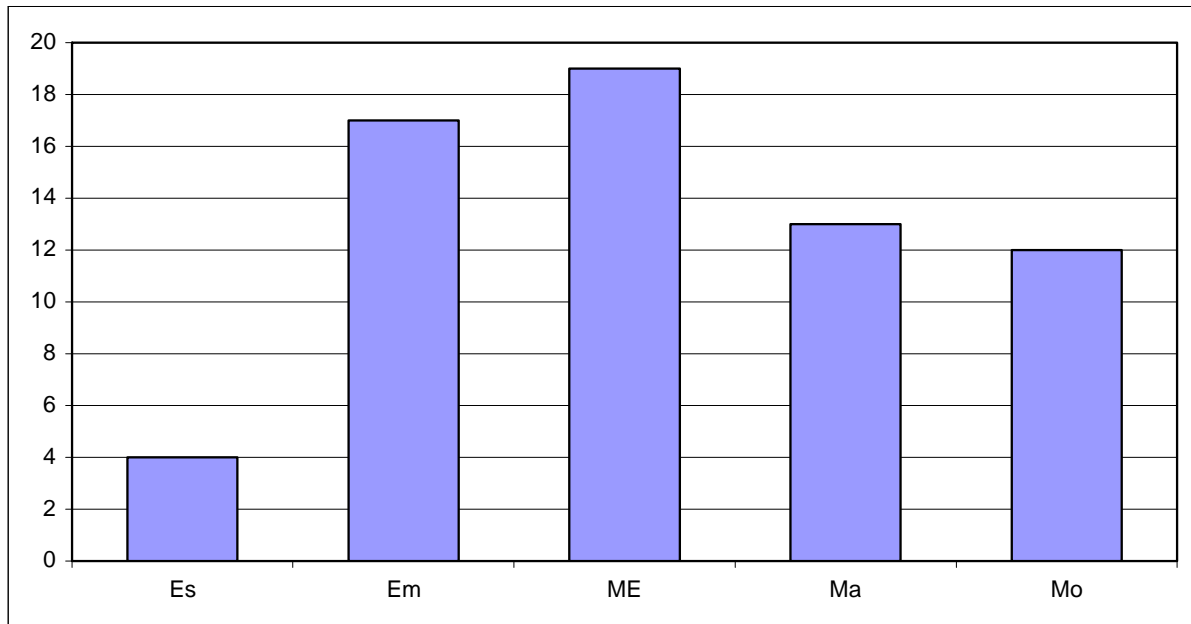


Figure 7 : Répartition en catégories écologiques des 65 espèces capturées dans le bolon de Bamboung. Es = Estuarienne stricte, Em = Estuarienne d'origine marine, ME = Marine Estuarienne, Ma = Marine accessoire, Mo = Marine occasionnelle. En ordonnée : nombre d'espèces.

L'absence d'espèces d'origine dulçaquicole et donc des catégories écologiques de l'axe « continental » confirme la prédominance de l'influence marine dans l'estuaire du Sine Saloum. 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 19 espèces (Figure 7). Quatre espèces strictement estuariennes ont été échantillonnées dans le bolon de Bamboung, le reste du peuplement est composé de formes Ma (Marines accessoires) et Mo (Marines occasionnelles).

3.2.1.3 Occurrence, Effectifs, biomasses

Les occurrences, effectifs et biomasses de toutes les espèces sont présentées au tableau VI.

Code	Catégorie	Occurrence	Effectif	% Effectif	Biomasse (g)	% Biomasse
EFI	Em	34	7700	34,0	256442	22,0
LDU	Em	25	1728	7,6	182129	15,6
SEB	ME	63	6103	26,9	81625	7,0
ARP	ME	23	174	0,8	61318	5,3
AGA	ME	32	193	0,9	55669	4,8
ELA	ME	17	187	0,8	44945	3,9
MCU	Em	25	398	1,8	44133	3,8
POQ	ME	5	15	0,1	36847	3,2
GNI	Es	64	830	3,7	35315	3,0
TFA	Em	10	24	0,1	33229	2,9
PJU	Em	25	218	1,0	31911	2,7
CHL	ME	18	2564	11,3	30101	2,6
LFA	Em	32	250	1,1	21906	1,9
LIA	Ma	1	5	0,0	19700	1,7
LGO	Ma	13	17	0,1	19137	1,6
CLI	Ma	5	43	0,2	16778	1,4
SAL	Mo	7	18	0,1	16180	1,4
LGR	Em	18	209	0,9	15787	1,4
MBA	ME	10	138	0,6	14799	1,3
PLM	Em	12	22	0,1	13747	1,2
GME	ME	77	725	3,2	13745	1,2
EGU	ME	11	11	0,0	13461	1,2
THE	Es	5	99	0,4	13006	1,1
DMA	Em	17	23	0,1	12979	1,1
TGU	Es	9	47	0,2	12102	1,0
PSB	Es	24	179	0,8	10020	0,9
CAS	ME	14	36	0,2	8920	0,8
SPI	ME	4	5	0,0	5802	0,5
IAF	Em	6	265	1,2	5505	0,5
CYS	Em	19	24	0,1	4655	0,4
BLI	Ma	18	27	0,1	4518	0,4
PPE	Em	12	48	0,2	4292	0,4
DAM	Em	8	8	0,0	3501	0,3
TCR	Mo	3	12	0,1	2918	0,3
GDE	ME	18	114	0,5	2908	0,2
LUD	Mo	1	1	0,0	2500	0,2
BAU	ME	3	85	0,4	2449	0,2
PBR	ME	3	7	0,0	1804	0,2
PEL	Em	2	9	0,0	1238	0,1
BES	Em	1	3	0,0	1122	0,1
MCE	ME	2	11	0,0	1021	0,1
PIN	Ma	2	16	0,1	765	0,1
AMO	Mo	2	2	0,0	738	0,1
CHI	ME	6	7	0,0	700	0,1
PSN	Ma	2	7	0,0	563	0,0
HBR	Em	3	8	0,0	496	0,0
EAE	ME	3	3	0,0	410	0,0
SGU	ME	3	5	0,0	377	0,0
OUN	Mo	1	1	0,0	362	0,0
CTR	Ma	1	1	0,0	355	0,0

FAC	Ma	3	10	0,0	192	0,0
SSP	Mo	4	5	0,0	74	0,0
CST	Em	5	7	0,0	62	0,0
DBE	Mo	1	2	0,0	56	0,0
CHG	Mo	1	1	0,0	26	0,0
LGL	Ma	1	1	0,0	26	0,0
SAU	Ma	1	1	0,0	20	0,0
CRH	Mo	1	1	0,0	18	0,0
TMY	Mo	1	1	0,0	18	0,0
AVU	Mo	1	1	0,0	17	0,0
CYM	Mo	1	1	0,0	8	0,0
LLA	Ma	1	1	0,0	7	0,0
DAF	ME	2	2	0,0	2	0,0
HPU	Ma	1	1	0,0	2	0,0
SPE	Ma	1	1	0,0	1	0,0
Total			22661	100,0	1165459	100,0

Tableau VI : Occurrence, effectif, biomasse globales par espèce sur l'ensemble des pêches expérimentales réalisées dans le bolon de Bamboung

Trois espèces présentent des occurrences nettement plus fortes que les autres. Il s'agit des deux Gerreidae : *E. melanopterus* et *G. nigri* (présents respectivement dans 77 et 64 coups de pêche sur 96) et du Clupeidae *S. maderensis* (63 occurrences).

Six espèces représentent 87% de l'effectif total (pour 51% de la biomasse) : *Ethmalosa fimbriata*, *Sardinella maderensis*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Liza dumerili*, *Gerres nigri*, *Eucinostomus melanopterus*.

L'espèce la plus abondante est *Ethmalosa fimbriata*, elle représente 34% de l'effectif total et se situe au rang 1 des biomasses, viennent ensuite *Sardinella maderensis*, *Chloroscombrus chrysurus* et *Liza dumerili* qui représentent 27%, 11% et 8% de l'effectif total et sont respectivement au rang 3, 12 et 2 des biomasses. Les deux Gerreidae (*Gerres nigri* et *Eucinostomus melanopterus*) représentent chacune un peu plus de 3% de l'abondance. Les deux Ariidae, *Arius latiscutatus* et *Arius parkii*, bien que peu abondants (moins de 1%) sont respectivement aux rangs 4 et 5 des biomasses avec à elles deux environ 10% de la biomasse totale. Il en est de même pour *Elops lacerta*, *Mugil curema* et *Polydactylus quadrifilis* représentant chacune entre 3 et 4% de la biomasse totale.

3.2.1.4 Abondance, richesse, diversité spécifique et équitabilité

Les résultats détaillés par coup de pêche concernant la richesse, l'abondance, et la diversité spécifiques ainsi que l'équitabilité sont rassemblés en annexe 2. Les valeurs par campagnes sont listées dans le tableau VII :

Campagne	Richesse	Effectif	Biomasse (g)	Diversité de Shannon	Equitabilité
mars-03	33	3107	346 445	2,674	0,530
mai-03	30	1981	140 897	3,237	0,660
oct-03	31	4142	59 039	1,365	0,276
mars-04	31	3544	139 182	2,352	0,475
juin-04	28	643	66 460	3,305	0,687
sept-04	40	6750	169 684	2,487	0,467
mars-05	35	2291	214 825	2,861	0,558
juin-05	28	203	28 927	3,678	0,765

Tableau VII : Evolution par campagne de la richesse globale, de l'effectif, de la biomasse (en g), de l'indice de diversité de Shannon et de l'indice d'équitabilité.

La variabilité aux différentes stations et au cours du temps de ces descripteurs synthétiques du peuplement est présentée à la figure 8.

- Evolution par campagne (Figure 8 gauche)

La richesse et le logarithme de l'abondance et de la biomasse évoluent globalement dans le même sens. On note, en 2003, une diminution progressive des valeurs de ces paramètres entre la saison sèche (mars) et la saison humide (octobre). Il se produit sensiblement la même évolution en 2004 entre mars et mai puis une légère augmentation pour la campagne de septembre 2004. Il est important de souligner que les campagnes effectuées en juin 2004 et en juin 2005 présentent les plus faibles valeurs de richesse, d'abondance et de biomasse. Cette période correspond, dans le Sine Saloum, à une transition entre saison sèche et saison des pluies. La plus forte variabilité inter-stations est notée en fin de saison humide (septembre-octobre) pour la plupart des paramètres présentés (particulièrement pour l'abondance).

- Evolution par station (Figure 8 droite)

La station 12, située dans le Diomboss en face de l'embouchure du Bamboung, semble présenter les peuplements les moins structurés avec une équitabilité et un indice de Shannon faibles comparés aux autres stations. L'abondance est, en moyenne, la plus forte en cette station mais présente également une forte variabilité. Un examen plus détaillé des captures montre que cette instabilité est liée au passage en cette station de bancs de petits

pélagiques. Les stations situées à l'extrême amont du bolon, stations 1 et 2, sont celles où la variabilité de la richesse et de l'abondance est la plus importante.

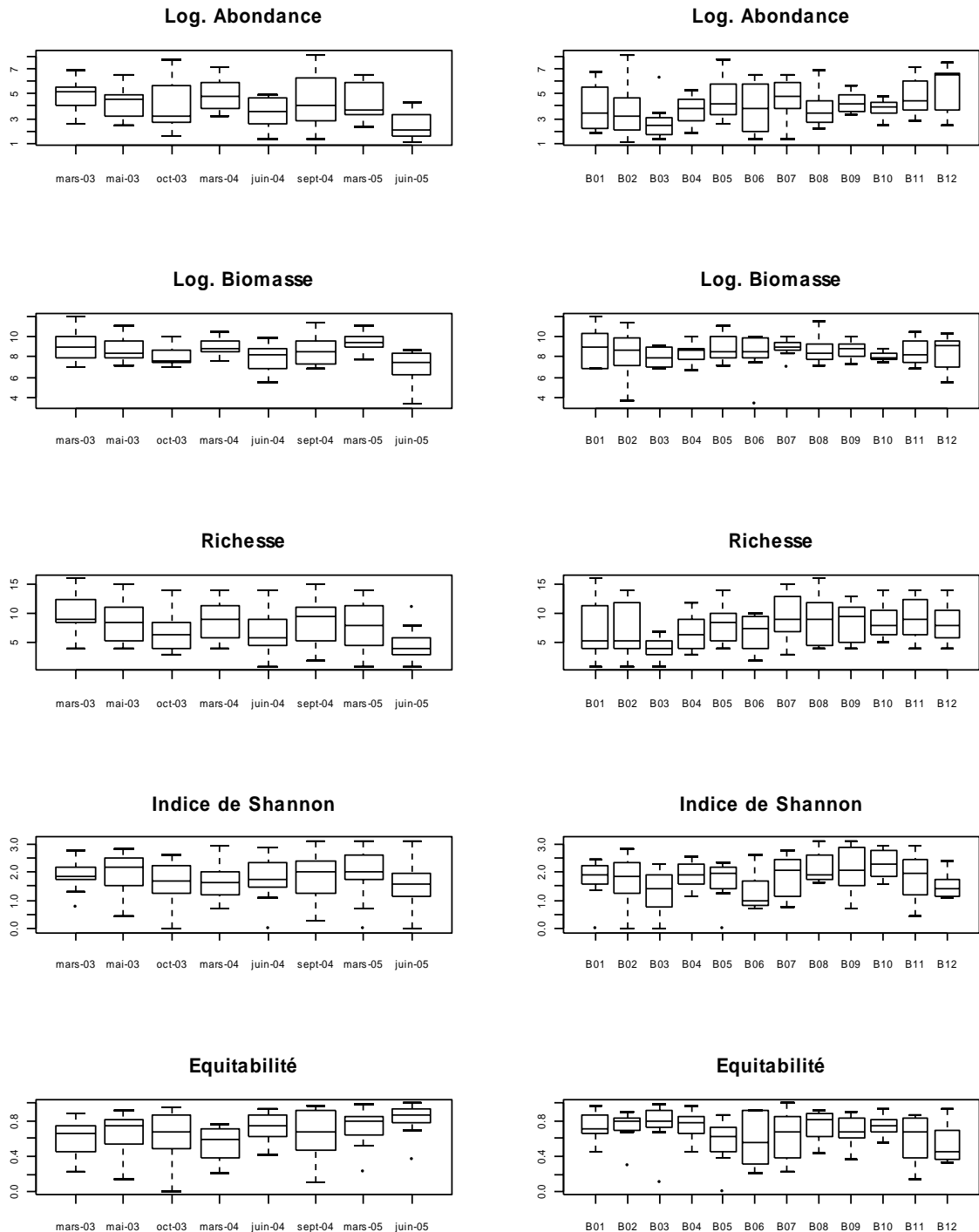


Figure 8 : Variabilité par campagne (colonne de gauche) et par station (colonne de droite) des indices synthétiques du peuplement : abondance et biomasse (en logarithme), richesse, indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité.

3.2.1.5 Distribution, organisation, zonation des peuplements

Une première Analyse Factorielle (AFC) des correspondances sur l'ensemble des 65 espèces a mis en évidence la particularité de la station B02 lors des deux dernières campagnes (Mars-05 et Juin-05), caractérisée par un peuplement très pauvre dominé par *Lichia amia* (en mars), et par la seule espèce *Spheroides spengleri* en juin. Ces deux espèces ont été supprimées du fichier pour réaliser une nouvelle AFC présentées en Figures 9 à 11.

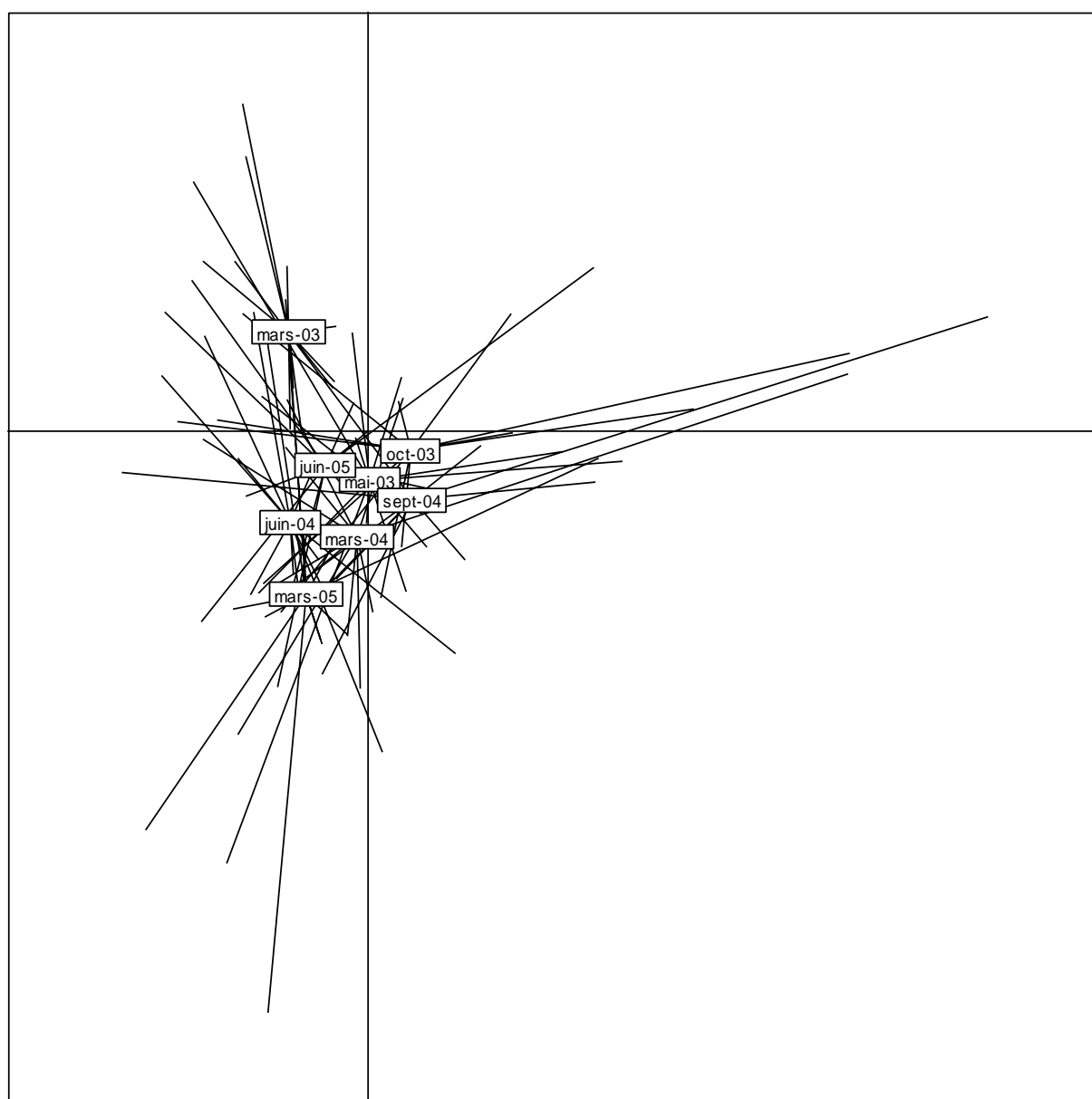


Figure 9 : AFC du tableau relevés – espèces. Représentation des points moyens par campagne sur le plan factoriel 1-2.

La représentation en points moyens par campagne (Figure 9) montre avant tout une forte variabilité intra-campagnes. Les deux campagnes de saison humide se positionnent plutôt à droite de l'axe 1, mais sans se distinguer très nettement des autres. La campagne de mars 2003 est celle qui s'individualise le mieux, s'opposant sur l'axe 2 aux campagnes de mars 2004 et 2005 et de juin 2004. La dernière campagne (juin 2005) occupe quant à elle une position intermédiaire, ne prolongeant pas la tendance qui semblait s'amorcer en mars 2005.

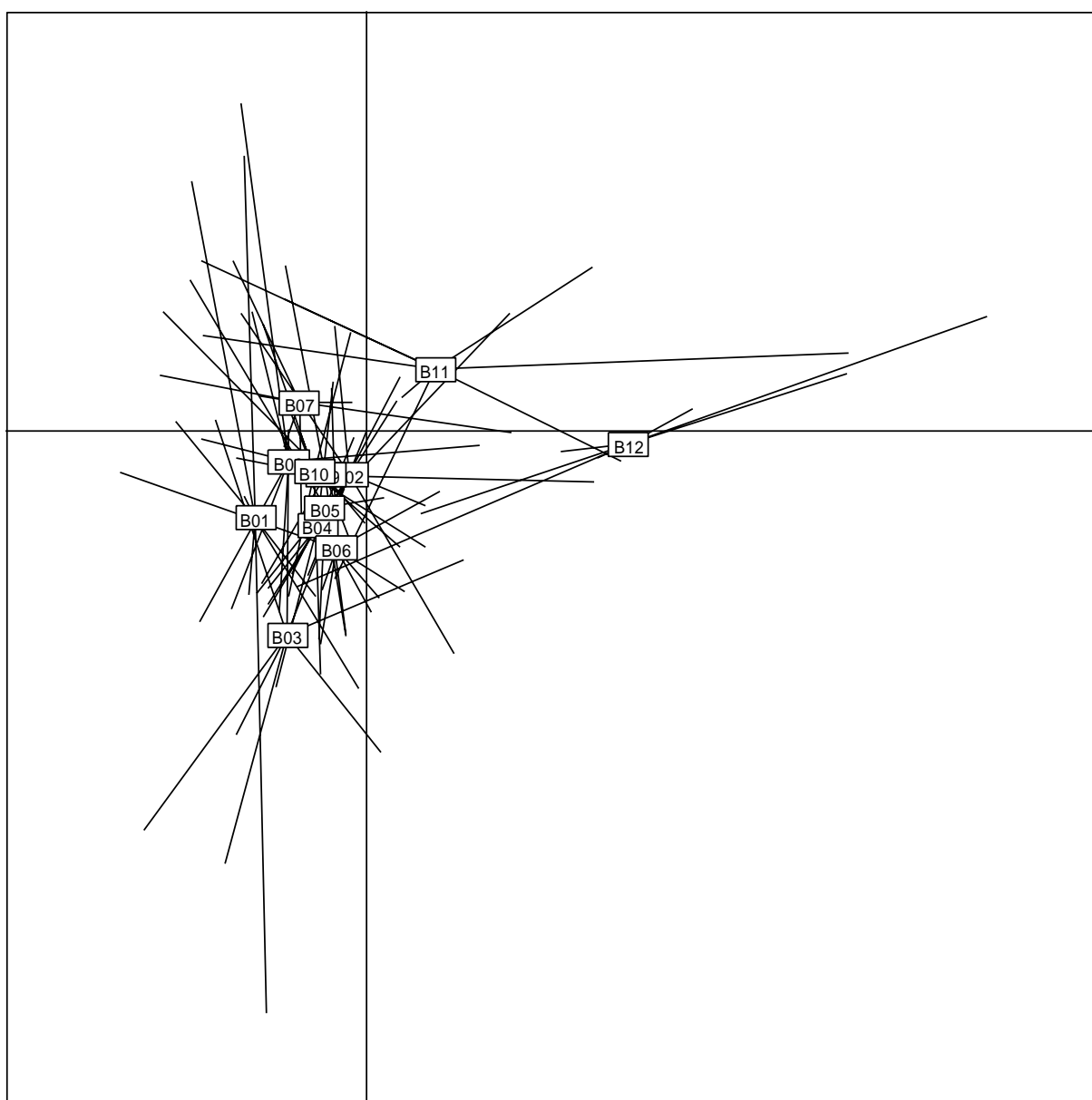


Figure 10 : AFC du tableau relevés – espèces. Représentation des points moyens par station sur le plan factoriel 1-2.

Du point de vue des stations (Figure 10), l'axe 1 est formé principalement par les stations B12 et l'axe 2 par les stations B03, B05 et B06. Les stations B11 et surtout B12, situées respectivement dans la zone tampon et en périphérie de l'AMP se distinguent assez nettement par leur peuplement du reste du bolon. Les stations projetées dans la partie inférieure de l'axe 2 (stations B01, B03, B04, B05, B06) sont situées dans la partie amont de l'estuaire et celles projetées dans la partie supérieure (B07, B08, B09, B10, B11 et B12) sont des stations situées en aval, à l'exception de la station B02.

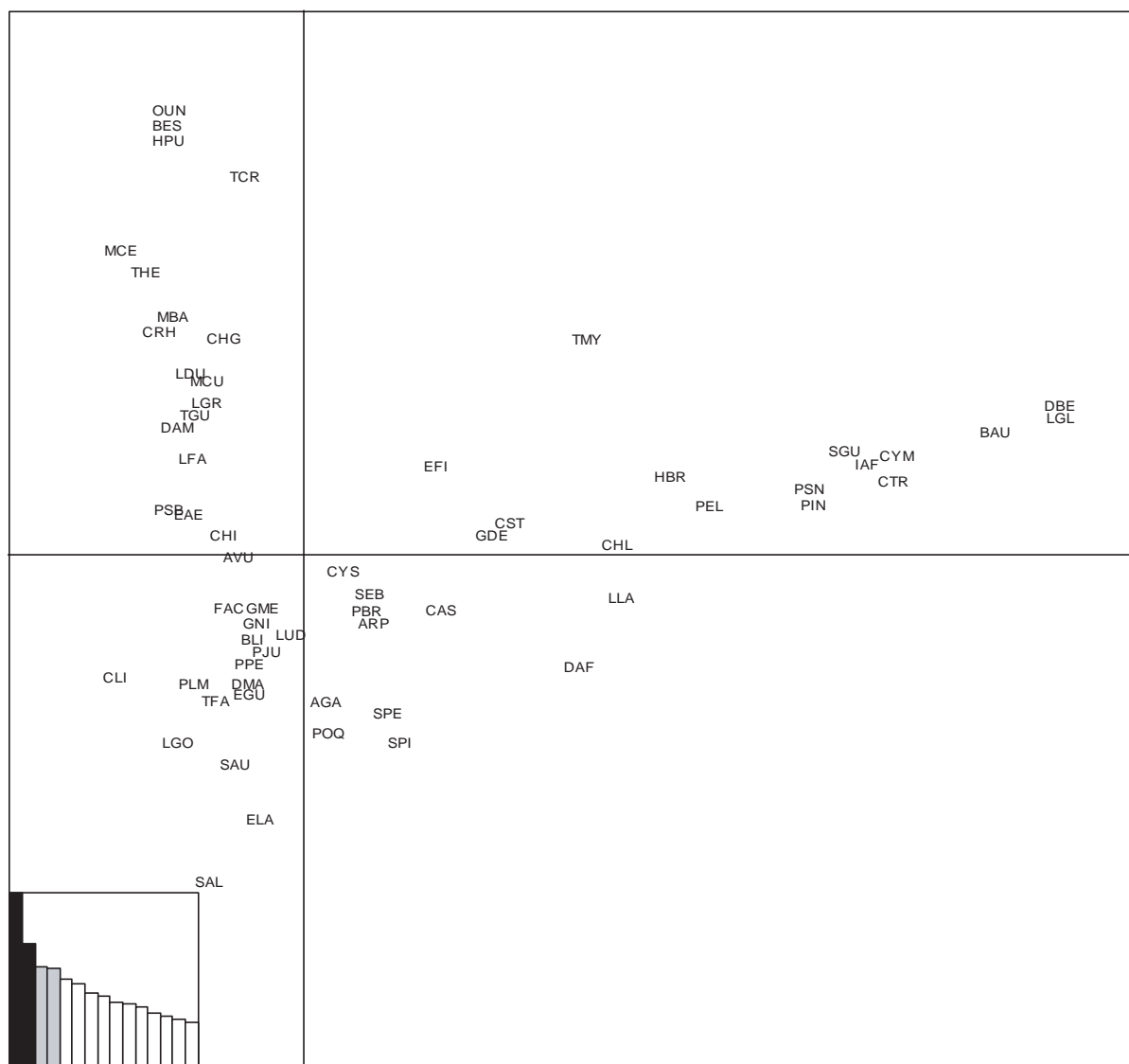


Figure 11 : AFC du tableau 95 relevés – 63 espèces. Histogramme des valeurs propres. Représentation des espèces sur le plan factoriel 1-2 (Axe 1 horizontal – 9%, Axe 2 vertical 6,4%).

Du point de vue du peuplement (Figure 11), les espèces projetées dans la partie supérieure du graphique sont donc majoritairement présentes dans la partie aval du bolon et plus fréquentes dans les campagnes de 2003 et celles projetées dans la partie inférieure caractérisent plutôt la partie aval du bolon et les campagnes de 2004 et 2005 (sauf juin 2005).

Les espèces les mieux représentées sur l'axe 1 et caractéristiques de la station 12 sont : *Trachinotus ovatus*, *Diplodus bellottii*, *Brachydeuterus auritus*, *Cynoglossus monodi*, *Ilisha africana*, *Scomberomorus tritor*, *Sphyraena guachancho*, *Pseudotolithus senegalensis* et *Pomadasys incisus*.

Sur l'axe 2, les espèces présentes dans les stations en aval et bien représentées sont : *Orcynopsis unicolor*, *Hippocampus algiricus*, *Strongylura senegalensis*, *Tylosurus crocodilus*, *Mugil cephalus*, *Sarotherodon melanotheron*, *Mugil bananensis*, *Liza dumerili*, *Mugil curema*, *Liza grandisquamis* et *Liza falcipinnis* et celles situées dans les stations en amont sont : *Arius latiscutatus*, *Elops lacerta*, *Dasyatis margarita* et *Alectis alexandrinus*.

L'originalité de la première campagne (mars 2003) semble liée à une forte proportion (45,5 % de l'abondance totale) de la famille des Mugilidae (*Mugil bananensis*, *Liza dumerili*, *Mugil curema*, *Liza falcipinnis*).

3.2.2. Eléments de biologie et de démographie des populations

3.2.2.1 Reproduction

Identification des espèces ayant une activité sexuelle dans l'AMP

Les espèces présentes dans le bolon de Bamboung peuvent, en ce qui concerne la reproduction, être schématiquement réparties en plusieurs groupes :

- Les espèces accomplissant la totalité de leur cycle de reproduction en milieu estuarien, et uniquement en milieu estuarien. C'est le cas de *Gerres nigri*, *Monodactylus sebae*, *Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*. Ces espèces appartiennent à la catégorie des formes estuariennes strictes (Es).
- Les espèces à comportement reproductif très plastique et très opportuniste qui se reproduisent régulièrement et souvent massivement en estuaire, mais qui sont aussi susceptibles de se reproduire en mer (par exemple *Ethmalosa fimbriata*, *Liza dumerili*, *Liza falcipinnis*). Ces espèces appartiennent à la catégorie des formes estuariennes d'origine marine (Em). Suivant les espèces et les milieux concernés, la ponte estuarienne peut être prépondérante ou secondaire.

- Les espèces d'origine marine se reproduisant occasionnellement (voire exceptionnellement) en estuaire (*Sardinella maderensis*).
- Les espèces accomplissant le début de leur maturation sexuelle en estuaire mais l'achevant dans le milieu marin (*Pseudotolithus senegalensis*, par exemple).
- Les espèces n'ayant aucune activité de reproduction dans les estuaires qu'elles y soient présentes uniquement aux écophases juvéniles et pré-adultes (*Elops lacerta*, par exemple) ou qu'elles y figurent à tous les stades de développement (*Mugil cephalus*, par exemple).

Maturation (stade 3)	Reproduction (stade ≥ 4)
<u><i>Alectis alexandrinus</i></u>	<i>Arius laticutatus</i>
<i>Cynoglossus monodi</i>	<i>Arius parkii</i>
<u><i>Lichia amia</i></u>	<i>Batrachoides liberiensis</i>
<i>Orcynopsis unicolor</i>	<i>Caranx senegallus</i>
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	<i>Chaetodipterus lippei</i>
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>
<u><i>Scomberomorus tritor</i></u>	<i>Cynoglossus senegalensis</i>
	<i>Dasyatis margarita</i>
	<i>Dasyatis margaritella</i>
	<i>Ehippion guttifer</i>
	<i>Ethmalosa fimbriata</i>
	<i>Fodiator acutus</i>
	<i>Galeoides decadactylus</i>
	<i>Gerres nigri</i>
	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>
	<i>Ilisha africana</i>
	<i>Liza dumerili</i>
	<i>Liza falcipinnis</i>
	<i>Liza grandisquamis</i>
	<i>Lutjanus goreensis</i>
	<i>Monodactylus sebae</i>
	<i>Mugil bananensis</i>
	<i>Mugil curema</i>
	<i>Plectorhinchus macrolepis</i>
	<i>Pomadasys incisus</i>
	<i>Pomadasys jubelini</i>
	<i>Pomadasys perotaei</i>
	<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>
	<i>Pseudotolithus elongatus</i>
	<i>Sardinella maderensis</i>
	<i>Sarotherodon melanotheron</i>
	<i>Strongylura senegalensis</i>
	<i>Tilapia guineensis</i>
	<i>Trachinotus teraia</i>
	<i>Tylosurus crocodilus</i>

Tableau VIII. Liste des espèces présentant une activité sexuelle dans le bolon de Bamboung

Parmi les 65 espèces recensées dans le bolon de Bamboung, 42 y présentent une activité sexuelle (Tableau VIII). Trente-cinq d'entre elles ont présenté des stades de maturité sexuelle ≥ 4 permettant de conclure qu'elles s'y reproduisent régulièrement ou occasionnellement. Sept autres ont été observées seulement au stade 3 (en maturation), ce qui indique que, pour ces espèces, la maturation sexuelle peut débuter dans le bolon mais la ponte n'y a pas obligatoirement lieu.

Modalités de la reproduction des espèces les plus abondantes

L'activité reproductrice dans les milieux estuariens d'Afrique de l'Ouest est, en général très étalée dans le temps (voire continue pour les espèces estuariennes strictes), avec, cependant des pics d'activité centrés respectivement sur la saison sèche ou la saison des pluies selon l'origine marine ou continentale des espèces. Cet étalement de la saison de reproduction peut être interprété comme une assurance d'un recrutement suffisant quels que soient les aléas. Dans le bolon de Bamboung, l'activité de reproduction semble également très étalée dans le temps. Elle est cependant réduite durant la saison des pluies en raison, d'une part, de l'absence dans le bolon d'espèces d'origine continentale et, d'autre part, de l'entrée en repos sexuel saisonnier d'espèces d'origine marine comme les mugilidae ou les carangidae (repos total ou partiel selon les espèces).

Les effectifs par stade sexuel des espèces de poissons particulièrement abondantes ou régulièrement capturées dans le bolon aux différentes saisons sont présentées au tableau IX.

Mars

<i>Ethmalosa fimbriata</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	110	17	109	26		220
2	254	40	25	6		279
3	39	6	41	10		80
4	199	31	195	47		394
5	27	4	43	10		70
6						
6-2						
6-3	12	2				12
Total	642		414		725	1781

Mai-Juin

<i>Ethmalosa fimbriata</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1						
2	6	26	2	14		8
3	12	52	7	50		19
4	5	22	5	36		10
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	23		14		66	103

Sept-Oct

<i>Ethmalosa fimbriata</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	25	36	29	41		54
2	41	60	25	36		67
3	2	3	13	18		15
4			3	4		3
5						
6						
6-2						
6-3	1					1
Total	70		70		5677	5816

<i>Sardinella maderensis</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	189	47	247	72		436
2	179	45	51	15		230
3	5	1	2	1		6
4	27	7	33	10		60
5			10	3		10
6						
6-2						
6-3	2	0				2
Total	401		343		2280	3024

<i>Sardinella maderensis</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	60	67	84	77		144
2	30	33	25	23		55
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	90		109		252	451

<i>Sardinella maderensis</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	3	75	4	100		7
2	1	25				1
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	4		4		2307	2315

<i>Liza dumerilii</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	22	5	14	4		35
2	290	63	23	7		313
3	75	16	80	26		156
4	59	13	92	29		151
5	14	3	106	34		120
6						
6-2						
6-3	1					1
Total	461		315		433	1208

<i>Liza dumerilii</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	1	1	7	6		8
2	84	65	39	35		123
3	25	19	38	34		63
4	11	8	23	20		34
5	5	4	6	5		11
6	2	2				2
6-2	1	1				1
6-3	1	1				1
Total	130		113		113	356

<i>Liza dumerilii</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	38	37	60	100		98
2	66	63				66
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	104		60			164

<i>Mugil curema</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	4	6	8	27		12
2	63	91	14	47		77
3	2	3	8	27		10
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	69		30		138	237

<i>Mugil curema</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	2	3	4	7		6
2	61	77	37	70		98
3	10	13	11	21		21
4	1	1	1	2		2
5						
6						
6-2	5	6				
6-3						
Total	79		53			132

<i>Mugil curema</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	5	31	9	69		14
2	11	69	4	31		15
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	16		13			29

Mars

Mai-Juin

Sept-Oct

<i>Chloroscombrus chrysurus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1						
2	88	82	50	62		139
3	20	18	32	38		51
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	108		82		364	554

<i>Chloroscombrus chrysurus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1			1	0		1
2	286	87	6	2		292
3	42	13	149	46		191
4			124	39		124
5			41	13		41
6						
6-2						
6-3						
Total	329		322			650

<i>Chloroscombrus chrysurus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1						
2	2	100	1	50		3
3			1	50		1
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	2		2		1356	1360

<i>Eucinostomus melanopterus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	23	24	19	66		42
2	72	77	10	34		82
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	94		29		292	415

<i>Eucinostomus melanopterus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	28	39	16	55		44
2	43	61	13	45		56
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	71		29		114	214

<i>Eucinostomus melanopterus</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	23	52	13	62		36
2	21	48	8	38		29
3						
4						
5						
6						
6-2						
6-3						
Total	44		21		31	96

<i>Gerres nigri</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1			1	1		1
2	37	20	1	1		38
3	12	6	12	5		24
4	59	32	44	20		103
5	78	42	160	73		238
6						
6-2						
6-3						
6-4						
Total	186		218		18	422

<i>Gerres nigri</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1			2	2		2
2	45	37	12	11		57
3	42	35	18	16		60
4	20	17	25	23		45
5	3	2	53	48		56
6						
6-2	3	2				3
6-3	7	6				7
6-4	1	1				1
Total	121		110		17	248

<i>Gerres nigri</i>						
stade	f	f%	m	m%	ind	Total
1	10	2	13	2		24
2	18	2	13	2		31
3	7	2	16	2		23
4	10	2	13	2		23
5	4	2	17	2		21
6	1	2				1
6-2						
6-3	1	2				1
6-4						
Total	52		73		36	160

Tableau IX. Stades sexuels des principales espèces aux saisons caractéristiques (m=mâles, f=femelles), effectifs et pourcentage par sexe.

Ethmalosa fimbriata

La reproduction de l'éthmalose a été étudiée dans plusieurs milieux littoraux d'Afrique de l'Ouest (Charles-Dominique & Albaret, 2003, pour revue). Les sexes sont séparés et le sex-ratio est fréquemment déséquilibré (en général en faveur des mâles, mais ce n'est pas le cas dans les échantillons de Bamboung). Les relations sex-ratio/taille montrent que les femelles sont plus nombreuses que les mâles dans les grandes tailles et qu'elles atteignent généralement une taille supérieure. *E. fimbriata* peut se reproduire dans des situations environnementales très variées en lagune, en estuaire et même en mer, en eau

douce comme en eau de mer et même en milieu sursalé. L'espèce tolère des taux de salinité très élevés, plus de 80 en Casamance et au Sine Saloum, y compris au moment de la reproduction puisque des individus en maturation ont été observés jusqu'à des salinités de plus de 60 (Albaret, 1987). La reproduction est généralement très étalée dans le temps avec une intensité maximale en saison sèche. Il s'agit d'une espèce à ponte multiple (un même individu est susceptible de se reproduire plusieurs fois durant une saison).

Dans le bolon de Bamboung, la plupart des individus dont la taille est supérieure à la taille de premi-re maturité capturés en mars sont soit en en cours de maturation sexuelle, soit en activité de reproduction. La proportion significative de femelles en post-ponte engagées dans l'accomplissement d'une nouvelle boucle du cycle sexuel (F6-3) est caractéristique d'une espèce à ponte multiple (un individu est susceptible de se reproduire plusieurs fois au cours de la période d'activité sexuelle). L'activité de reproduction, bien que légèrement moindre, se poursuit en mai. Elle est fortement réduite en octobre où quelques individus seulement présentaient une activité sexuelle (aucune femelle 4). Le pic de reproduction d'*E. fimbriata* dans le bolon de Bamboung a lieu pendant la saison sèche lorsque la salinité est élevée. La période d'activité sexuelle maximale correspond au maximum d'abondance maximale de l'espèce dans le bolon.

Sardinella maderensis

Chez *Sardinella maderensis*, les individus immatures ou en repos sexuel saisonnier sont toujours très largement dominants ce qui confirme le caractère occasionnel de la reproduction en milieu estuarien. On notera cependant la présence d'individus de femelles en maturation et la proportion significative d'individus mâles en activité de reproduction en mars, lors de la saison sèche.

Liza dumerili

Chez *Liza dumerili*, espèce très abondante en saison sèche mais moins abondante en septembre-octobre, la proportion d'individus mâles en activité sexuelle est très nettement supérieure à celle des individus ne présentant pas d'activité sexuelle (Tableau IX). La présence de nombreux mâles fluents (m5) et de femelles en ponte (f5) en mars indique clairement que la ponte est en cours et que cette période correspond à pic de reproduction. En fin de saison sèche, juin, l'activité reproductrice est toujours intense bien qu'à un niveau moindre (moins de m5 et pas de f5). L'espèce est en repos sexuel en septembre-octobre.

Mugil curema

La reproduction de cette espèce est possible dans le bolon de Bamboung, mais les faibles proportions d'individus en activité sexuelle indiquent qu'elle a vraisemblablement lieu, majoritairement à l'extérieur c'est-à-dire dans d'autres zones du Sine Saloum et/ou en mer. La fin de saison sèche est pour cette espèce la période d'activité sexuelle maximale.

Chloroscombrus chrysurus

Cette espèce est surtout représentée par des juvéniles et des sub-adultes dans les milieux estuariens d'Afrique de l'Ouest. À Bamboung, elle est principalement présente et abondante en mai, époque à laquelle quelques femelles en début de maturation ont été capturées ainsi qu'un nombre élevé de mâles à tous des stades de maturité avancés (m4, m5).

Eucinostomus melanopterus

L'absence d'individus à des stades de maturité égaux ou supérieurs à 3 (Tableau IX) confirme que cette espèce abondante et permanente dans les estuaires d'Afrique de l'Ouest a une reproduction exclusivement marine.

Gerres nigri

Gerres nigri est l'espèce la plus régulière dans les captures. Des individus mâles et femelles en activité sexuelle ont été observés à toutes périodes considérées. Cette espèce véritablement estuarienne (Es) se reproduit donc toute l'année dans le bolon de Bamboung. Il faut noter, cependant, que l'activité de reproduction est maximale en mars (avec respectivement 80% et 98% de femelles et de mâles à un stade supérieur ou égal à 3). La présence de femelles en ovulation (f5) et la proportion importante de mâles fluents (m5 = 73%) indiquent que cette période correspond à un pic de ponte. L'activité sexuelle est encore très forte en mai et légèrement moindre en octobre où la présence de femelles en «post-ponte» et l'absence de f5 montre qu'une partie de la population a achevé un cycle de reproduction et se prépare à en entamer un autre.

Diversité des stratégies reproductives mises en oeuvre

Dans les estuaires, les stratégies reproductives visent d'une part à limiter les effets négatifs de l'instabilité de l'environnement et d'autre part à lutter contre la dispersion des œufs, des larves et des embryons hors de l'estuaire. La majorité des espèces, les ovipares ont développé deux choix tactiques. Le premier repose sur la maximisation du nombre d'œufs émis et a pour conséquence d'augmenter la probabilité pour qu'au moins une fraction de la population puisse être transportée en un endroit favorable afin d'assurer le

recrutement (*Liza spp.*, *Ethmalosa fimbriata*). Le second tente de maximiser le taux de survie des œufs, des larves et des alevins en limitant le nombre d'œufs émis et en ayant recours à des soins parentaux parfois très poussés et/ou en recherchant des zones écologiquement favorables au développement. Dans le bolon de Bamboung, c'est par exemple le cas des *Arius* (voir planche photo en annexe) et des *Sarotherodon* qui pratiquent l'incubation buccale ou des *Tilapia guineensis* qui construisent des nids et assurent la surveillance de la ponte et des alevins.

Les ovovivipares comme les *Syngnathidae* (*Syngnathus pelagicus* et *Hippocampus algiricus*) et les raies (*Dasyatis margarita* et *D. margaritella*) ont également une faible fécondité. Les embryons atteignent souvent une grande taille avant l'éclosion ou la mise bas. Grâce à leur grande taille et à leur aptitude à bien nager dès la naissance, les jeunes sont moins soumis à la prédation et à l'entraînement par les courants.

Pour réduire le risque de dispersion des œufs, des groupes à forte affinité estuarienne comme les *Hemiramphidae* produisent des œufs benthiques adhésifs.

3.2.2.2 Structures en tailles

Les distributions de fréquence de tailles (DFT) ont été élaborées pour chacune des saisons caractéristiques pour les espèces les plus abondantes dans l'AMP (Figure 12). La taille des poissons est l'un des indicateurs du niveau d'exploitation. De plus ces structures en tailles renseignent sur le type de populations (d'écophases) présentes de manière permanente ou saisonnière dans le bolon.

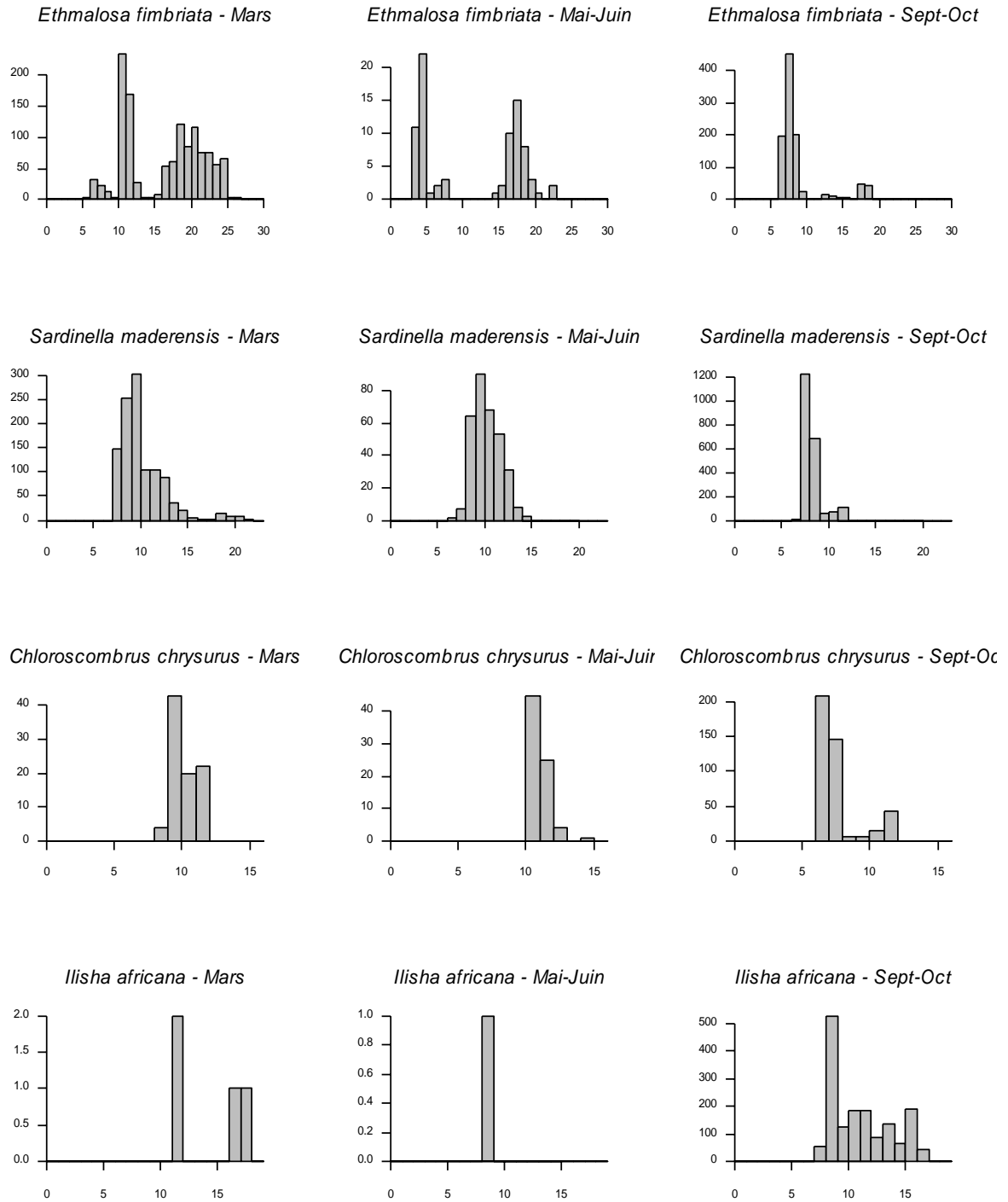


Figure 12 : Structure en taille par saison pour les espèces les plus abondantes pêchées dans le bolon de Bamboung. Les données correspondant respectivement aux mois de mars 2003, 2004, 2005 sont cumulées, de mêmes pour les données de mai 2003, juin 2004 et juin 2005 et pour celles d'octobre 2003 et septembre 2004.

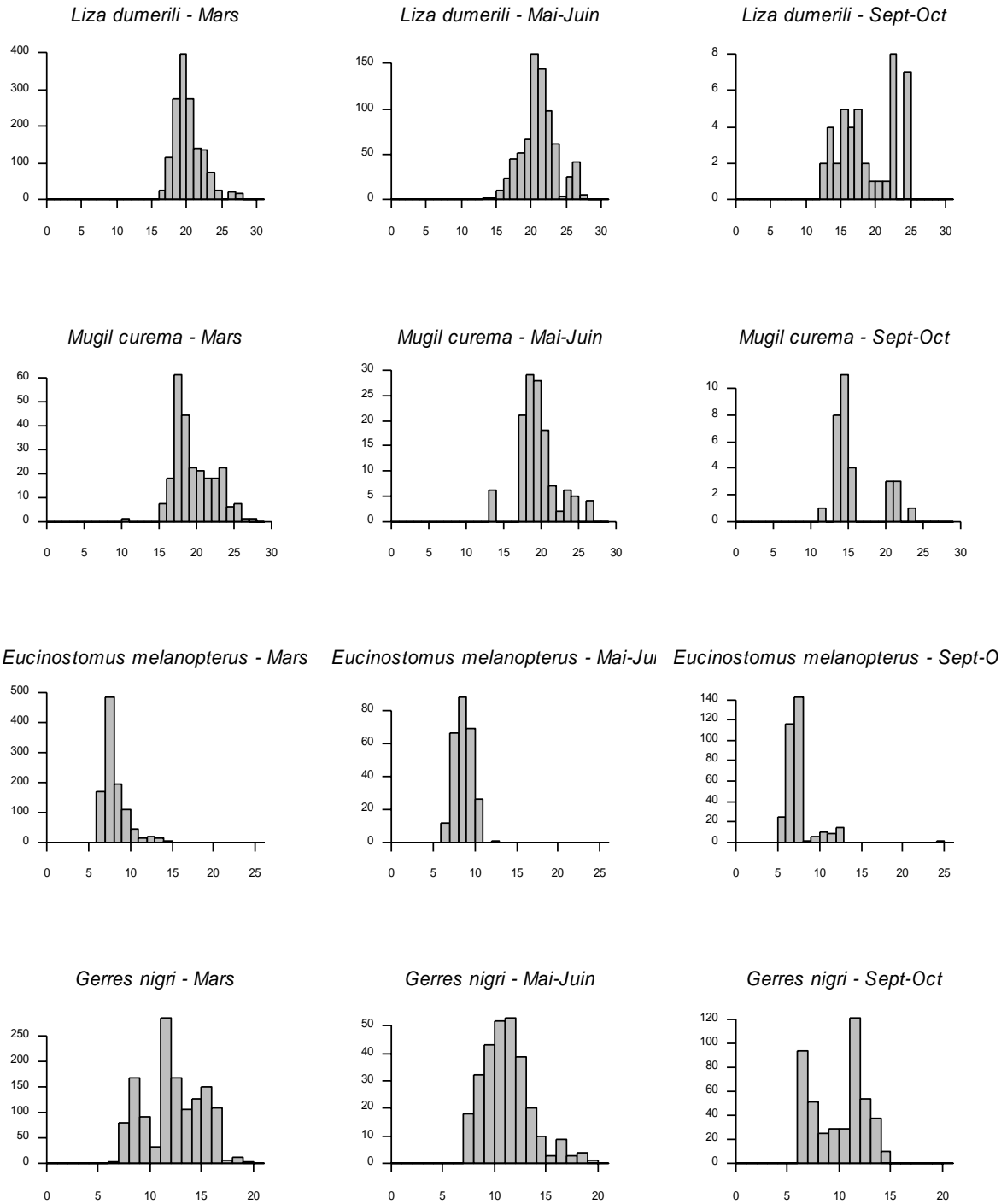


Figure 12 (suite) : Structure en taille par saison pour les espèces les plus abondantes pêchées dans le bolon de Bamboung. Les données correspondant respectivement aux mois de mars 2003, 2004, 2005 sont cumulées, de mêmes pour les données de mai 2003, juin 2004 et juin 2005 et pour celles d'octobre 2003 et septembre 2004.

Ethmalosa fimbriata

La Figure 12 montre clairement que la structure globale de la population d'ethmalose dans Bamboung est bimodale. Le premier mode qui représente l'écophase des juvéniles est, en effectifs, le plus important. Un second, plus étalé entre 16 et 25 cm regroupe les sub-adultes et adultes. Les distributions saisonnières (Figure 12) indiquent qu'en saison sèche adultes et juvéniles sont présents dans l'AMP avec une prédominance des adultes reproducteurs (voir §reproduction). En revanche en fin de saison des pluies, la population d'*E. fimbriata* est essentiellement composée de juvéniles de moins de 10 cm en très grand nombre.

Sardinella maderensis

La population de *S. maderensis* est surtout composée de juvéniles inférieures à 10 cm (en octobre) ou d'un mélange de juvéniles et de pré-adultes jusqu'à 14-15 cm en mars et en mai. En mars un petit mode de sardinelles adultes (19-22 cm) est présent dans le bolon.

Liza dumerili, Mugil curema

Présents essentiellement en saison sèche dans le bolon, ces 2 mullets présentent le même type de distribution caractéristique des espèces représentées par leurs formes adultes (y compris les reproducteurs, voir § reproduction).

Chloroscombrus chrysurus

Cette espèce présente dans le bolon une structure typiquement unimodale resserrée. Il s'agit de juvéniles de 7 à 12cm.

Eucinostomus melanopterus

Cette espèce (ME) présente une structure bimodale avec un mode important de juvéniles toujours présents dans le bolon (la position de ce mode varie entre 7 et 9 cm suivant la saison) et un mode secondaire de jeunes adultes au repos sexuel (voir § reproduction).

Gerres nigri

Gerres nigri présente une distribution plurimodale, typique des espèces strictement estuariennes (Es) qui accomplissent l'ensemble de leur cycle à l'intérieur des systèmes estuariens. Les plus gros individus sont capturés en saison sèche.

3.3. Principales modifications observées depuis la mise en AMP

3.3.1 Modifications dans la composition et la structure du peuplement

3.3.1.1 Nouvelles espèces observées

Genre, espèce	mars-04	juin-04	sept-04	mars-05	juin-05
<i>Alectis alexandrinus</i>	12(884)			6(929)	
<i>Caranx rhonchus</i>			1(18)		
<i>Diplodus belotii</i>			2(28)		
<i>Epinephelus aeneus</i>		2(145)	1(121)		
<i>Lichia amia</i>				5(3940)	
<i>Lutjanus dentatus</i>					1(2500)
<i>Pomadasys incisus</i>			7(23)	9(67)	
<i>Sardinella aurita</i>		1(20)			
<i>Scomberomorus tritor</i>	1(355)				
<i>Sphyraena afra</i>		1(512)		3(930)	1(2500)
<i>Sphyraena guachancho</i>	2(130)		3(39)		
<i>Trachinocephalus myops</i>					1(18)
<i>Trachinotus ovatus</i>			1(26)		
<i>Trachinotus teraia</i>	2(1018)	6(732)		16(1675)	

Tableau X : Liste des espèces apparaissant après la fermeture de l'AMP. Pour chaque espèce, l'effectif pêché par campagne est indiqué, suivi (entre parenthèses) du poids moyen par individu en grammes.

Quatorze espèces sont apparues après la fermeture de la pêche, dont deux espèces présentes dans 3 campagnes et 5 espèces dans 2 campagnes. Cinq de ces espèces, *Lichia amia*, *Alectis alexandrinus*, *Sphyraena afra*, *Trachinotus teraia* et *Scomberomorus tritor* ont une taille relativement importante. Les individus de *Lichia amia* et *Trachinotus teraia* pêchés en mars 2005 atteignent respectivement 4kg et 1,6kg, *Alectis alexandrinus* et *Sphyraena afra* presque 1kg et *Scomberomorus tritor* 350g.

Cinq de ces espèces appartiennent à la famille des Carangidae : *Caranx rhonchus*, *Trachinotus ovatus*, *Lichia amia*, *Alectis alexandrinus* et *Trachinotus teraia*. Du point de vue des catégories écologiques, parmi les nouvelles espèces se trouvent, outre des espèces Marine accessoire et des Marines occasionnelles, une espèce Estuarienne d'origine marine (*Trachinotus teraia*) et trois Marines Estuariennes : deux espèces de Barracuda (*Sphyraena guachancho* et *Sphyraena afra*) ainsi que le Thiof (*Epinephelus aeneus*).

3.3.1.2 Evolution de la nature des peuplements

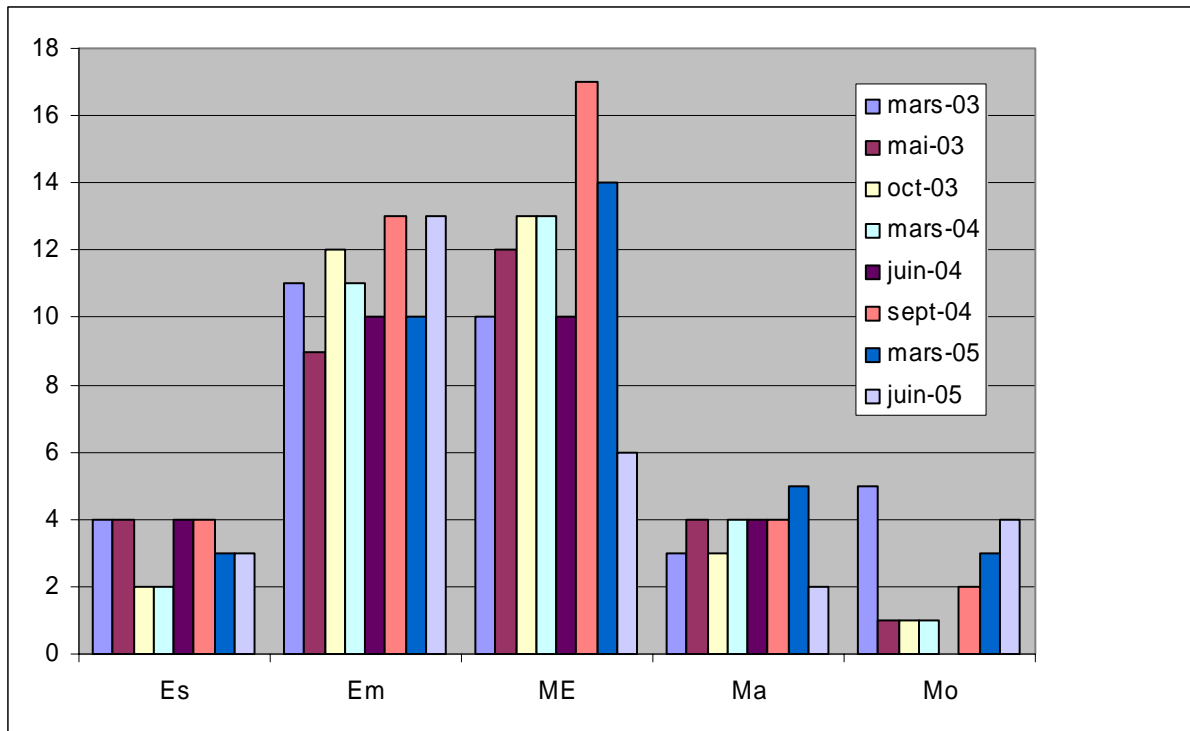


Figure 13 : Répartition comparée des peuplements de poissons par catégories écologiques en nombre d'espèces. Es = Estuarienne stricte, Em = Estuarienne d'origine marine, ME = Marine Estuarienne, Ma = Marine accessoire, Mo = Marine occasionnelle. En ordonnée : nombre d'espèces.

Les catégories écologiques les plus présentes sont ME (Marine-Estuarienne) et Em (Estuariennes d'origine marine) qui sont représentées chacune par au moins 9 espèces par campagne (sauf pour la dernière campagne où les ME ne sont représentées que par 6 espèces). Les espèces Marines occasionnelles ou accessoires (Mo, Ma) et les estuariennes strictes (Es) sont représentées au maximum par 5 espèces par campagne.

Les effectifs par catégorie écologique sont assez constants au cours des différentes campagnes, cependant il y a une augmentation nette du nombre d'espèces des catégories Marine Estuarienne (17 espèces) pour la campagne de septembre 2004, et une chute à 6 espèces pour cette même catégorie en juin 2005, qui sera discutée ultérieurement.

3.3.1.3 Evolution des effectifs et des biomasses

Les effectifs et biomasses par espèce et par campagne sont fournis en annexe 3 et 4.

Une grande partie des espèces dont les effectifs diminuent sont de taille moyenne : *Batrachoides liberiensis*, *Cynoglossus senegalensis*, *Liza dumerili*, *Liza falcipinnis*, *Mugil bananensis*, *Mugil curema*, *Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*. *Batrachoides liberiensis* et *Cynoglossus senegalensis* ont un effectif faible (<10) mais sont présentes plus régulièrement et en plus grande quantité dans les campagnes avant la fermeture. Pour des espèces globalement plus abondantes (effectif par campagne > 50), 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. Enfin parmi les espèces de petite taille, *Ethmalosa fimbriata* semble avoir un effectif qui diminue mais le pic d'abondance étant très net en saison humide, il est difficile d'émettre des conclusions définitives sur la tendance sans échantillonnage en septembre-octobre 2005.

Parmi les espèces dont les effectifs augmentent, trois grosses espèces, *Dasyatis margarita*, *Lutjanus goreensis* et *Plectorhinchus macrolepis* ont un effectif faible (quelques individus par campagne) mais sont présentes plus régulièrement après la fermeture. *Dasyatis margarita* et *Plectorhinchus macrolepis* ont un seul individu à la première campagne et *Lutjanus goreensis* apparaît à partir de la campagne d'octobre 2003. Pour les autres espèces de taille moyenne à grande (*Arius latiscutatus*, *Arius parkii*, *Chaetodipterus lippei*, *Elops lacerta*, *Liza grandisquamis*, *Pomadasys jubelini* et *Monodactylus sebae*) des effectifs très importants sont observés après la fermeture de la pêche. Les deux Gerreidae, *Eucinostomus melanopterus* et *Gerres nigri*, espèces estuariennes vivant à proximité du fond, sont également plus abondantes et présentes plus régulièrement après la fermeture. Enfin, parmi les petites espèces qui vivent en banc de nombreux individus (*Ilisha africana*, *Brachydeuterus auritus*, *Chloroscombrus chrysurus* et *Sardinella maderensis*) les captures les plus importantes en nombre ont eu lieu après la fermeture de la pêche.

3.3.2 Modification dans les caractéristiques biologiques des espèces

3.3.2.1 Reproduction

Sur les 42 espèces présentant une activité sexuelle dans le bolon de Bamboung (Tableau VIII), 30 avaient déjà été signalées lors de l'état de référence. Trois espèces ont été nouvellement observées au stade 3 (en souligné et bleu-vert dans le tableau) : *Alectis alexandrinus*, *Lichia amia*, *Scomberomorus tritor*. Parmi les espèces atteignant le stade 4, trois avaient été vues au stade 3 lors de l'état de référence (en gras et vert dans le tableau) :

Cynoglossus senegalensis, *Ilisha africana*, *Plectorhinchus macrolepis*. Neuf autres sont nouvelles (en gras souligné et jaune) : *Pomadasys incisus* et *Trachinotus teraia* non répertoriées pendant l'état de référence, et *Dasyatis margarita*, *Dasyatis margaritella*, *Ephippion guttifer*, *Lutjanus goreensis*, *Pomadasys perotaei*, *Pseudotolithus brachygnathus*, *Pseudotolithus elongatus*, présentes avant la mise en AMP mais non signalées en activité sexuelle.

3.3.2.2 Modifications dans la structure en taille

Campagne	Petits	Moyens	Grands	Total
mars-03	762	2314	27	3107
mai-03	1148	808	25	1981
oct-03	4025	106	9	4140
mars-04	3190	297	57	3544
juin-04	457	162	24	643
sept-04	6290	431	29	6750
mars-05	1422	440	116	1978
juin-05	132	61	10	203
Total	17426	4619	267	22346

Tableau XI : Nombre d'individus par classe de taille : petits (<15cm), moyens (entre 15 et 30cm) et grands (>30cm) individus, par campagne.

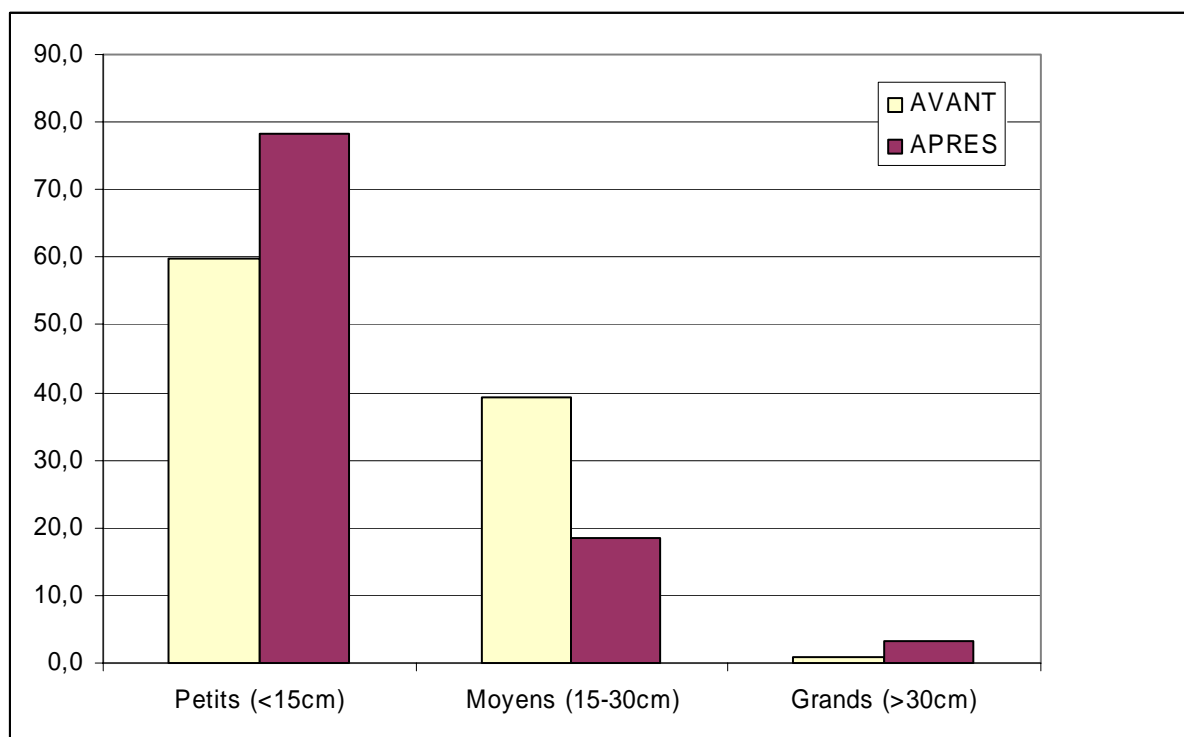


Figure 14 : Pourcentage moyen par campagne (en effectifs) des trois classes de taille : petits (<15cm), moyens (entre 15 et 30cm) et grands (>30cm) individus, avant et après mise en AMP.

La proportion de petits individus est sensiblement plus forte après la mise en AMP (de 60% à 78%), de même que la proportion de grands individus qui passe de 0,8 à 3,3% (Figure 14). Cette augmentation s'accompagne d'une diminution très forte des poissons de taille moyenne.

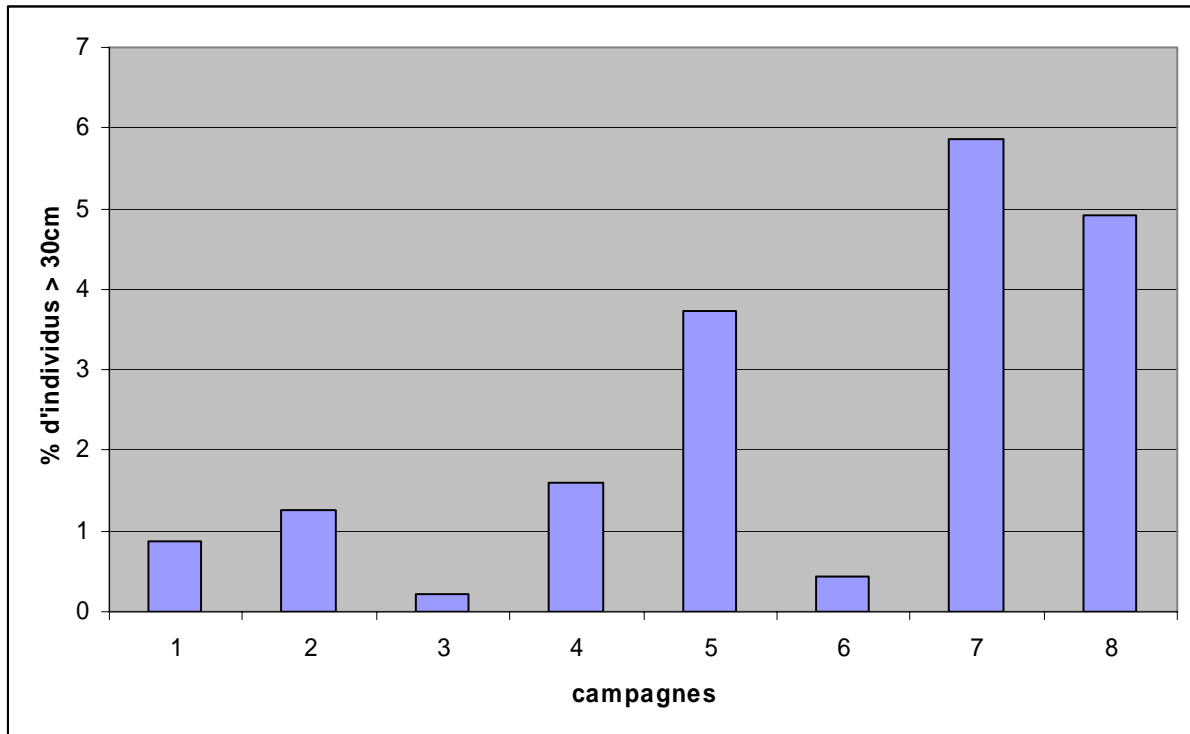
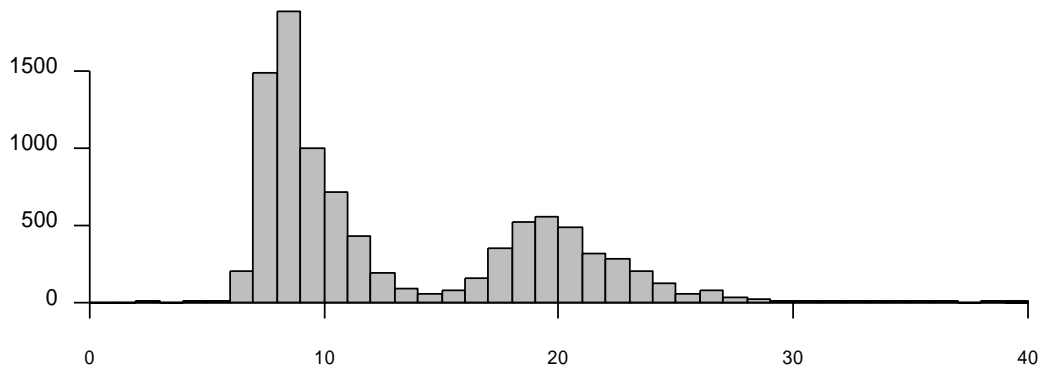


Figure 15 : Evolution par campagne du pourcentage de grands individus (>30cm).

La figure 15 présente l'évolution du pourcentage des individus de grande taille (toutes espèces). Mises à part les campagnes 3 et 6 de fin de saison des pluies qui coïncident avec l'entrée massive de juvéniles dans le bolon, cette figure met en évidence l'augmentation de la proportion de grands individus (>30cm) dans le peuplement après la mise en AMP.

La figure 16 présente la distribution de fréquence de tailles (en classe d'1cm) pour l'ensemble des individus pêchés dans le bolon Bamboung, toutes espèces confondues, avant et après la mise en AMP.

Toutes espèces - Avant AMP



Toutes espèces - Après AMP

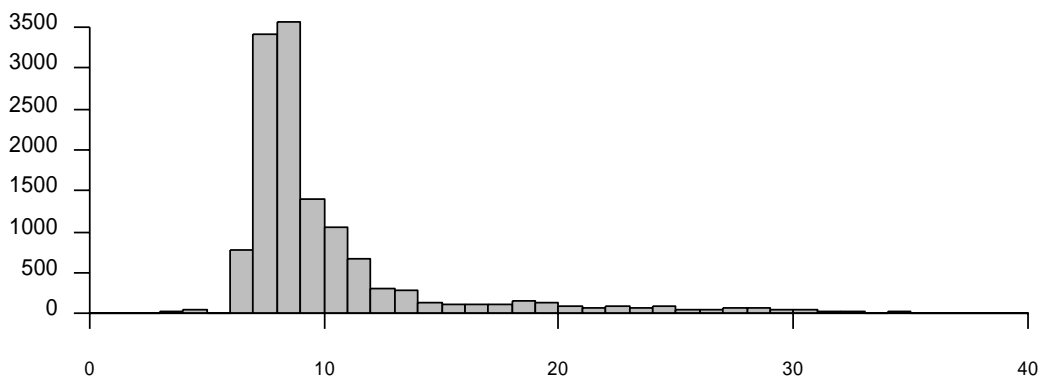


Figure 16 : Structure en taille du peuplement (toutes espèces confondues) avant et après la mise en AMP. Pour favoriser la lisibilité, les individus de taille supérieure à 40 cm ne sont pas pris en compte sur ce graphique.

Le premier mode centré sur 8-9cm reste dominant après la mise en AMP. Cependant la partie droite du mode (les classes de taille supérieures à 9cm) est légèrement moins importante après la mise en AMP. Le second mode correspondant à des poissons de taille modale 18-19cm, quant à lui, est considérablement réduit. En revanche on note l'apparition d'individus de grande taille en plus grand nombre, ce qui apparaît de manière encore plus évidente sur le tableau XII.

Genre, espèce	Nb Avant	Nb Après	Moy. par camp avant	Moy. par camp après
<i>Alectis alexandrinus</i>		16		3,2
<i>Arius latiscutatus</i>	9	37	3,0	7,4
<i>Arius parkii</i>	4	31	1,3	6,2
<i>Caranx senegallus</i>		3		0,6
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	9	6	3,0	1,2
<i>Dasyatis margarita</i>		1		0,2
<i>Elops lacerta</i>	8	62	2,7	12,4
<i>Ephippion guttifer</i>	1	7	0,3	1,4
<i>Epinephelus aeneus</i>		1		0,2
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	1		0,3	
<i>Lichia amia</i>		5		1,0
<i>Liza dumerili</i>	1		0,3	
<i>Liza falcipinnis</i>		1		0,2
<i>Lutjanus dentatus</i>		1		0,2
<i>Lutjanus goreensis</i>	1	13	0,3	2,6
<i>Orcynopsis unicolor</i>	1		0,3	
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	1	7	0,3	1,4
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	9	6	3,0	1,2
<i>Pomadasys jubelini</i>	6	7	2,0	1,4
<i>Pomadasys perotaei</i>		1		0,2
<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>		2		0,4
<i>Pseudotolithus elongatus</i>		3		0,6
<i>Scomberomorus tritor</i>		1		0,2
<i>Sphyaena afra</i>		4		0,8
<i>Strongylura senegalensis</i>	3		1,0	
<i>Trachinotus teraia</i>		21		4,2
<i>Tylosurus crocodilus</i>	11	1	3,7	0,2
Total	65	236	21,7	47,4

Tableau XII : Liste des espèces dont les longueurs dépassent 30cm. Pour chaque espèce, le nombre total d'individus >30cm pêchés avant et après la mise en AMP est donné, ainsi que le nombre moyen par campagne (3 campagnes avant, 5 campagnes après).

L'apparition d'individus de grande taille dans l'AMP à partir de sa mise en défens est notée pour certaines espèces (Tableau XII): *Alectis alexandrinus*, *Caranx senegallus*, *Epinephelus aeneus*, *Lichia amia*, *Lutjanus dentatus*, *Pomadasys perotaei*, *Pseudotolithus brachygnathus*, *Pseudotolithus elongatus*, *Scomberomorus tritor*, *Sphyaena afra*, *Trachinotus teraia*. Pour certaines espèces, il se produit une augmentation sensible du nombre de gros individus (Tableau XII) : *Arius latiscutatus*, *Arius parkii*, *Elops lacerta*, *Ephippion guttifer*, *Lutjanus goreensis*, *Plectorhinchus macrolepis*.

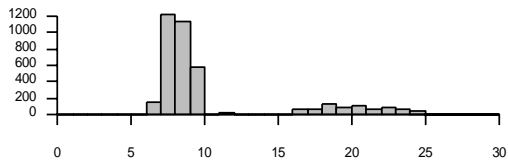
Genre, espèce	Mars 2003	Mai 2003	Octobre 2003	Mars 2004	Juin 2004	Septembre 2004	Mars 2005	Juin 2005	Global
<i>Acanthurus monroviae</i>		281					212		281
<i>Albula vulpes</i>	116								116
<i>Alectis alexandrinus</i>				425			420		425
<i>Arius latiscutatus</i>	325	327	342	358	388	435	494	330	494
<i>Arius parkii</i>	335	325	286	494		355	525		525
<i>Batrachoides liberiensis</i>	245	252	272	235		205	271	240	272
<i>Brachydeuterus auritus</i>			91	101		132			132
<i>Caranx hippos</i>	196		188	191		117	164		196
<i>Caranx rhonchus</i>						105			105
<i>Caranx senegallus</i>	150	205	114	515	171	220	262		515
<i>Chaetodipterus goreensis</i>	94								94
<i>Chaetodipterus lippei</i>		220		141	275		268		275
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		150	122	128		102	114	120	150
<i>Citarichthys stampflii</i>		142	112					60	142
<i>Cynoglossus monodi</i>			129						129
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	470	469	421	523	347	462	462	251	523
<i>Dasyatis margarita</i>	251		227	212	240	369		255	369
<i>Dasyatis margaritella</i>	220				235		199	237	237
<i>Diplodus bellottii</i>						120			120
<i>Drepane africana</i>			37			42			42
<i>Elops lacerta</i>	315	308	305	364	353	387	370		387
<i>Ephippion guttifer</i>	220	232	365	495	430	467	430	535	535
<i>Epinephelus aeneus</i>					277	313			313
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	291	238	194	258		161	238	60	291
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	153	130	114	148	118	256	160	115	256
<i>Fodiator acutus</i>	126			122	120				126
<i>Galeoides decadactylus</i>		150	148	184	148	170	152		184
<i>Gerres nigri</i>	182	190	148	204	205	158	195	154	205
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>		323	243			300			323
<i>Hippocampus algiricus</i>	56								56
<i>Ilisha africana</i>			178	189		173		91	189
<i>Lagocephalus laevigatus</i>		71							71
<i>Lichia amia</i>							700		700
<i>Liza dumerili</i>	307	280		215	249	253	284	287	307
<i>Liza falcipinnis</i>	257	286	251	235	230	313	240	285	313
<i>Liza grandisquamis</i>	290	243		223	268	215	212	240	290
<i>Lutjanus dentatus</i>								564	564
<i>Lutjanus goreensis</i>			359		382	445	510	499	510
<i>Monodactylus sebae</i>	152	139	151	152	154	150	144	163	163
<i>Mugil bananensis</i>	265	297			236		226		297
<i>Mugil cephalus</i>		236				146			236
<i>Mugil curema</i>	287	275	245	223	234	163	201	217	287
<i>Orcynopsis unicolor</i>	341								341
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	264		457	258	361	412	410	254	457
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	493	632		595		382	780		780
<i>Pomadasys incisus</i>						119	170		170
<i>Pomadasys jubelini</i>	506	310	378		301	307	392	315	506
<i>Pomadasys perotaei</i>			106	177		263		306	306
<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>			135			424	425		425
<i>Pseudotolithus elongatus</i>			190			345			345
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>			251						251
<i>Sardinella aurita</i>					130				130

<i>Sardinella maderensis</i>	220	154	119	206	125	126	220	116	220
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	220	231			159	164			231
<i>Scomberomorus tritor</i>				331					331
<i>Sphoeroides spengleri</i>	97						87	120	120
<i>Sphyraena afra</i>				453			780	750	780
<i>Sphyraena guachancho</i>			285			190			285
<i>Strongylura senegalensis</i>	695								695
<i>Syngnathus pelagicus</i>		147							147
<i>Tilapia guineensis</i>	272	240			224	279	268	224	279
<i>Trachinocephalus myops</i>								122	122
<i>Trachinotus ovatus</i>						122			122
<i>Trachinotus teraia</i>				367	368		560		560
<i>Tylosurus crocodilus</i>	625							690	690
Global	695	632	457	595	453	467	780	750	780

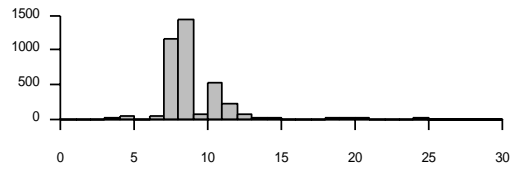
Tableau XIII : Longueurs maximales observées par campagne et par espèce.

Après la mise en défens, la taille maximale observée n'augmente pas pour un certain nombre d'espèces. Parmi celles-ci figure l'espèce dominante dans le bolon, *Ethmalosa fimbriata*, ainsi que les suivantes *Sardinella maderensis*, *Chloroscombrus Chrysurus* et *Liza dumerili*. La majorité des espèces concernées par l'augmentation de taille sont des espèces de moyenne ou grande taille (>20cm). Quelques grosses espèces carnivores en particulier, comme *Trachinotus teraia*, *Polydactylus quadrifilis*, *Plectorhinchus macrolepis*, *Elops lacerta* et *Lutjanus goreensis* voient leur taille augmenter notablement après la mise en défens. C'est également le cas pour les deux Ariidae *A. latiscutatus* et *A. parkii* pour qui des individus de 50cm ou plus ont été observés lors de la campagne de mars 2005.

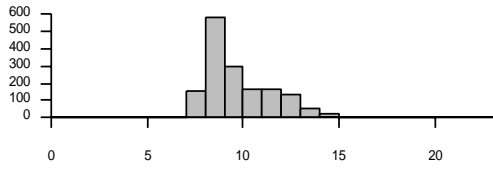
Ethmalosa fimbriata (EFI) - Avant AMP



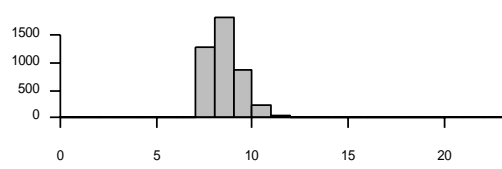
Ethmalosa fimbriata (EFI) - Après AMP



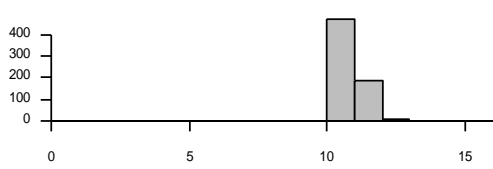
Sardinella maderensis (SEB) - Avant AMP



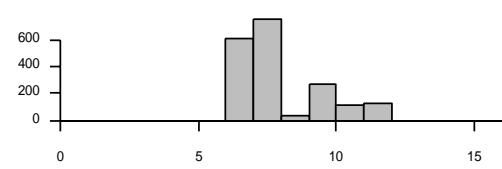
Sardinella maderensis (SEB) - Après AMP



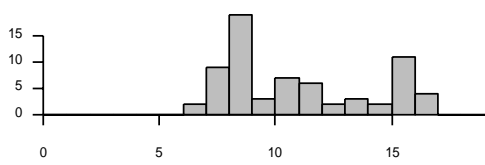
Chloroscombrus chrysurus (CHL) - Avant AMP



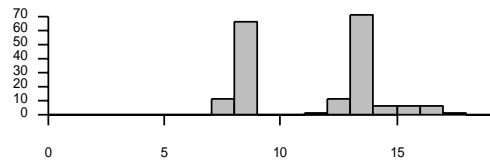
Chloroscombrus chrysurus (CHL) - Après AMP



Ilisha africana (IAF) - Avant AMP



Ilisha africana (IAF) - Après AMP



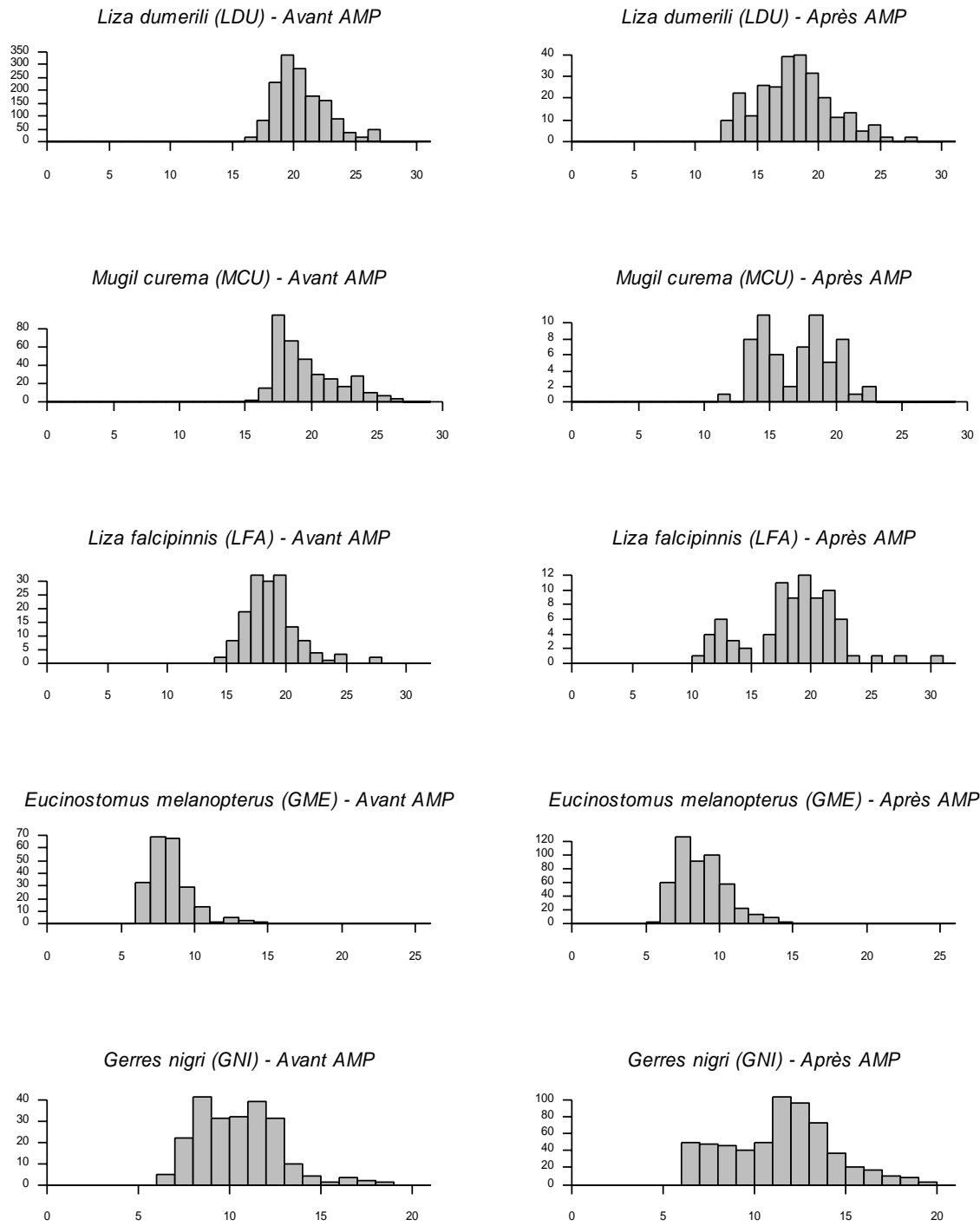


Figure 17 : Structure en taille pour les principales espèces pêchées avant et après la mise en AMP.

Les histogrammes de structures en taille des espèces les plus abondantes dans le bolon avant et après la fermeture de la pêche sont présentés en figure 17. Pour certaines de ces espèces (*Eucinostomus melanopterus*, *Gerres nigri*, *Liza dumerili*, *Liza falcipinnis* et *Mugil curema*), la position des modes ne varie pas beaucoup entre les deux périodes. En revanche, pour ce qui concerne les 3 Mugilidae, on observe une diminution notable des effectifs après la mise en AMP.

La structure en taille d'*Ethmalosa fimbriata* comporte deux modes (8-9 et 20cm) avant la fermeture de la pêche, et un seul (8-9cm) après la fermeture, ce qui semble indiquer une diminution de l'abondance des écophases sub-adulte et adulte de cette espèce dans le bolon. De même, le mode de *Sardinella maderensis* est tronqué de ses plus grands individus (classes 11 à 15cm) après la mise en AMP.

3.3.2.3 Modifications dans la structure trophique du peuplement

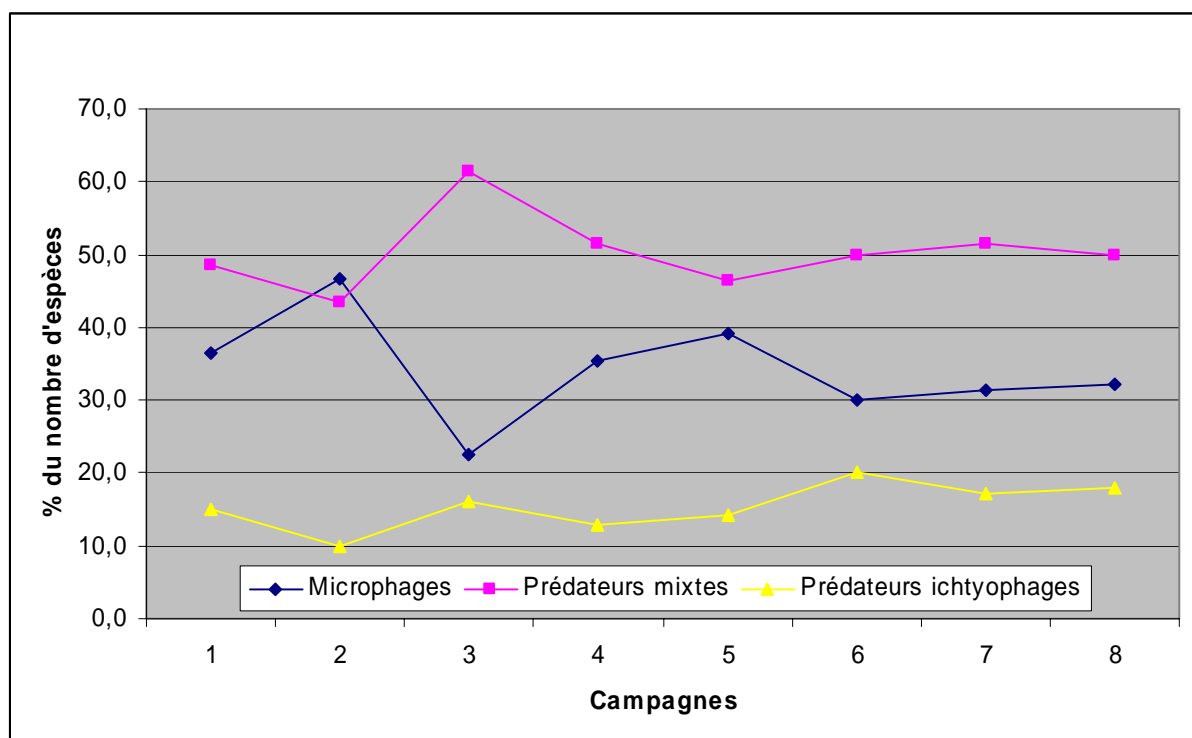


Figure 18 : Evolution dans le temps (campagnes 1 à 8) de la proportion d'espèces microphages, prédateurs mixtes et prédateurs ichtyophages (en pourcentage du nombre d'espèces).

L'ensemble des carnivores, ichtyophages stricts et prédateurs mixtes (consommateurs de crevettes, mollusques, poissons), représentent près de 70% du peuplement (Figure 18). Il a été souligné précédemment que la plupart des espèces

apparues après la mise en AMP sont des carnivores. La figure 18 montre en particulier qu'en nombre d'espèces la proportion de prédateurs ichtyophages atteint à elle seule près de 20% lors des trois dernières campagnes.

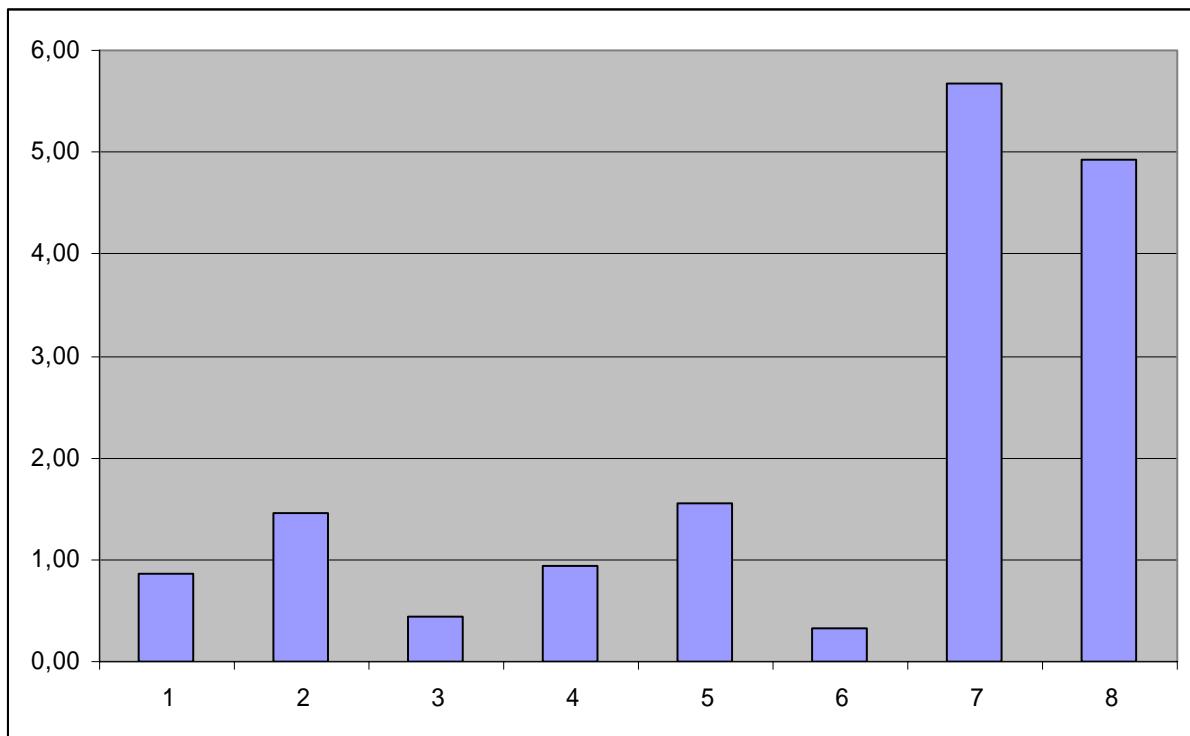


Figure 19 : Evolution dans le temps (campagnes 1 à 8) de la proportion de prédateurs ichtyophages (en pourcentage du nombre d'individus pêchés).

Si l'on considère la proportion d'individus, la progression des prédateurs ichtyophages stricts (Figure 19) est spectaculaire puisqu'elle passe d'environ 1% avant la mise en AMP à environ 5 à 6 % lors des deux dernières campagnes. La faible proportion de prédateurs lors des campagnes 3 et 6 s'explique par la masse de juvéniles colonisant le bolon à cette époque du cycle saisonnier (fin de saison des pluies).

4. Discussion

Il était essentiel, dans un premier temps, de procéder à une caractérisation détaillée du bolon de Bamboung, tant en ce qui concerne l'environnement aquatique que l'ichtyofaune et leurs dynamiques saisonnières respectives afin de 1) situer le système «Bamboung» dans le contexte des milieux estuariens de l'Afrique de l'ouest et d'être en mesure de le comparer à d'autres écosystèmes du même type et 2) de suivre son évolution

par rapport à une situation de référence et par rapport, éventuellement, à d'autres zones comparables du Sine Saloum plus ou moins proches et non protégées. Les caractéristiques environnementales et ichtyologiques fondamentales de l'AMP de Bamboung seront donc synthétisées et rappelées dans une première partie de cette discussion. Les résultats concernant les premiers effets perceptibles de la mise en aire protégée seront ensuite discutés tant en ce qui concerne la composition et la structure du peuplement que certaines modifications des caractéristiques biologiques de certaines populations. Nous concluons enfin par quelques considérations sur le fonctionnement de l'AMP et quelques recommandations quant à la poursuite des actions entreprises.

4.1 Environnement aquatique

Le bolon de Bamboung est un milieu homogène ne présentant pas de stratification verticale ni de zonation longitudinale marquée, même si de légers gradients aval-amont (de salinité et d'oxygène surtout) ont pu être notés. En ce qui concerne l'environnement aquatique, deux points sont particulièrement à retenir.

Le bolon de Bamboung constitue une zone modérément salée par rapport au reste du Sine Saloum (le Saloum peut atteindre et dépasser une salinité de 130, en amont, lors de la saison sèche). Il est en légère sursalure durant la saison sèche (eaux métahalines dans la « série » thalassique de Hedgpeth, 1967) et notablement dessalé par rapport à l'eau de mer en fin de saison des pluies (eaux méso-polyhalines). Les valeurs minimales notées en octobre (jusqu'à 28) sont les plus basses mesurées depuis que l'équipe IRD/CRODT a entrepris des recherches en écologie dans le Sine Saloum (début des années 90). Les pluies locales relativement abondantes de ces dernières années sont à mettre en cause mais aussi la présence de sources d'eau douce souvent signalée dans le bolon. La salinité est un facteur important pour la composition et la structuration des peuplements aquatiques et son évolution, liée à celle du climat local, devra être suivie attentivement à l'avenir dans le cadre d'un éventuel protocole de suivi scientifique à long terme.

La turbidité remarquablement faible des eaux de Bamboung est également un élément à retenir. Outre leur intérêt « esthétique », des eaux transparentes favorisent la présence des espèces prédatrices chassant « à vue » ainsi que celles des espèces proies comme l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata* ou, localement, cobo) dont le filtre branchial délicat supporte mal les eaux trop chargées en particules minérales solides.

Les eaux du bolon sont en général bien oxygénées et les pourcentages de saturation en oxygène dissous mesurés montrent que ce paramètre n'est jamais un facteur limitant pour les poissons dans Bamboung.

4.2 Peuplements ichthyologiques

Lors des campagnes d'échantillonnage de la phase de caractérisation de l'état de référence, 51 espèces de poissons avaient été recensées dans l'aire protégée. Au terme de la phase de suivi biologique la richesse spécifique globale de Bamboung s'élève à 65 espèces, soit plus de la moitié des espèces signalées dans l'ensemble de l'estuaire du Sine-Saloum qui a fait l'objet d'un échantillonnage intensif. Malgré tout, cet inventaire de l'ichtyofaune de Bamboung n'est, sans doute, pas exhaustif car réalisé avec une seule technique d'échantillonnage qui, bien que performante, ne permet pas d'atteindre certaines espèces, en particulier celles qui sont strictement inféodées à la mangrove. Seulement 8 campagnes de 12 coups de pêche chacune ont été réalisées. Un effort d'échantillonnage plus important (diversification des engins de prélèvement, augmentation de la fréquence des campagnes et du nombre des stations...) aurait, sans doute, permis d'augmenter sensiblement le nombre des espèces recensées. Des prélèvements trop intenses et fréquents sont cependant incompatibles avec le statut d'aire protégée, surtout lorsque celle-ci a une superficie relativement restreinte. Il faut en effet garder à l'esprit que le protocole utilisé lors de l'établissement de l'état de référence doit, en toute rigueur, être appliqué pour le suivi biologique à moyen terme. Des prélèvements importants par pêche d'échantillonnage, admissibles lorsque la pêche professionnelle est encore ouverte, deviennent difficiles à justifier après la mise en défens. L'objectif était d'atteindre par ce protocole allégé un compromis entre l'obtention de résultats scientifiques rigoureux et utilisable et le souci de ne pas perturber un environnement dont on veut suivre l'évolution après avoir supprimé la perturbation majeure qu'il subissait.

Les résultats obtenus mettent néanmoins en évidence une richesse spécifique globale élevée. A titre de comparaison, avec la même technique d'échantillonnage et un effort de pêche nettement supérieur, 70 espèces de poissons (soit seulement 5 espèces de plus qu'à Bamboung) ont été recensées dans l'ensemble du vaste estuaire de la Gambie, qui pourtant présente des conditions environnementales *a priori* favorables au développement de l'ichtyofaune (estuaire "normal") et s'étend sur près de 250 kilomètres (contre 15 pour le bolon) (Albaret *et al.*, 2004).

Outre la protection dont il bénéficie maintenant, plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour expliquer la biodiversité (ichthyodiversité) relativement élevée observée à Bamboung. Il semblerait que 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. La présence de ces espèces d'origine marine compense largement l'absence des formes estuariennes d'origine continentale. Nos observations semblent ainsi confirmer celles de Hedgpeth (1967) et Hodkin & 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, à la multitude de bolons secondaires et à la succession de secteurs plus ou moins profonds.

La richesse spécifique reste stable au cours du cycle saisonnier. En revanche les biomasses capturées et la composition en espèces varient de façon très sensibles. Bien que l'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et la sardinelle (*Sardinella maderensis*), toutes deux des Clupeidae, soient le plus souvent en tête de distribution, on observe des changements d'espèce dominante (que ce soit en effectifs ou en biomasses) ce qui traduit une certaine instabilité du milieu ou tout au moins des variations saisonnières importantes : un Mugilidae (*Liza dumerili*), un Carangidae (*Chloroscombrus chrysurus*), un Lutjanidae (*Lutjanus goreensis*)... Cette instabilité a été confirmée par l'utilisation d'indices synthétiques (indice de diversité de Shannon, Equitabilité) dont les valeurs, globalement faibles, traduisent des distributions d'abondance déséquilibrées (domination très marquée d'une espèce ou d'un très petit nombre d'espèces) et des peuplements peu structurés et fortement inorganisés car en constant renouvellement, notamment par l'arrivée massive de bancs de juvéniles. Cette faible structuration des communautés de poissons est également à relier à la variabilité environnementale. La composition en espèces du peuplement n'appelle pas de commentaires particuliers, elle correspond tout à fait à ce qu'il était permis d'attendre dans cette partie du Sine Saloum : absence d'espèces d'origine continentale, prédominance des catégories Em (Estuariennes d'origine marine) et ME, (Marines-Estuariennes), nombreuses espèces marines accessoires (Ma) ou occasionnelles (Mo) présentant des effectifs et des biomasses limités. Parmi ces dernières, il faut signaler la présence d'espèces qui par leur coloration, leur morphologie ou leur comportement

marquent les esprits et peuvent avoir un rôle pédagogique particulier dans le cadre d'une AMP. C'est bien sûr le cas des syngnathes, l'hippocampe *Hippocampus algiricus* en particulier, du poisson volant *Fodiator acutus*, du poisson chirurgien *Acanthurus monroviae*, des trois espèces de poissons globes *Ephippion guttifer*, *Lagocephalus laevigatus*, *Sphoeroides spengleri*, de *Monodactylus sebae*, des « carpes rouges » *Lutjanus goreensis* et *L. dentatus* et bien sûr du « thiof » (*Epinephelus aenus*). Chez les résidents estuariens, l'incubation buccale est particulièrement spectaculaire chez *Sarotherodon melanotheron* où elle est pratiquée par le mâle et chez les *Arius* où la femelle n'incube que quelques (15 à 40) très gros œufs de plus d'1 cm de diamètre (voir planches photographiques en annexe).

Les espèces les plus nombreuses sont des filtreurs phyto- et/ou zooplanctonophages comme *Ethmalosa fimbriata*, *Sardinella maderensis* ou les jeunes *Chloroscombrus chrysurus*. Les espèces prédatrices de taille moyenne et les juvéniles de prédateurs de grande taille sont fortement représentés (*Elops lacerta*, *Tylosurus crocodilus*, *Pseudolithus elongatus*, *P. brachygnathus*, *Lutjanus goreensis* etc.). Ils exercent leur prédation sur les juvéniles des autres espèces de poissons (surtout les Clupeidae) et sur les crevettes. Les gros prédateurs sont surtout représentés par le capitaine de mer *Polydactylus quadrifilis* et par le barracuda *Sphyraena afra* dont de grands individus ont été capturés dans le bolon.

L'analyse factorielle des correspondances effectuée sur l'ensemble des campagnes a montré que les peuplements de poissons des stations 11 et surtout 12, situées dans la zone tampon, se distinguent des autres stations. Le reste de l'aire protégée est homogène de ce point de vue.

L'abondance des formes juvéniles et plus particulièrement celles dont les écophases adultes sont absentes dans l'estuaire montre que le bolon joue un rôle de nourricerie (abris et ressources trophiques abondantes) pour de nombreuses espèces amphibiotiques dont les phases adultes sont exploitées en mer.

Le bolon de Bamboung est également un lieu de reproduction. De nombreuses espèces d'intérêt commercial, exploitées soit en estuaire (Cichlidae, Ariidae) soit à la fois en estuaire et sur le plateau continental (Clupeidae, Mugilidae et Scianidae notamment) par les pêcheries artisanales et industrielles, y ont été observées en activité de reproduction. La saison sèche est la période d'activité sexuelle la plus forte. Les grands traits de la

reproduction et les caractéristiques démographiques majeures ont été étudiés pour les espèces les plus abondantes. La diversité des cycles biologiques et des types de reproduction a été soulignée.

Le suivi biologique a permis de mettre en évidence certaines modifications (ou tendances) dans la composition et la structure des communautés ainsi que dans les caractéristiques biologiques de certaines espèces depuis la mise en AMP et l'interdiction effective de la pêche.

4.3 Modifications depuis la mise en AMP

La création de l'AMP ne semble pas avoir eu jusqu'à présent d'effet très net sur l'abondance globale, la biomasse ni sur le nombre d'espèces présentes à un moment donné dans le bolon. Ceci appelle plusieurs commentaires : 1) nos résultats se fondent sur des observations liées à une méthode d'échantillonnage certes performante mais qui n'appréhende pas ou mal les modifications pouvant survenir dans les classes de tailles extrêmes : petites espèces, larves et juvéniles de tailles inférieures à 6-7cm ou, à l'opposé très gros prédateurs ayant une capacité de fuite importante, 2) Les observations réalisées par des techniques acoustiques adaptées aux milieux peu profonds semblent indiquer une augmentation sensible de la biomasse globale (y compris les petites espèces et les petits individus), 3) la mise en défens de la zone ne remonte qu'à à peine plus de deux ans ce qui constitue un délai court pour que se réalisent des modifications aussi fondamentales qu'une augmentation de biomasse suffisamment importante pour être reflétée par un indice d'abondance fondé sur des pêches expérimentales et surtout perceptible malgré des variations saisonnières naturellement très marquées.

De même, la décomposition du peuplement ichthyologique de chaque campagne en catégories écologiques (Figure 13) a montré qu'il n'y a pas eu de changement radical dans la composition du peuplement même si une augmentation des espèces des catégories Estuariennes d'origine marine (Em) et Marines-Estuariennes (ME) semble perceptible depuis la mise en AMP.

On remarque à ce sujet que les campagnes de juin (2004 et 2005), sont pauvres en espèces de la catégorie ME (on passe de 14 espèces ME en mars 2005 à seulement 6 espèces en juin 2005). Les faibles biomasses et richesses globales observées en 2004 et 2005 à cette époque peuvent être imputées à ce fort déficit en espèces Marines-Estuariennes. Le gradient d'évolution progressive des peuplements au cours du temps, qui

semblait se dessiner sur l'axe 2 de l'AFC des peuplements (figure 9), est perturbé par la dernière campagne de juin 2005, caractérisée par de faibles abondances (en effectifs et en biomasse) et de faibles valeurs de richesse par coup de pêche. Ceci trouve son explication dans le fort déficit d'espèces Marines-Estuariennes dans le bolon à cette saison.

Le protocole initial prévoyait d'effectuer les missions de fin de saison sèche au mois de mai. Pour des raisons tenant à la gestion de l'AMP nous avons dû les décaler en juin à partir de 2004. Cette période correspond en fait, d'un point de vue environnemental, mais aussi pour les peuplements de poissons, à une saison de transition pendant laquelle de nombreuses espèces quittent le bolon (et plus généralement l'estuaire du Sine Saloum. Comme nous l'avons vu (Figure 13), il s'agit majoritairement d'espèces Marines-Estuariennes ME qui ne se reproduisent pas en estuaire et, donc, n'y accomplissent pas la totalité de leur cycle.

A l'issue de la caractérisation de l'état de référence, une zonation relativement nette avait pu être proposée. Trois zones avaient ainsi pu être distinguées : l'analyse factorielle des correspondances effectuée sur les peuplements pour l'ensemble des trois campagnes avait montré que les stations 11 et 12, situées dans la zone tampon, se distinguaient nettement des autres stations par leurs peuplements de poissons. Le reste de l'aire protégée semblait homogène à l'exception de la station 1 située complètement en amont et qui présentait en permanence un peuplement nettement différent par sa composition et son abondance. Après l'interdiction de la pêche, la même analyse a montré que l'ensemble du bolon ne constitue plus qu'une seule zone homogène d'un point de vue spatial. Seule la station 12 située en limite externe de la zone tampon, dans le chenal central du Diomboss, présente un peuplement vraiment différent dans sa composition et son abondance. Les peuplements de la station 11, située au cœur de la zone tampon, sont maintenant plus proches de ceux du bolon qu'ils ne l'étaient avant la mise en AMP.

La richesse globale est passée de 51 espèces à 65. Sans doute l'effet « attracteur » de l'AMP a-t-il joué mais il faut aussi considérer qu'à cette seconde valeur correspond un effort d'échantillonnage plus grand. Nous avons cependant noté que sur les 14 espèces apparues dans le bolon depuis sa mise en AMP (tableau X), dix (dont cinq Carangidae) appartiennent à des espèces de grande taille activement recherchées par la pêche artisanale. Ces espèces qui, pour certaines comme *Sphyraena afra* (barracuda), *Trachinotus teraia* (pompano), *Lutjanus dentatus* (carpe rouge), *Epinephelus aenus* (thiof) ont une très forte

valeur commerciale, sont spécialement visées par les pêcheurs et bénéficient prioritairement de la protection offerte par l'AMP.

Des modifications de la structure démographique du peuplement ont été mises en évidence au cours du suivi. Ainsi, la proportion de petits individus est sensiblement plus forte après la mise en AMP (de 60% à 78%), de même que la proportion de grands individus qui passe de 0,8 à 3,3%. Outre les espèces de grande taille nouvellement apparues évoquées ci-dessus, d'autres grandes espèces ont vu leurs effectifs augmenter sensiblement comme *Arius latiscutatus*, *Arius parkii*, *Pomadasys jubelini*, *Plectorhinchus macrolepis*, *Lutjanus goreensis*. Cette dernière devient même dominante en biomasse lors de la dernière campagne. Les abondances de quelques espèces de taille moyenne comme *Chaetodipterus lippei*, *Elops lacerta*, *Monodactylus sebae* augmentent également après la mise en AMP. La plupart de ces espèces sont essentiellement (*Lutjanus goreensis*, *Elops lacerta*) ou partiellement (*Arius latiscutatus*, *Arius parkii*, *Pomadasys jubelini*, *Plectorhinchus macrolepis*) des espèces prédatrices ichtyophages.

Parallèlement on observe, après la mise en AMP du bolon, une diminution très sensible de l'abondance des poissons de taille moyenne : des mullets (*Liza dumerili*, *Liza falcipinnis*, *Mugil bananensis*, *Mugil curema*) et des « tilapias » (*Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*) notamment. Cette diminution d'abondance des espèces de taille moyenne peut être liée à l'augmentation évoquée plus haut du nombre et des effectifs des espèces prédatrices ichtyophages de grande taille dans le bolon. A cette prédation par les poissons il faut sans doute ajouter la pression de prédation exercée par une troupe de dauphins (une dizaine environ) régulièrement observée dans Bamboung lors des dernières missions (à l'exception de la dernière en juin 2005).

Ces observations faites au niveau global (toutes espèces confondues) ont été vérifiées au niveau des structures en tailles des espèces les plus abondantes. L'ensemble des observations réalisées semble donc montrer que les poissons de taille moyenne diminuent en abondance contrairement aux plus petits d'une part et aux gros d'autre part. Après la mise en aire protégée, il y a donc à la fois apparition de nouvelles espèces prédatrices de grande taille et augmentation des abondances (effectifs et biomasses) des prédateurs qui étaient déjà présents en faible abondance dans le bolon avant sa protection.

Du point de vue de la reproduction, la comparaison des espèces ayant une activité sexuelle dans le bolon avant et après la mise en AMP montre que 12 nouvelles espèces ont

été observées en reproduction après la mise en AMP, ce qui pourrait indiquer une augmentation de l'activité reproductrice dans Bamboung.

Enfin, nous avons pu mettre en évidence une élévation du niveau trophique moyen depuis la mise en AMP. Cela se traduit par une proportion élevée de prédateurs (ichthyophages spécialisés et prédateurs mixtes). Cette augmentation du niveau trophique se traduit par une arrivée (ou le retour) d'espèces prédatrices qui n'avaient pas été capturées lors de la phase de caractérisation de l'état de référence et par l'augmentation de l'abondance et de la taille moyenne des prédateurs qui avaient déjà été signalés lors de cette première phase d'étude. Rappelons que la structure en taille et le niveau trophique d'un peuplement est, en théorie, lié au niveau et à l'intensité de l'exploitation halieutique dont il est l'objet.

5. Conclusion

Les actions prévues par les protocoles (et qui figurent dans les conventions particulières « Etat de référence de l'AMP » et « Suivi biologique de l'AMP ») ont été réalisées et les objectifs que nous nous étions fixés ont été atteints. Une description de l'état de référence du bolon de Bamboung au moment de sa mise en aire protégée est disponible (Albaret 2003). Cette description de l'environnement aquatique et des peuplements de poisson) a été affinée lors du suivi biologique. Elle concerne les principaux paramètres de l'environnement aquatique, la composition et la structure (y compris des indices d'abondance) des peuplements et la caractérisation des traits de vie majeurs des espèces les plus importantes. Afin de constituer une base fiable de comparaison, ces divers points ont été précisés aux périodes clé du cycle hydro-climatique afin d'appréhender les variations saisonnières majeures.

Un certain nombre des résultats obtenus mettent en évidence des changements survenus à court terme dans la composition et la structure des peuplements. La modification des structures en taille, avec en particulier une plus grande abondance des individus et espèces de grande taille (confirmée par les résultats des prospections acoustiques, voir l'annexe), une activité de reproduction apparemment plus forte, l'élévation sensible du niveau trophique sont autant d'indicateurs d'un retour à un peuplement moins exploité.

Il convient cependant de considérer ces résultats préliminaires avec prudence. En effet, comme cela a déjà été précisé, l'effort d'échantillonnage à la senne tournante, fruit

d'un compromis, est minimal, et de plus, la période d'observation demeure relativement courte (un cycle annuel pour la caractérisation de l'état de référence, pas tout à fait deux cycles annuels pour le suivi) et ne permet pas de distinguer avec certitude d'éventuels effets de la variabilité inter-annuelle de ceux de la mise en défens de la zone concernée. Les tendances observées doivent donc être confirmées par un suivi à moyen terme conservant le même protocole ou un protocole se rapprochant au mieux de celui adopté jusqu'à présent.

De plus, une prolongation du suivi devrait permettre d'appréhender certaines évolutions que nous n'avons pu mettre en évidence sur le court terme, soit parce qu'elles ne se sont pas (encore ?) produites soit parce que la série chronologique est trop courte. Il s'agit notamment d'une augmentation de la richesse spécifique (nous avons certes relevé une augmentation de la richesse globale du bolon au cours du suivi mais elle est liée à l'augmentation de l'effort d'échantillonnage ; en revanche la richesse moyenne par coup de pêche ou par campagne n'a pas montré d'augmentation significative), de la diversité spécifique et/ou de la biomasse. En ce qui concerne cette dernière, il est néanmoins à noter, qu'une tendance à l'augmentation des biomasses moyennes depuis la création de l'AMP a été mise en évidence par les techniques acoustiques qui intègrent l'ensemble du bolon (parcours aval-amont, Sow et Guillard, voir en annexe) et un spectre de peuplement plus large que la senne tournante (très petites espèces et phases juvéniles).

Il sera également intéressant, à l'avenir, de tenter d'évaluer les effets de la protection dont bénéficie Bamboung sur les zones voisines, le Diomboss et d'autres bolons pas trop éloignés. Dans le même ordre d'idées, la comparaison avec un ou plusieurs bolons similaires à Bamboung par leurs dimensions et leurs caractéristiques générales mais suffisamment éloignés pour ne pas être directement influencés par l'AMP devrait apporter des compléments permettant de mieux évaluer les effets de l'interdiction de la pêche.

Les observations réalisées par des méthodes acoustiques adaptées aux zones peu profondes ont apporté des informations complémentaires très utiles pour la caractérisation de l'état de référence et le suivi de l'AMP (voir Sow et Guillard 1 et 2, en annexes). Pour les zones estuariennes où les observations *in situ* (comptages en plongée etc.) ne sont pas possibles, les techniques acoustiques constituent une alternative très efficace pour les estimations d'abondance relative, l'évaluation globale des structures en tailles et les déplacements des poissons. Ne nécessitant pas de prélèvements de poisson par pêche, elles sont bien adaptées au suivi des AMP et devraient être développées.

Le choix « *a priori* » du bolon de Bamboung pour la création d'une aire protégée, effectué sur la base de différents critères (logistiques, qualité esthétique du site, adhésion de la population locale, présence d'eau douce, site favorable à l'écotourisme...) s'est révélé également fondé et pertinent du point de vue scientifique (zone propice à un bon suivi scientifique, biodiversité importante tant en ce qui concerne les espèces que la nature des cycles biologiques, caractéristiques environnementales appropriées, bonne représentativité).

Cependant, les 2/3 environ des espèces observées dans l'AMP de Bamboung sont des espèces dont le cycle biologique se déroule dans deux milieux distincts : l'estuaire et l'océan. Pour beaucoup, les espèces de la catégorie écologique ME particulièrement, c'est l'écophase juvénile qui utilise la richesse trophique et l'abri fournis par les bolons en zone de mangrove, la reproduction de ces espèces ME (ou l'essentiel de la reproduction) a lieu en mer où résident les stades adultes. Il conviendrait donc de compléter l'action de l'AMP Bamboung par la protection d'une (ou préférablement plusieurs) zone(s) protégées en mer à proximité de l'embouchure du Sine Saloum mais aussi de prévoir une voie « protégée » pour assurer le transit de ces espèces entre le bolon et l'océan.

Enfin, et bien que cela ne concerne pas directement le suivi biologique, il faut souligner ici que l'effort important et diversifié de sensibilisation effectué par l'équipe du projet Narou Heuleuk a abouti à une implication forte des populations pour autant que nous avons pu en juger sur le terrain. La présence assidue des volontaires du comité de surveillance constatée à chacune de nos campagnes d'échantillonnage en atteste.

Références bibliographiques

- Albaret J.J., 1987. Les peuplements de poissons de la Casamance (Sénégal). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 20, 291-310.
- Albaret J.J., 1999. Le peuplement des estuaires et des lagunes. Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, biologie, écologie, utilisation par l'homme. Lévêque C., Paugy D. eds.. IRD publ., Paris : 325-349.
- 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., Legendre M., 1985. Biologie et écologie des Mugilidae en Lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Intérêt potentiel pour l'aquaculture. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 18 : 281-303.
- Albaret J.J., Laë R., Weigel J.Y., Bah M., Darboe F.S., Mendy A., 2001. *Ressources en poisson, gestion patrimoniale et dynamiques migratoires de l'estuaire de la Gambie*. IRD/Fisheries Department of the Gambia publ., Dakar & Banjul : 74 pp.
- Albaret J.J., Simier M., Darboe F. S., Ecoutin J.-M., Raffray J., Tito de Morais L., 2004. Fish diversity and distribution in the Gambia Estuary, West Africa, in relation to environmental variables. *Aquatic Living Resources*, 17, 35-46.
- Ba C., 2000. Pêche. *Atlas du Sénégal*. Editions J.A. publ., Paris : 40-41.
- Charles-Dominique E., Albaret J.J., 2003. African Shad with emphasis on *Ethmalosa fimbriata*. *American Fisheries Society Symposium*, 35 : 27-48.
- Diouf P.S., 1996. *Les peuplements en poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine-Saloum*. Thèse Doct. Sci., Univ. Montpellier II, France : 267 pp.
- Hedgpeth J.W., 1967. Ecological aspects of Laguna madre a hyperhaline estuary. *Estuaries*. Lauff G.H. ed.. *Am. Assoc. Adv. Sci. Publ.*, 83 : 407-419.
- Hodgkin E.P. & Kendrix G.W., 1984. The changing aquatic environment 7000 BP to 1983 in estuaries of South Western Australia. *Estuarine Environ. South. Hemisphere Bull.*, 161 : 1-12.
- Legendre P. & Legendre L., 1998. *Numerical ecology, 2nd english edition*. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier, Amsterdam. 853 pp.
- 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.
- Rebert A., Domain B., 1977. Hydrologie océanique. *Atlas National du Sénégal*. IGN publ., Paris & Dakar : 36-37.
- Roy C., 1991. Les upwellings : le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines. *Pêcheries ouest-africaines*. Cury P., Roy C. eds.. ORSTOM publ., Paris : 38-66.

Annexes

Annexe 1 : Valeur des paramètres environnementaux mesurés
lors des relevés hydrologiques dans le bolon de Bamboung

Campagne	Station	Force courant	Prof. pêche (m)	Transp. (m)	Salinité Surface	Salinité Fond	Temp. Surface	Temp. Fond	Oxy. Surface	Oxy. Fond	Cond. Surface	Cond. Fond
mars-03	B01	1- léger	4,1	3,00	49	52	25,6	25,6	74,1	62,1	62900	68300
mars-03	B02	2- notable	7,3	1,97	49	48	26,8	26,0	86,6	70,8	61300	66100
mars-03	B03	1- léger	5,4	2,45	46	47	26,6	25,8	96,2	86,3	58900	63500
mars-03	B04	3- fort	5,4	2,30	42	44	26,2	25,6	100,0	80,1	56800	62300
mars-03	B05	0- étale	8,3	2,17	45	45	26,2	25,8	86,6	87,1	57400	61400
mars-03	B06	0- étale	6,6	2,17	45	45	26,2	25,8	86,6	87,1	57400	61400
mars-03	B07	0- étale	8,6	3,20	43	45	24,9	25,2	67,3	53,7	56200	62900
mars-03	B08	0- étale	6,1	3,17	41	44	24,4	25,2	75,4	69,5	57200	60900
mars-03	B09	1- léger	5,0	3,25	40	43	25,2	26,2	77,3	68,2	55100	62100
mars-03	B10	1- léger	2,8	3,16	40	44	25,2	25,5	86,2	69,4	56400	60700
mars-03	B11	1- léger	4,8	3,10	40	42	24,8	24,8	88,7	78,6	55700	57700
mars-03	B12	1- léger	11,0	3,68	40	44	25,3	24,9	91,7	82,4	56400	57300
mai-03	B01	1- léger	2,4	2,00	50	51	28,1	28,1	48,4	61,5	70300	70800
mai-03	B02	1- léger	4,6	2,51	48	48	28,1	28,0	67,0	66,3	68300	68700
mai-03	B03	1- léger	5,7	2,00	44	45	28,9	28,4	74,2	72,0	60300	65100
mai-03	B04	2- notable	2,1	1,78	45	45	28,9	28,3	74,4	88,0	60800	64500
mai-03	B05	1- léger	6,6	1,87	44	45	28,6	28,4	68,8	70,5	61300	64400
mai-03	B06	2- notable	5,7	2,05	45	45	28,5	28,2	66,6	69,0	64700	64700
mai-03	B07	1- léger	4,1	1,88	45	45	28,2	28,2	65,3	87,7	64100	64800
mai-03	B08	2- notable	8,5	1,51	43	45	27,7	27,5	81,3	82,4	58600	59200
mai-03	B09	0- étale	4,4	1,59	42	43	27,7	27,3	75,6	78,3	53900	58300
mai-03	B10	2- notable	3,2	1,61	41	42	27,7	27,4	85,0	81,9	54900	57800
mai-03	B11	2- notable	4,2	1,50	42	42	27,2	27,0	80,5	80,7	55300	57900
mai-03	B12	2- notable	11,5	1,88	42	43	27,5	27,2	80,8	89,2	54700	56700
oct-03	B01	0- étale	4,2	1,69	29	29	31,8	30,8	61,6	38,6	52200	51900
oct-03	B02	1- léger	6,5	1,63	28	28	31,2	30,7	61,8	50,8	50700	50700
oct-03	B03	2- notable	5,0	1,90	28	30	30,8	30,5	54,3	51,4	50000	50000
oct-03	B04	2- notable	5,9	1,22	30	30	30,7	30,6	55,6	53,3	49700	50000
oct-03	B05	2- notable	7,0	1,95	30	30	30,7	30,7	54,8	52,5	50000	50000
oct-03	B06	1- léger	7,1	1,85	30	29	30,5	30,6	53,9	50,9	50000	49900
oct-03	B07	0- étale	9,2	1,80	29	29,5	31,2	30,5	81,3	60,5	51000	50600
oct-03	B08	1- léger	2,8	1,74	29	29,5	31,1	30,5	89,0	72,7	51200	50100
oct-03	B09	1- léger	5,3	1,33	29	29	31,0	30,7	92,5	86,1	51200	51200
oct-03	B10	2- notable	3,4	1,33	29	30	31,0	30,6	85,8	72,9	51200	51000
oct-03	B11	2- notable	5,3	0,89	28	30	30,4	30,4	78,2	78,9	51200	51200
oct-03	B12	2- notable	7,8	1,81	28	30	30,6	30,4	80,9	77,7	50800	50800
mars-04	B01	1- léger	3,8	2,28	44	46	24,4	24,0	66,5	66,3	58600	61400
mars-04	B02	1- léger	3,7	2,00	43,5	44	24,3	24,3	68,6	66,2	57600	60600
mars-04	B03	2- notable	7,3	1,81	42	44	24,0	23,7	61,2	62,3	59200	59500
mars-04	B04	2- notable	1,7	1,75	43	45	23,8	23,5	64,7	62,5	59200	59300
mars-04	B05	2- notable	6,8	1,73	43	44	23,7	23,6	62,7	62,6	59300	59400
mars-04	B06	1- léger	6,5	1,64	43	44	23,2	23,6	60,3	61,6	58700	60500
mars-04	B07	3- fort	10,6	1,57	42,5	44	24,2	24,3	81,7	80,0	57200	58200
mars-04	B08	2- notable	4,0	1,36	41	44	24,7	23,9	88,8	83,1	54300	55700
mars-04	B09	0- étale	4,3	1,72	40	40	23,6	23,4	78,7	96,5	54700	55200
mars-04	B10	1- léger	3,4	1,48	39,5	40	22,9	23,0	85,5	95,9	54100	54900

mars-04	B11	3- fort	3,1	1,27	39,5	40,5	23,0	22,8	83,0	100,5	52500	54300
mars-04	B12	3- fort	9,5	1,44	40	41	22,9	22,8	84,7	89,3	48400	51600
juin-04	B01	2- notable	4,2	2,00	45	46	32,0	31,0	77,4	76,1	66000	65800
juin-04	B02	2- notable	3,9	2,05	43	44	29,3	29,2	69,8	63,3	60600	64400
juin-04	B03	1- léger	5,8	2,31	42	42,5	29,0	28,9	66,0	66,3	62200	62100
juin-04	B04	0- étale	5,7	2,36	41	42	29,0	28,9	70,1	60,1	60200	61000
juin-04	B05	1- léger	3,1	2,25	42	42	29,0	28,8	65,4	61,5	60100	60500
juin-04	B06	2- notable	7,9	2,04	42	42	29,0	28,8	65,4	61,5	60100	60500
juin-04	B07	0- étale	4,6	2,06	43	44	30,0	29,2	52,0	44,4	61800	62700
juin-04	B08	1- léger	4,4	2,26	43	44	29,5	29,2	56,3	57,4	61100	61400
juin-04	B09	3- fort	3,0	2,24	41	42	29,2	29,0	65,4	61,5	59500	60300
juin-04	B10	3- fort	5,2	2,15	40	41	29,0	28,9	78,3	75,4	58500	58500
juin-04	B11	2- notable	3,2	2,22	39	40	28,2	28,0	79,6	61,7	57200	62200
juin-04	B12	1- léger	10,6	2,80	39	40	28,4	28,2	77,6	72,4	55300	56800
sept-04	B01	2- notable	3,6	1,65	29	29	30,8	30,6	55,4	53,2	42600	45200
sept-04	B02	0- étale	8,8	1,94	29	30	31,0	30,6	48,6	51,5	43600	46100
sept-04	B03	1- léger	6,3	2,18	30	32	31,2	30,8	64,0	64,8	47400	47800
sept-04	B04	3- fort	3,5	1,75	30	32	31,5	31,2	69,8	67,8	44450	47300
sept-04	B05	3- fort	6,2	1,34	30	32	31,4	31,2	68,9	66,5	46300	46400
sept-04	B06	3- fort	6,5	1,34	30	32	31,4	31,2	68,9	66,5	46300	46400
sept-04	B07	1- léger	5,0	0,95	30	31	31,2	31,0	59,5	61,3	45390	44000
sept-04	B08	2- notable	3,0	1,32	30	31	31,0	30,7	60,2	64,4	43150	46200
sept-04	B09	1- léger	4,7	1,93	32	33	31,0	29,5	77,9	73,2	49300	49400
sept-04	B10	1- léger	3,7	1,98	32	33	30,0	30,0	76,8	72,4	48700	49200
sept-04	B11	2- notable	3,4	1,35	31	31	30,0	30,0	116,1	75,3	48900	48900
sept-04	B12	3- fort	9,9	1,09	32	32	29,8	30,0	75,1	74,8	49400	49400
mars-05	B01	3- fort	4,0	2,62	45	45	26,0	26,0	94,9	83,6	64500	64900
mars-05	B02	3- fort	3,1	2,40	45	47	25,8	25,3	92,7	88,1	59000	63300
mars-05	B03	2- notable	4,2	2,44	46	47	25,2	25,2	84,4	85,6	60800	63200
mars-05	B04	1- léger	2,0	2,56	45	46	25,8	25,5	76,9	70,8	57900	62600
mars-05	B05	1- léger	4,9	2,14	44	45	25,1	25,1	75,9	61,9	60200	62300
mars-05	B06	0- étale	6,3	2,14	44	45	25,1	21,1	75,9	61,9	60200	62300
mars-05	B07	1- léger	3,8	1,60	41,5	42	25,6	25,2	88,6	72,5	57600	59400
mars-05	B08	2- notable	7,8	1,86	41	42	25,2	25,2	94,7	94,5	57900	58800
mars-05	B09	2- notable	2,5	1,80	41	42	25,2	25,0	88,4	94,1	55100	58200
mars-05	B10	1- léger	4,3	1,67	41,2	41,5	25,0	25,0	94,0	114,0	57100	57800
mars-05	B11	1- léger	2,2	1,38	40	41	24,8	24,8	90,8	95,0	57100	57600
mars-05	B12	1- léger	9,0	1,68	42	42	24,8	24,8	95,2	96,0	57400	57600
juin-05	B01	2- notable	3,1	2,10	46	48	32,2	29,6	55,6	49,4	68600	70000
juin-05	B02	2- notable	3,4	2,49	45	47	30,2	29,9	59,2	48,8	66700	67800
juin-05	B03	1- léger	5,0	2,60	46	47	30,2	30,0	53,8	50,4	65900	66600
juin-05	B04	0- étale	2,0	2,60	45	45	31,1	30,0	59,9	57,1	65000	65200
juin-05	B05	0- étale	3,9	2,18	45	45	30,1	29,0	60,7	59,0	64000	64000
juin-05	B06	0- étale	6,5	2,18	45	45	30,1	29,0	60,7	59,0	64000	64000
juin-05	B07	2- notable	8,2	2,03	42	44	30,3	30,1	78,1	63,9	61600	63000
juin-05	B08	2- notable	2,2	2,23	42	43	30,5	30,1	73,7	58,2	61400	63200
juin-05	B09	2- notable	4,7	2,19	42	43	30,5	30,5	70,5	59,4	61300	62600
juin-05	B10	1- léger	2,4	2,31	40	42	29,9	29,5	70,5	64,7	60500	61400
juin-05	B11	1- léger	3,8	2,30	41	41	30,0	30,0	66,5	65,2	58900	60700
juin-05	B12	1- léger	8,4	2,40	39	41	29,0	29,0	71,0	71,6	59200	60100

Annexe 2 : Richesse, effectif, biomasse, indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité pour chacun des 96 coups de pêche réalisés dans le bolon de Bamboung.

Relevé	Richesse	Effectif	Biomasse (g)	Diversité de Shannon	Equitabilité
1B01	16	905	163548	1,836	0,459
1B02	14	115	18167	2,579	0,677
1B03	6	12	1186	2,284	0,884
1B04	8	200	21241	2,101	0,700
1B05	9	37	2045	2,096	0,661
1B06	9	172	4758	1,316	0,415
1B07	9	261	7959	0,745	0,235
1B08	16	1020	98076	1,727	0,432
1B09	10	270	23566	1,858	0,559
1B10	11	61	2195	2,746	0,794
1B11	4	54	3704	1,731	0,865
1B12	0	0	0		
2B01	15	637	66672	2,468	0,632
2B02	12	109	15237	2,846	0,794
2B03	5	13	2658	1,823	0,785
2B04	12	112	3752	2,228	0,621
2B05	6	12	1237	2,252	0,871
2B06	8	43	16464	2,105	0,702
2B07	9	77	7710	2,477	0,781
2B08	4	11	1351	1,823	0,912
2B09	4	148	4591	0,738	0,369
2B10	10	47	2675	2,769	0,834
2B11	9	654	15263	0,437	0,138
2B12	6	118	3287	1,179	0,456
3B01	4	10	1052	1,357	0,678
3B02	5	18	2008	2,078	0,895
3B03	3	4	1125	1,500	0,946
3B04	7	19	1530	2,313	0,824
3B05	4	2405	22021	0,024	0,012
3B06	7	12	4050	2,585	0,921
3B07	8	701	7916	0,752	0,251
3B08	4	18	1778	1,658	0,829
3B09	6	31	2147	1,683	0,651
3B10	9	43	1819	2,101	0,663
3B11	14	110	3800	2,618	0,688
3B12	11	771	9793	1,149	0,332
4B01	6	22	7228	1,841	0,712
4B02	6	32	2038	1,865	0,721
4B03	4	32	6807	1,355	0,677
4B04	6	88	6561	1,150	0,445
4B05	10	217	20711	1,265	0,381
4B06	10	711	23558	0,695	0,209
4B07	12	121	4357	1,851	0,516
4B08	8	58	4390	2,157	0,719
4B09	11	119	9939	2,317	0,670
4B10	14	114	6825	2,908	0,764

4B11	12	1335	37074	1,426	0,398
4B12	8	695	9694	1,093	0,364
5B01	8	108	13579	2,255	0,752
5B02	3	5	955	1,371	0,865
5B03	1	3	899		
5B04	4	14	817	1,727	0,864
5B05	5	24	5045	1,612	0,694
5B06	6	47	5094	1,099	0,425
5B07	14	129	20733	2,767	0,727
5B08	10	121	7749	1,746	0,526
5B09	13	67	6596	2,866	0,774
5B10	7	98	2920	1,553	0,553
5B11	6	16	1836	2,225	0,861
5B12	6	11	237	2,413	0,934
6B01	5	7	1001	2,236	0,963
6B02	12	3593	89957	1,096	0,306
6B03	7	543	8337	0,293	0,104
6B04	10	48	6150	2,578	0,776
6B05	10	111	5242	1,900	0,572
6B06	2	3	1667	0,918	0,918
6B07	15	581	23455	2,380	0,609
6B08	10	28	4129	3,071	0,924
6B09	4	66	1534	1,385	0,692
6B10	6	11	4319	2,413	0,934
6B11	9	25	1521	2,140	0,675
6B12	14	1734	22372	1,396	0,367
7B01	1	41	9711		
7B02	5	9	21698	1,880	0,810
7B03	4	9	9072	1,975	0,987
7B04	4	41	6536	1,594	0,797
7B05	14	495	65277	1,996	0,524
7B06	10	584	24455	0,737	0,222
7B07	6	28	6804	2,323	0,899
7B08	14	33	14173	3,079	0,809
7B09	9	28	10243	2,839	0,896
7B10	7	58	2301	2,049	0,730
7B11	13	266	15244	2,934	0,793
7B12	10	699	29311	1,853	0,558
8B01	4	5	998	1,922	0,961
8B02	1	2	42	0,000	
8B03	3	6	2615	1,252	0,790
8B04	3	5	5702	1,522	0,960
8B05	8	32	4088	2,332	0,777
8B06	2	3	27	0,918	0,918
8B07	3	3	1128	1,585	1,000
8B08	5	8	2892	2,000	0,861
8B09	11	34	6059	3,108	0,898
8B10	5	24	4148	1,615	0,696
8B11	7	70	893	1,007	0,359
8B12	4	11	335	1,677	0,838

Annexe 3 : Evolution des effectifs par campagne pour chaque espèce.

Genre, espèce	mars-03	mai-03	oct-03	mars-04	mai-04	sept-04	mars-05	mai-05
<i>Acanthurus monroviae</i>		1					1	
<i>Albula vulpes</i>	1							
<i>Alectis alexandrinus</i>				12			6	
<i>Arius latiscutatus</i>	2	31	7	26	21	52	52	2
<i>Arius parkii</i>	5	17	13	53		69	17	
<i>Batrachoides liberiensis</i>	4	8	5	6		1	2	1
<i>Brachydeuterus auritus</i>			1	7		77		
<i>Caranx hippos</i>	2		1	2		1	1	
<i>Caranx rhonchus</i>						1		
<i>Caranx senegallus</i>	6	7	1	6	2	2	12	
<i>Chaetodipterus goreensis</i>	1							
<i>Chaetodipterus lippei</i>		1		1	39		2	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		646	8	190		1352	364	4
<i>Citarichthys stampflii</i>		2	4					1
<i>Cynoglossus monodi</i>			1					
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	5	5	4	3	1	3	1	2
<i>Dasyatis margarita</i>	1		6	4	5	5		2
<i>Dasyatis margaritella</i>	1				3		1	3
<i>Diplodus bellottii</i>						2		
<i>Drepane africana</i>			1			1		
<i>Elops lacerta</i>	11	20	4	28	6	5	113	
<i>Ephippion guttifer</i>	2	1	1	2	2	1	1	1
<i>Epinephelus aeneus</i>					2	1		
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	770	44	3067	920		2749	91	59
<i>Eucinosomus melanopterus</i>	80	95	48	197	92	48	138	27
<i>Fodiator acutus</i>	7			1	2			
<i>Galeoides decadactylus</i>		4	86	6	3	9	6	
<i>Gerres nigri</i>	92	87	43	191	148	117	139	13
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>		1	4			3		
<i>Hippocampus algiricus</i>	1							
<i>Ilisha africana</i>			68	4		192		1
<i>Lagocephalus laevigatus</i>		1						
<i>Lichia amia</i>							5	
<i>Liza dumerili</i>	1122	326		49	10	164	37	20
<i>Liza falcipinnis</i>	43	117	9	29	14	19	12	7
<i>Liza grandisquamis</i>	17	10		17	8	120	33	4
<i>Lutjanus dentatus</i>								1
<i>Lutjanus goreensis</i>			2		1	3	5	6
<i>Monodactylus sebae</i>	11	15	7	15	77	36	6	12
<i>Mugil bananensis</i>	37	71			11		19	
<i>Mugil cephalus</i>		10				1		
<i>Mugil curema</i>	213	116	7	6	9	22	18	7
<i>Oreynopsis unicolor</i>	1							
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	1		2	2	6	2	4	5
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	1	8		2		1	3	
<i>Pomadasys incisus</i>						7	9	
<i>Pomadasys jubelini</i>	6	30	4		16	64	97	1
<i>Pomadasys perotaei</i>			2	32		10		4

<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>			1			5	1	
<i>Pseudotolithus elongatus</i>			6			3		
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>			7					
<i>Sardinella aurita</i>					1			
<i>Sardinella maderensis</i>	537	285	722	1728	152	1593	1072	14
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	79	15			3	2		
<i>Scomberomorus tritor</i>				1				
<i>Sphoeroides spengleri</i>	2						1	2
<i>Sphyraena afra</i>					1		3	1
<i>Sphyraena guachancho</i>				2		3		
<i>Strongylura senegalensis</i>	3							
<i>Syngnathus pelagicus</i>		1						
<i>Tilapia guineensis</i>	32	6			2	3	3	1
<i>Trachinocephalus myops</i>								1
<i>Trachinotus ovatus</i>						1		
<i>Trachinotus teraia</i>				2	6		16	
<i>Tylosurus crocodilus</i>	11							1
Total	3107	1981	4142	3544	643	6750	2291	203

Annexe 4 : Evolution des biomasses (en g) par campagne pour chaque espèce.

Genre, espèce	mars-03	mai-03	oct-03	mars-04	mai-04	sept-04	mars-05	mai-05
<i>Acanthurus monroviae</i>		489					249	
<i>Albula vulpes</i>	17							
<i>Alectis alexandrinus</i>				10608			5572	
<i>Arius latiscutatus</i>	779	8616	1883	6896	6807	12293	17624	771
<i>Arius parkii</i>	2156	4371	2060	20165		18752	13814	
<i>Batrachoides liberiensis</i>	521	1207	897	1088		156	430	219
<i>Brachydeuterus auritus</i>			9	105		2335		
<i>Caranx hippos</i>	277		150	167		28	78	
<i>Caranx rhonchus</i>						18		
<i>Caranx senegallus</i>	261	998	23	4983	198	232	2225	
<i>Chaetodipterus goreensis</i>	26							
<i>Chaetodipterus lippei</i>		358		87	15215		1118	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		14148	151	429		9726	5465	182
<i>Citarichthys stampflii</i>		29	32					1
<i>Cynoglossus monodi</i>			8					
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	1014	1108	450	558	176	903	379	67
<i>Dasyatis margarita</i>	666		2420	1291	2746	4545		1311
<i>Dasyatis margaritella</i>	449				1330		345	1377
<i>Diplodus bellottii</i>						56		
<i>Drepane africana</i>			1			1		
<i>Elops lacerta</i>	2452	3853	859	7952	1807	1527	26495	
<i>Ephippion guttifer</i>	350	250	854	3611	2341	1904	1651	2500
<i>Epinephelus aeneus</i>					289	121		
<i>Ethmalosa fimbriata</i>	126305	4220	29822	26666		55403	13954	72
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	1560	1564	532	2712	1855	984	4007	531
<i>Fodiator acutus</i>	145			20	27			
<i>Galeoides decadactylus</i>		158	1715	283	156	336	260	
<i>Gerres nigri</i>	3037	2963	1604	10966	6978	2795	6423	549
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>		114	143			239		
<i>Hippocampus algiricus</i>	2							
<i>Ilisha africana</i>			1408	161		3930		6
<i>Lagocephalus laevigatus</i>		7						
<i>Lichia amia</i>							19700	
<i>Liza dumerili</i>	125650	34808		4120	1186	10750	2906	2709
<i>Liza falcipinnis</i>	3857	9825	1058	2464	1337	1147	1396	822
<i>Liza grandisquamis</i>	2886	1049		1558	1168	5954	2741	431
<i>Lutjanus dentatus</i>								2500
<i>Lutjanus goreensis</i>			1021		845	3478	7214	6579
<i>Monodactylus sebae</i>	781	862	634	1014	3841	1649	462	777
<i>Mugil bananensis</i>	4598	7330			985		1886	
<i>Mugil cephalus</i>		986				35		
<i>Mugil curema</i>	24641	13053	1043	701	1294	1000	1652	749
<i>Orcynopsis unicolor</i>	362							
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	367		2253	521	2537	2226	4511	1332
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	1575	14880		5750		727	13915	
<i>Pomadasys incisus</i>						159	606	
<i>Pomadasys jubelini</i>	5397	2750	1751		5478	4142	11889	504
<i>Pomadasys perotaei</i>			32	1472		1502		1286

<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>			265			890	649	
<i>Pseudotolithus elongatus</i>			258			980		
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>			563					
<i>Sardinella aurita</i>					20			
<i>Sardinella maderensis</i>	14834	6892	5140	20184	2417	17391	14580	187
<i>Sarotherodon melanotheron</i>	10082	2591			204	129		
<i>Scomberomorus tritor</i>				355				
<i>Sphoeroides spengleri</i>	24						8	42
<i>Sphyraena afra</i>					512		2790	2500
<i>Sphyraena guachancho</i>				260		117		
<i>Strongylura senegalensis</i>	1122							
<i>Syngnathus pelagicus</i>		1						
<i>Tilapia guineensis</i>	7962	1417			320	1098	1028	277
<i>Trachinocephalus myops</i>								18
<i>Trachinotus ovatus</i>						26		
<i>Trachinotus teraia</i>				2035	4391		26803	
<i>Tylosurus crocodilus</i>	2290							628
Total	346445	140897	59039	139182	66460	169684	214825	28927

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES I, II, III



Echantillonnage à la senne tournante



Sonde multiparamètre



Tilapia guineensis



Sarotherodon melanotheron



Ethmalosa fimbriata



Sardine maderensis



Galeoides decadactylus



Fodiator acutus



Liza dumerili



Cynoglossus senegalensis



Chloroscombrus chrysurus





Arius en incubation buccale



Polydactylus quadrifilis



Plectorhinchus macrolepis



Hippocampus algiricus



Ephippion guttifer



Monodactylus sebae