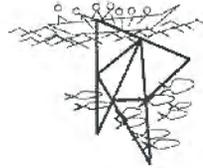




OCEANIUM
PROJET NAROU HEULEUK
Preservation des ressources halieutiques
AIRES MARINES PROTEGEES



**Institut de recherche
pour le développement**

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)

Jean-Jacques Albaret



Dakar, décembre 2003

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	2
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	6
2.1. Caractéristiques générales de l'aire protégée	6
2.2. Stratégie d'échantillonnage	7
2.3. Techniques d'échantillonnage	8
2.4. Nature des informations récoltées	10
2.4.1. Échantillons biologiques	10
2.4.2. Données hydrologiques	11
2.5. Méthodes d'analyse des données	11
3. RÉSULTATS	12
3.1. Environnement aquatique	13
3.1.1. Principaux paramètres physico-chimiques	13
3.2. Peuplements de poissons	15
3.2.1. Inventaire ichtyofaunistique, évaluation de la biodiversité	15
3.2.2. Richesse, diversité spécifique et équitabilité	17
Richesse spécifique	17
Indice de diversité de Shannon et équitabilité	19
3.2.3. Nature des peuplements	19
3.2.4. Evolution de l'abondance (biomasse et effectifs)	20
3.2.5. Distribution, zonation, organisation	21
3.3. Traits de vie des populations	27
3.3.1. Reproduction	27
Identification des espèces ayant une activité sexuelle dans l'AMP	27
Modalités de la reproduction des espèces les plus abondantes	29
Diversité des stratégies reproductives mises en oeuvre	32
3.3.2. Structures en tailles	33
4. CONCLUSIONS	36
5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	41
ANNEXES ET PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	42

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 ». Il a été proposé et est 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. Ces actions sont réalisées sur quatre sites "à vocation démonstrative" qui ont été choisis en concertation avec les artisans-pêcheurs professionnels des zones concernées.

Ces quatre sites pilotes présentent des problématiques spécifiques :

1. La zone des carrières à Dakar pour la lutte contre la pêche à l'explosif
2. Le secteur littoral de Rufisque à Bargny pour les problèmes de captures à la senne de plage
3. Le secteur littoral de Mbour pour les problèmes de conservation de la biodiversité marine et de capture des juvéniles.
4. La zone du Sine Saloum pour les problèmes de capture des juvéniles et la protection des milieux sensibles de mangrove.

Le projet prévoit :

1. Des actions de préservation de la ressource : zones de défends, surveillance, mise en place de récifs artificiels, pose de DCP.
2. Des actions de sensibilisation et de concertation.
3. La mise en place d'activités économiques compensatrices

4. La mesure des impacts par un suivi scientifique.

Les résultats présentés dans ce rapport concernent le site 4, le Sine Saloum, et le type d'action 4, la mesure des impacts par un suivi scientifique. Ils ont été obtenus dans le cadre d'une étude de caractérisation de l'état de référence de l'aire marine protégée du bolon du Bamboung (13°50'N, 16°33'W), dans le delta du Sine Saloum, à environ 130 km au sud-est de Dakar au Sénégal (Figure 1).

Le Sénégal dispose d'une côte de 718 kilomètres de long, d'une zone économique exclusive (ZEE) de 60 000 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 500 000 ton, un chiffre d'affaires d'environ 200 milliards de francs CFA et plus de 110 000 tonnes exportées chaque année, 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.

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 (AMP). Le choix du bolon du 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 artisans-pêcheurs. Outre les activités de protection et de suivi scientifique, il est également prévu de

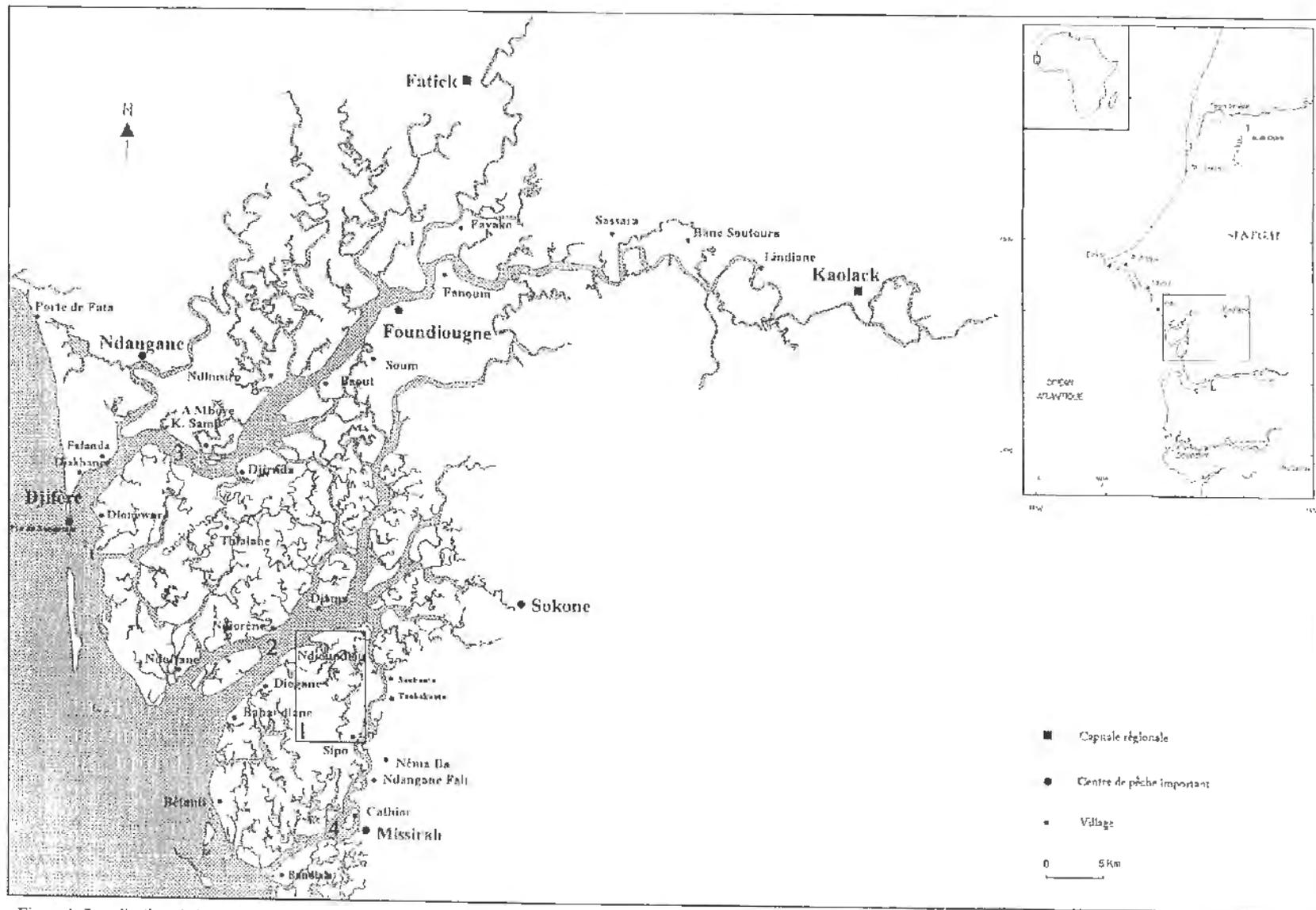


Figure 1 Localisation de la zone du bolon du Bamboung (1), du fleuve Diombos (2), du fleuve Saloum (3) et du Bandiara (4).

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 nécessaire d'en établir « l'état de référence ». L'objectif de ce premier volet était donc de fournir des éléments permettant de décrire de manière aussi simple et synthétique que possible l'ichtyofaune dans son état actuel avant sa mise effective en AMP (avril 2003). 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 psu en amont de Foundiougne) et, dans certains secteurs, en amont de Kaolack, la salinité peut atteindre 130 psu, soit plus de 3 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 » tirés 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 cette étude de référence, d'effectuer un suivi annuel permettant de caractériser l'évolution saisonnière du peuplement de poissons et de l'environnement.

Des études récentes (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.

Cette étude a été réalisée 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). Elle s'inscrit dans le cadre du projet "Narou Heuleuk" (la part de demain), qui est piloté par l'Océanium et financé par le Fonds Français de l'Environnement Mondial (FFEM).

2. Matériel et méthodes

2.1. Caractéristiques générales de l'aire protégée

Situé dans l'estuaire du Sine-Saloum (Figure 1), le bolon du 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 2) :

- Une aire marine centrale, essentiellement constituée par le bolon du 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 ichthyologiques et le reste du réseau des chenaux du delta du Sine-Saloum où l'exploitation est libre.

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

2.2. Stratégie d'échantillonnage

A notre connaissance, il n'existait pas de données scientifiques récentes, précises et spécifiques sur le peuplement ichthyologique du bolon du Bamboung avant son classement en AMP. 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. Sur cette base, douze sites d'échantillonnage représentant divers types de biotopes rencontrés dans le bolon de Bamboung ont été sélectionnés (Figure 2). 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 zone-station que se font, à chaque campagne, les prélèvements et les mesures des principaux paramètres physico-chimiques de l'environnement aquatique. Les emplacements d'échantillonnage ichthyologique et les stations hydrologiques sont repérés au moyen d'un GPS.

Afin d'appréhender l'effet de la succession des saisons sur les peuplements par les variations de paramètres de l'environnement qu'elle induit, un cycle saisonnier complet a été couvert par la réalisation de trois campagnes réparties selon le calendrier suivant :

Bamboung 01 : mars 2003 (saison sèche fraîche)

Bamboung 02 : mai 2003 (saison sèche chaude, maximum théorique de salinité)

Bamboung 03 : octobre 2003 (fin de saison des pluies, minimum théorique de salinité)

2.3. Techniques d'échantillonnage

Les pêches d'échantillonnage ont été réalisées à la senne tournante coulissante (longueur 250 m, hauteur 20 m, maille 14 mm), méthode permettant une bonne reproductibilité de l'échantillonnage dans des milieux très variés et une récolte de matériel biologique en bon état (Figure 3). Utilisée à l'aveugle, sans recherche de bancs de poissons, et en utilisant 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 techniciens supérieurs (1 ISRA et 1 IRD) et un stagiaire. Les moyens navigants consistent en un catamaran de recherche, le Diassanga, à la fois laboratoire flottant et base vie, d'une coque en résine de 7m 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.

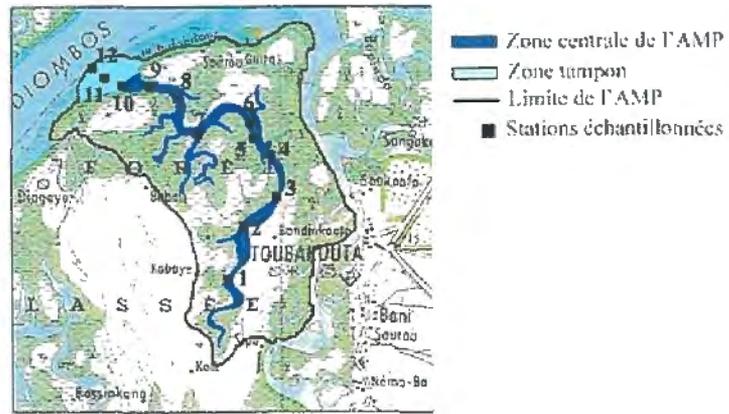


Figure 2. Carte de l'AMP du bolou du Bamboou.



Figure 3. Echantillonnage à la senne tournante coulissante.



Figure 4. Tri et Détermination des espèces.

2.4. Nature des informations récoltées

2.4.1. Échantillons biologiques

Les échantillons récoltés ont été intégralement triés à l'espèce (Figure 4), 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 5).

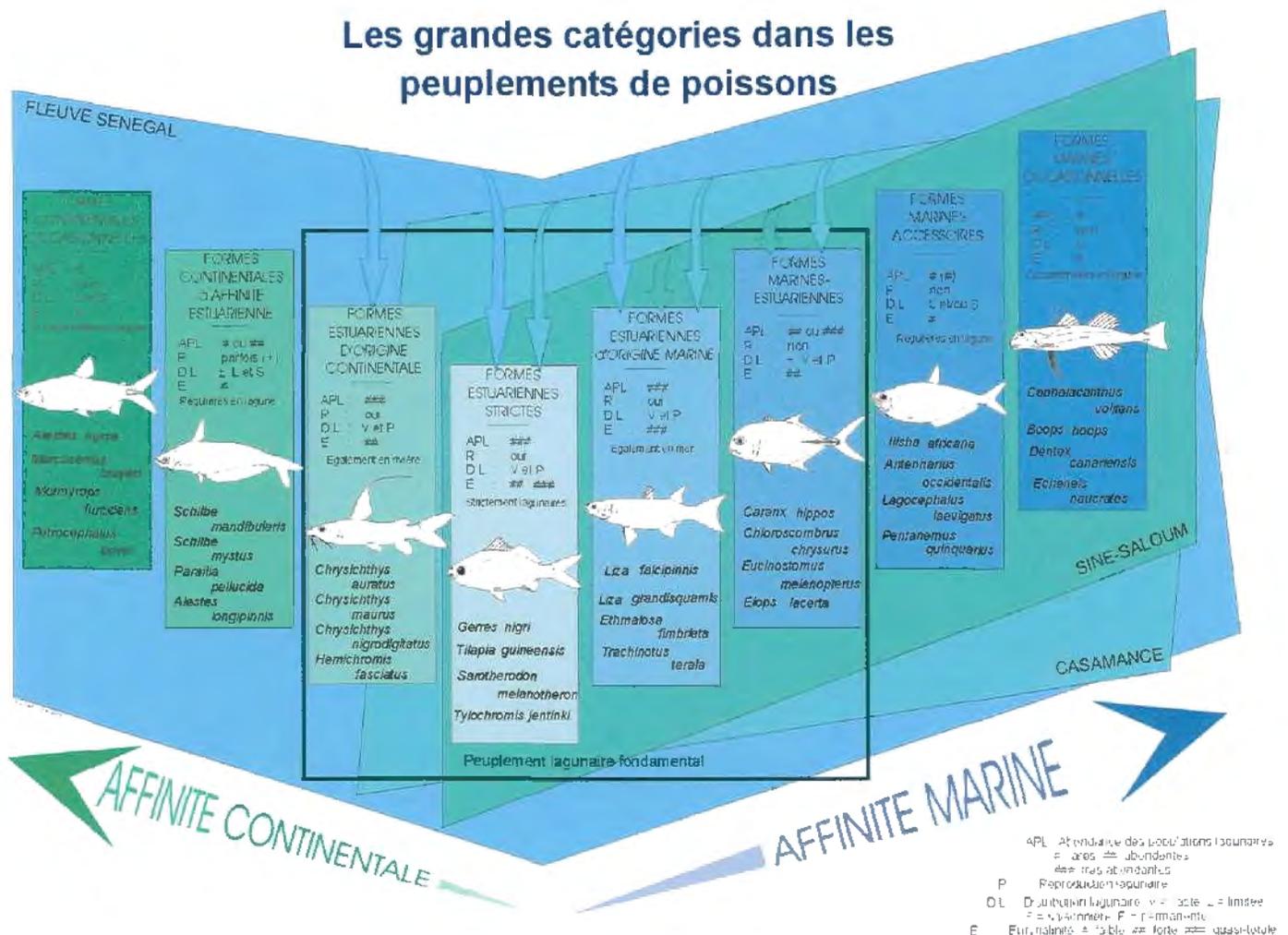


Figure 5 : Les grandes catégories écologiques dans les peuplements de poissons d'Afrique de l'Ouest (d'après J.J. Albaret 1999).

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.

2.4.2. 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 multiparamètre) et la turbidité mesurée par la profondeur de disparition du disque de Secchi (diamètre 30 cm).

2.5. Méthodes d'analyse des données

Après une étude descriptive simple, les données concernant les peuplements ont été traitées par deux méthodes complémentaires: des indices synthétiques (richesse spécifique, indice de diversité de Shannon, équitabilité), des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC). L'AFC, méthode couramment utilisée en écologie pour le traitement des tableaux espèces-relevés, a pour but de décrire de manière globale les peuplements et leur organisation (Benzécri, 1973). Les indices synthétiques (indice de diversité et équitabilité) permettent d'appréhender le degré d'organisation des communautés et la qualité de cette organisation (Legendre & Legendre, 1984). La diversité spécifique peut être mesurée par différents indices. Nous avons choisi

l'indice de Shannon, déjà utilisé par Diouf (1996) pour l'étude de l'estuaire du Sine-Saloum. Les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 1997).

3. Résultats

Programme réalisé : Les opérations scientifiques prévues pour décrire l'état de référence environnemental et ichthyologique de l'Aire protégée ont été réalisées dans leur intégralité. Les trois saisons caractéristiques de l'hydroclimat ont été couvertes (saison sèche fraîche, saison sèche chaude, fin de saison des pluies). La zone prospectée comprend toute la partie susceptible d'être échantillonnée à la senne tournante, elle s'étend du Diomboss (station 12, en limite externe de la zone tampon) à l'extrême amont du bolon (station 1, voir la carte présentée à la figure 2). Au-delà de cette station les relevés effectués lors de la mission préliminaire ont montré que la profondeur (en général inférieure à 1,50 m à marée haute) était insuffisante pour la navigation et l'utilisation de la senne tournante. Une grande variété de situations écologiques ont été échantillonnées afin d'obtenir l'inventaire ichthyofaunistique le plus complet possible (chenal central, rives droite et gauche, proximité immédiate de la mangrove, bancs sablo-vaseux, zone dépourvue de mangrove, profondeurs de 2 à 11.5 m ...)

Au total trente-six coups de pêche à la senne tournante et autant de stations hydrologiques ont été réalisés. La localisation des stations de pêche d'échantillonnage est présentée à la figure 2. Les caractéristiques principales de ces stations et des coups de pêche qui y ont été réalisées sont présentées au tableau I.

Tableau I: Positions et caractéristiques des stations d'échantillonnages et des coups de pêche

Campagne1							
Station	Coup	Latitude	Longitude	Profond. (m)	Date	Heure début	Qualité
1	1	+ 13:46:30	- 016:31:27	4,1	11/03/03	10:23	1- coup réussi
2	2	+ 13:47:31	- 016:30:95	7,3	11/03/03	12:09	1- coup réussi
3	3	+ 13:47:87	- 016:30:29	5,4	11/03/03	13:56	1- coup réussi
4	4	+ 13:48:85	- 016:30:59	5,4	11/03/03	14:44	1- coup réussi
5	5	+ 13:48:95	- 016:30:79	8,3	11/03/03	15:58	1- coup réussi
6	6	+ 13:49:16	- 016:30:80	6,6	11/03/03	16:25	1- coup réussi
7	7	+ 13:49:64	- 016:31:16	8,6	12/03/03	8:53	1- coup réussi
8	8	+ 13:49:12	- 016:31:70	6,1	12/03/03	9:52	1- coup réussi
9	9	+ 13:49:62	- 016:32:11	5	12/03/03	10:53	1- coup réussi
10	10	+ 13:49:94	- 016:32:95	2,8	12/03/03	11:54	1- coup réussi
11	11	+ 13:50:15	- 016:33:51	4,8	12/03/03	12:53	1- coup réussi
12	12	+ 13:50:22	- 016:33:93	11	12/03/03	13:33	1- coup réussi

Campagne2							
Station	Coup	Latitude	Longitude	Profond. (m)	Date	Heure début	Qualité
12	1	+ 13:50:19	- 016:33:91	11,5	20/05/03	9:13	1- coup réussi
11	2	+ 13:50:07	- 016:33:49	4,2	20/05/03	10:13	1- coup réussi
10	3	+ 13:49:93	- 016:32:94	3,2	20/05/03	12:56	1- coup réussi
9	4	+ 13:49:59	- 016:32:12	4,4	20/05/03	14:39	1- coup réussi
8	5	+ 13:49:10	- 016:31:71	8,5	20/05/03	15:38	1- coup réussi
7	6	+ 13:49:63	- 016:31:15	4,1	21/05/03	8:26	1- coup réussi
6	7	+ 13:49:14	- 016:30:82	5,7	21/05/03	9:33	1- coup réussi
5	8	+ 13:48:96	- 016:30:78	6,6	21/05/03	11:11	1- coup réussi
4	9	+ 13:48:62	- 016:30:46	2,1	21/05/03	12:09	3- coup récupéré
3	10	+ 13:47:87	- 016:30:29	5,7	21/05/03	13:02	1- coup réussi
1	11	+ 13:46:28	- 016:31:28	2,4	22/05/03	8:43	1- coup réussi
2	12	+ 13:47:32	- 016:30:95	4,6	22/05/03	9:57	1- coup réussi

Campagne3							
Station	Coup	Latitude	Longitude	Profond. (m)	Date	Heure début	Qualité
12	1	+ 13:50:22	- 016:33:61	7,8	15/10/03	8:51	1- coup réussi
11	2	+ 13:50:12	- 016:33:50	5,3	15/10/03	10:28	1- coup réussi
10	3	+ 13:49:93	- 016:32:90	3,4	15/10/03	11:21	1- coup réussi
9	4	+ 13:49:61	- 016:32:10	5,3	15/10/03	12:19	1- coup réussi
8	5	+ 13:49:14	- 016:31:69	2,8	15/10/03	13:16	1- coup réussi
7	6	+ 13:49:64	- 016:31:15	9,2	15/10/03	14:05	1- coup réussi
6	7	+ 13:49:19	- 016:30:84	7,1	16/10/03	9:11	1- coup réussi
5	8	+ 13:48:95	- 013:30:78	7	16/10/03	9:48	1- coup réussi
4	9	+ 13:48:81	- 016:30:56	5,9	16/10/03	10:40	1- coup réussi
3	10	+ 13:47:86	- 016:30:29	5	16/10/03	11:40	1- coup réussi
2	11	+ 13:47:30	- 016:30:94	6,5	16/10/03	12:58	1- coup réussi
1	12	+ 13:46:27	- 016:31:24	4,2	16/10/03	13:46	1- coup réussi

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 I, II et III. Les variations des principaux paramètres environnementaux ayant une influence majeure sur la composition, la structure et la dynamique des peuplements de poissons estuariens (salinité, transparence, température) sont décrites ci-dessous pour chacune de ces campagnes.

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. Lors

de la première campagne d'échantillonnage en saison sèche "fraîche" (mars 2003), la salinité de fond atteignait un maximum de 52 psu dans la station la plus en amont du bolon. Les valeurs étaient ensuite décroissantes en se rapprochant de l'embouchure, atteignant un minimum de 40 en surface pour les stations 9, 10, 11, 12. Le profil relevé en mai caractérisant la saison sèche "chaude" présente la même décroissance amont-aval. Les valeurs relevées lors de la seconde campagne sont, en moyenne, légèrement supérieures, mais restent sensiblement dans la même gamme (de 40 à 52 en mars, de 41 à 51 en mai). En octobre, en revanche, les salinités enregistrées se situent dans une gamme beaucoup plus basse, de 28 à 30 psu et le gradient aval-amont n'est plus réellement marqué. Quelle que soit la saison les différences entre les salinités de surface et de fond sont minimales (maximum 4 psu en mars, le plus souvent inférieures ou égales à 1 psu) 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 Bamboing, 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).

En mars, les valeurs de transparence mesurées sont croissantes de l'amont vers l'aval et atteignent au niveau de l'embouchure des valeurs extrêmement élevées pour un milieu estuarien (de l'ordre de 3 m à 3,70 m). Au mois de mai, le profil est inversé. Les valeurs maximales ne dépassent pas 2,50 m et la transparence moyenne est nettement plus faible (1,85 m contre 2,80 m en mars). En fin de saison des pluies (octobre), les eaux sont plus turbides (moyenne de 1,60 m) mais surtout la gamme des variations est importante (de 0,89 m en station 11 à 1,95 en station 5). Il n'y a, à cette époque, pas de gradient longitudinal de transparence dans le bolon mais une variabilité spatiale importante : des stations voisines montrent des différences de transparence pouvant presque atteindre 1 m (cas des stations 11 et 12, par exemple). Cette situation traduit un mauvais mélange de masses d'eaux d'origine différente qui induit une forte variabilité spatio-temporelle de la transparence.

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). Les températures mesurées au mois de mai sont, en moyenne, supérieures de 2,5°C à celles de la précédente campagne. C'est en octobre que les températures relevées sont les plus élevées atteignant 31.8 en surface (station 1) pour une moyenne de 30.9 en surface et 30.6 au fond. 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 en mars et en mai que ce soit en surface ou au fond (en général toujours largement supérieur à 60%). En octobre la partie inférieure du bolon est toujours fortement oxygénée alors que la partie amont, au-delà de la station 6, présente des valeurs inférieures (de l'ordre de 50%) à ce qui est observé le reste de l'année. 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.

3.2. Peuplements de poissons

3.2.1. Inventaire ichthyofaunistique, évaluation de la biodiversité

Au total 51 espèces de poissons ont été capturées à la senne tournante dans le bolon (Tableau II). Lors de la première campagne, 33 espèces de poissons ont été identifiées, parmi elles 12 n'ont pas été observées lors de la seconde campagne. Le nombre d'espèces recensées pendant la deuxième campagne (mai 2003) est légèrement inférieur avec 30 espèces, dont 9 qui ne figurent pas dans le premier relevé. En octobre la richesse globale demeure sensiblement la même avec un total de 31 espèces de poissons dont 9 n'ont été capturés qu'en cette saison, particulièrement les trois Scianidae.

Tableau II. Liste et classification systématique des espèces capturées dans Bamboung lors des 3 campagnes. Catégories écologiques : Es = Estuarienne stricte, Em = Estuarienne d'origine marine, ME = Marine Estuarienne, Ma = Marine accessoire, Mo = Marine occasionnelle.

Ordre	Famille	Genre, espèce	Code	Catégorie	Campagne
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	AVU	Mo	1
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides liberiensis</i>	BLI	Ma	1,2,3
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura senegalensis</i>	BES	Em	1
	Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	TCR	Mo	1
	Exocoetidae	<i>Fodiator acutus</i>	FAC	Ma	1
	Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	HBR	Em	2,3
Clupéiformes	Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	EFI	Em	1,2,3
	Clupeidae	<i>Ilisha africana</i>	IAF	Em	3
	Clupeidae	<i>Sardinella maderensis</i>	SEB	ME	1,2,3
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops lacerta</i>	ELA	ME	1,2,3
Perciformes	Acanthuridae	<i>Acanthurus monroviae</i>	AMO	Mo	2
	Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	CHI	ME	1,3
	Carangidae	<i>Caranx senegallus</i>	CAS	ME	1,2,3
	Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHL	ME	2,3
	Cichlidae	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	THE	Es	1,2
	Cichlidae	<i>Tilapia guineensis</i>	TGU	Es	1,2
	Drepaneidae	<i>Drepane africana</i>	DAF	ME	3
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus goreensis</i>	CHG	Mo	1
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus lippei</i>	CLI	Ma	2
	Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	GME	ME	1,2,3
	Gerreidae	<i>Gerres nigri</i>	GNI	Es	1,2,3
	Haemulidae	<i>Brachydeuterus auritus</i>	BAU	ME	3
	Haemulidae	<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	PLM	Em	1,3
	Haemulidae	<i>Pomadasys jubelini</i>	PJU	Em	1,2,3
	Haemulidae	<i>Pomadasys perotaei</i>	PPE	Em	3
	Lutjanidae	<i>Lutjanus goreensis</i>	LGO	Ma	3
	Monodactylidae	<i>Monodactylus sebae</i>	PSB	Es	1,2,3
	Mugilidae	<i>Liza dumerili</i>	LDU	Em	1,2
	Mugilidae	<i>Liza falcipinnis</i>	LFA	Em	1,2,3
	Mugilidae	<i>Liza grandisquamis</i>	LGR	Em	1,2
	Mugilidae	<i>Mugil bananensis</i>	MBA	ME	1,2
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	MCE	ME	2	
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	MCU	Em	1,2,3	
Polynemidae	<i>Galeoides decadactylus</i>	GDE	ME	2,3	
Polynemidae	<i>Polydactylus quadrifilis</i>	POQ	ME	1,2	
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus brachygnathus</i>	PBR	ME	3	
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus elongatus</i>	PEL	Em	3	
Sciaenidae	<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	PSN	Ma	3	
Scombridae	<i>Oreocynops unicolor</i>	OUN	Mo	1	
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus monodi</i>	CYM	Mo	3
	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus senegalensis</i>	CYS	Em	1,2,3
	Paralichthyidae	<i>Citarichthys stampflii</i>	CST	Em	2,3
Rajiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis margarita</i>	DMA	Em	1,3
	Dasyatidae	<i>Dasyatis margaritella</i>	DAM	Em	1
Siluriformes	Ariidae	<i>Arius latiscutatus</i>	AGA	ME	1,2,3
	Ariidae	<i>Arius parkii</i>	ARP	ME	1,2,3
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Hippocampus algiricus</i>	HPU	Ma	1
	Syngnathidae	<i>Syngnathus pelagicus</i>	SPE	Ma	2
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Ephippion guttifer</i>	EGU	ME	1,2,3
	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	LLA	Ma	2
	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>	SSP	Mo	1

Deux crustacés, la crevette pénéide *Penaeus notialis*, et le crabe *Callinectes latimanus* ont figuré régulièrement dans les captures de la senne tournante. Deux mollusques ont été également, occasionnellement, capturés : le yect (*Cymbium sp*) et la seiche *Sepia sp*). Deux espèces de poissons ne figurant pas dans les captures des pêches d'échantillonnage ont néanmoins été observées dans le bolon de Bamboung. Il s'agit du périophtalme, *Periophtalmus papilio*, observé sur les bancs de vase et les racines de palétuvier et du « thiof », *Epinephelus aenus*, présent dans le Sine Saloum sous sa forme juvénile dans, ou à proximité immédiate de la mangrove et donc peu accessible à la senne tournante.

3.2.2 Richesse, diversité spécifique et équitabilité

Richesse spécifique

La richesse spécifique globale reste stable au cours du cycle saisonnier avec respectivement 33, 30 et 31 espèces capturées lors des trois campagnes.

Lors de la première campagne, les plus fortes richesses spécifiques ont été observées pour les stations 1 et 8 avec 16 espèces de poissons capturées, suivie des stations 2, 10, 9, avec respectivement 14, 12 et 10 espèces (Tableau III).

Au mois de mai, la richesse spécifique maximale est légèrement inférieure à celle de mars avec 15 espèces de poissons capturées en station 1 (Tableau IV).

En octobre (Tableau V), on assiste à une inversion en ce qui concerne la richesse spécifique. Les stations présentant le plus grand nombre d'espèces (stations 11 et 12) se situent en aval du bolon (dans la zone tampon). La plus grande richesse spécifique est notée en station 11 avec 17 espèces capturées. Contrairement à ce qui a été observé en saison sèche, c'est en amont que sont observées les plus faibles richesses avec respectivement 4, 5 et 3 espèces aux stations 1 (jusqu'à là la plus riche), 2 et 3. D'une manière générale, on observe une très forte variabilité du nombre d'espèces pour les stations situées au niveau de l'embouchure (stations 11 et 12) et dans la partie aval du bolon (stations 8, 9).

Tableau III. Abondance, richesse spécifique, diversité spécifique et équitabilité par station lors de la première campagne (mars 2003).

Station	Abondance	Richesse	Shannon	Équitabilité
1	905	16	1,836	0,459
2	115	14	2,579	0,677
3	12	6	2,284	0,884
4	200	8	2,101	0,7
5	37	9	2,096	0,661
6	172	9	1,316	0,661
7	261	9	0,745	0,235
8	1020	16	1,727	0,432
9	270	10	1,858	0,559
10	62	12	2,821	0,787
11	54	4	1,731	0,865
12	0	0		
Moyenne	259	9	1,758	0,577

Tableau IV. Abondance, richesse spécifique, diversité spécifique et équitabilité par station lors de la deuxième campagne (mai 2003).

Station	Abondance	Richesse	Shannon	Équitabilité
1	637	15	2,468	0,632
2	109	12	2,846	0,794
3	13	5	1,823	0,785
4	114	12	2,228	0,621
5	12	6	2,252	0,871
6	44	8	2,105	0,702
7	77	9	2,477	0,781
8	11	4	1,823	0,912
9	149	4	0,738	0,369
10	47	10	2,769	0,834
11	654	9	0,437	0,138
12	118	6	1,179	0,456
Moyenne	165	8	1,93	0,66

Tableau V. Abondance, richesse spécifique, diversité spécifique et équitabilité par station lors de la troisième campagne (octobre 2003).

Station	Abondance	Richesse	Shannon	Équitabilité
1	10	4	1,357	0,678
2	18	5	2,078	0,895
3	4	3	1,500	0,946
4	19	7	2,314	0,824
5	2405	4	0,024	0,012
6	12	7	2,585	0,921
7	701	8	0,752	0,251
8	18	4	1,658	0,829
9	31	6	1,683	0,651
10	43	9	2,101	0,663
11	110	14	2,618	0,688
12	771	11	1,149	0,332
Moyenne	345	7	1,65	0,64

Indice de diversité de Shannon et équitabilité

C'est dans les stations les plus proches de l'embouchure du bolon que l'on observe la plus forte variabilité de ces deux indices (Tableaux III, IV, V). C'est en octobre que le peuplement de certaines stations apparaît le plus déséquilibré. Les valeurs particulièrement faibles de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité traduisent des distributions d'abondances très déséquilibrées (voir aussi §3.2.4) et des peuplements peu structurés et fortement inorganisés.

3.2.3. Nature des peuplements

L'absence d'espèces d'origine dulçaquicole et donc des catégories écologiques de l'axe « continental » du schéma général d'organisation des peuplements estuariens d'Afrique de l'Ouest (Figure 5) confirme la prédominance de l'influence marine dans l'estuaire du Sine-Saloum. Les catégories écologiques les plus importantes dans le bolon du Bamboung sont Em (Estuariennes d'origine marine) et ME (Marines-Estuariennes) représentées toutes deux par 16 espèces (Figure 6). 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).

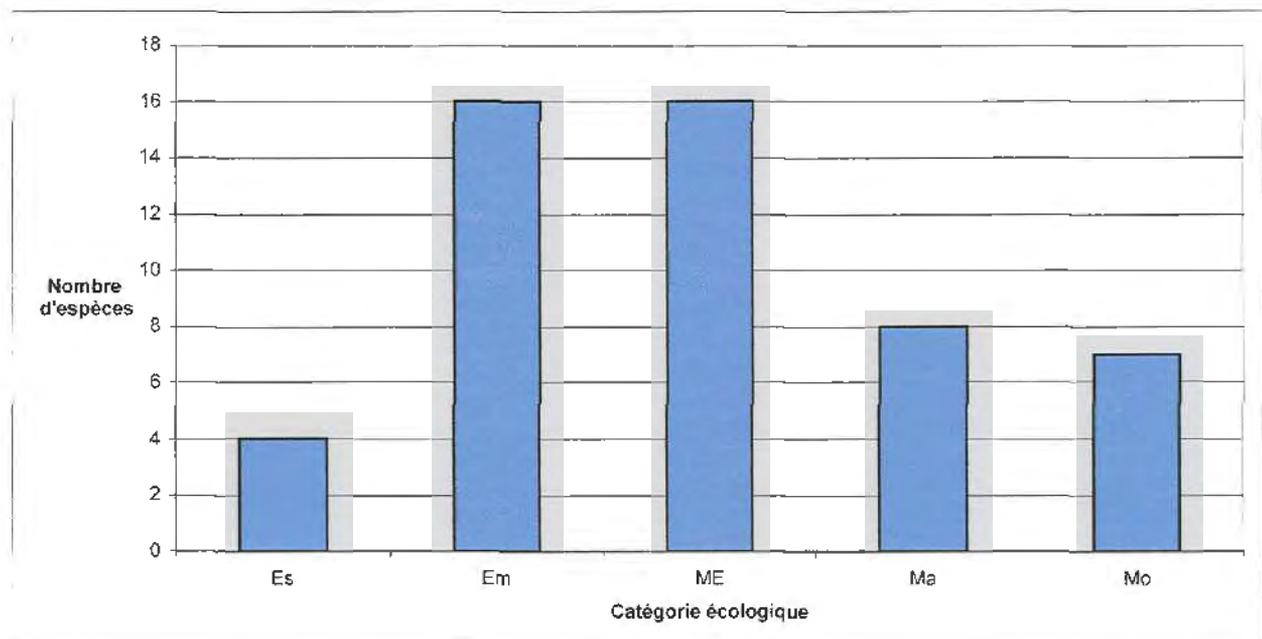


Figure 6 : Répartition par catégorie écologique des 51 espèces capturées dans le bolon de Bamboung. Es = Estuarienne stricte, Em = Estuarienne d'origine marine, ME = Marine Estuarienne, Ma = Marine accessoire, Mo = Marine occasionnelle.

La figure 7 ne montre pas d'influence nette du cycle saisonnier sur la proportion des catégories écologiques. On peut cependant noter que la domination des catégories Em et ME est sensiblement accentuée en octobre.

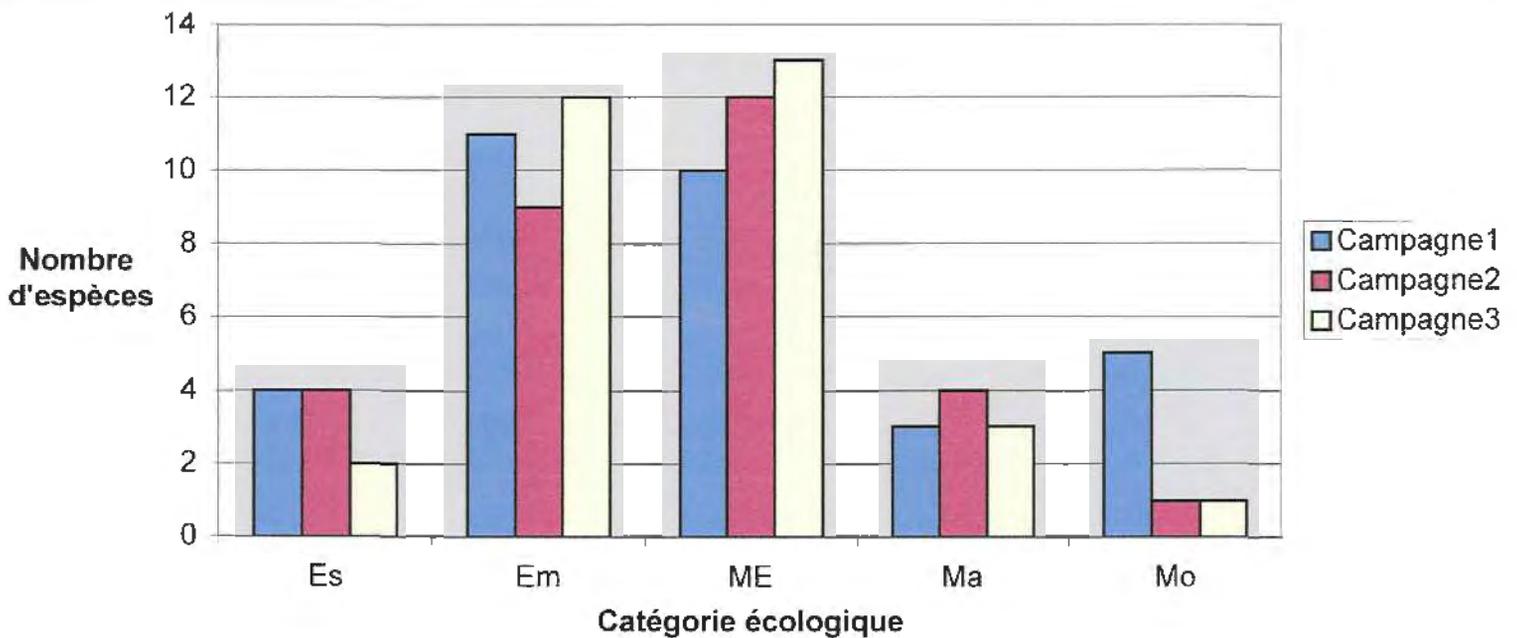


Figure 7 : Proportion des catégories écologiques dans le peuplement dans l'AMP aux 3 saisons caractéristiques. Es = Estuarienne stricte, Em = Estuarienne d'origine marine, ME = Marine Estuarienne, Ma = Marine accessoire, Mo = Marine occasionnelle.

3.2.4. Evolution de l'abondance (biomasse et effectifs)

Au mois de mars quatre espèces sont largement dominantes et représentent à elles seules environ 85% des effectifs et de la biomasse totale (Tableau VI). L'espèce la plus abondante, *Liza dumerili* (rang 2 en biomasse) se répartit sur l'ensemble du bolon mais est absente des stations situées à son embouchure (10, 11, 12). Viennent ensuite deux Clupeidae, *Ethmalosa fimbriata*, *Sardinella maderensis* respectivement au rang 1 et 4 en biomasse et un mullet, *Mugil curema*, qui vient au 3^e rang en biomasse.

Au mois de mai trois de ces espèces sont encore dominantes (exceptée *Ethmalosa fimbriata*) mais moins abondantes (Tableau VI). L'espèce la plus abondante *Chloroscombrus chrysurus*, carangidae présent essentiellement sous sa forme juvénile, absente lors de la première campagne, se localise essentiellement dans les deux stations situées à l'embouchure du bolon.

En fin de saison des pluies, les clupeidae pélagiques *Ethmalosa fimbriata* et *Sardinella maderensis* sont largement dominants avec respectivement plus de 3000 et plus de 700 individus.

Cela est en grande partie dû à la présence de bancs importants dans le bolon à cette époque (aux stations 5 et 7 notamment). *Galeoides decadactylus*, *Ilisha africana* (absent lors des précédentes campagnes) et les deux gerreidae, *Gerres nigri* et *Eucinostomus melanopterus*, viennent ensuite mais en effectifs réduits. Si, en octobre le nombre de poissons capturés toutes espèces confondues (4168), est supérieur à ceux des deux campagnes de saison sèche (respectivement 3107 et 1981), la biomasse globale prélevée est en revanche beaucoup plus faible : environ 59,7 kg contre 346,5 kg en mars et 140,9 en mai. L'abondance d'ethmaloses et de sardinelles juvéniles (LF<10 cm) dans le bolon en fin de saison des pluies en est la raison principale. Les ethmaloses d'un poids moyen de 9,7 g représentent 73% des effectifs pour seulement 49,9% de la biomasse et les sardinelles d'un poids moyen de 7,1 g représentent 17,3% des effectifs pour 8,6% de la biomasse totale.

3.2.5 Distribution, zonation, organisation

L'étude de la structure spatiale des peuplements a été réalisée par des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) sur le tableau des effectifs puis des biomasses, transformés en $\log(x+1)$, afin de stabiliser les variances qui peuvent être très importantes dans le cas de poissons occasionnellement capturés en bancs de plusieurs centaines d'individus. Par ailleurs, il a été montré que dans des milieux comme le Sine-Saloum où les structures en tailles sont peu étalées, l'utilisation des effectifs ou celle des biomasses dans les analyses multivariées conduisent à des résultats très proches (Bianchi & Tore, 1992 ; Simier, com. pers.). Aussi avons-nous choisi d'utiliser uniquement les effectifs transformés en $\log(x+1)$.

Pour la première campagne (Annexe IV), l'AFC a porté sur une matrice de 11 lignes (coups de pêche) et 33 colonnes (les espèces de poissons uniquement) (Annexe V). Le coup de pêche de la station 12 étant vide, nous l'avons supprimé. Les deux premiers axes qui extraient 42% de l'inertie totale ont été retenus pour l'interprétation. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 26% et 16% de l'inertie totale.

Tableau VI. Abondance, pourcentage d'abondance, biomasse et pourcentage de biomasse pour les 51 espèces de poissons pêchées au cours de la première (à gauche), de la seconde (à droite) et de la troisième campagne (page suivante).

Code	Catégorie	Occurrence	Abondance	% Abondance	Biomasse (g)	% Biomasse
AGA	ME	1	2	0,1	779	0,2
ARP	ME	2	5	0,2	2156	0,6
AVU	Mo	1	1	0,0	17	0,0
BES	Em	1	3	0,1	1122	0,3
BLI	Ma	4	4	0,1	521	0,2
CAS	ME	2	6	0,2	261	0,1
CHG	Mo	1	1	0,0	26	0,0
CHI	ME	1	2	0,1	277	0,1
CYS	Em	3	5	0,2	1074	0,3
DAM	Em	1	1	0,0	449	0,1
DMA	Em	1	1	0,0	666	0,2
EPI	Em	8	770	24,8	126305	36,5
EGU	ME	2	2	0,1	350	0,1
ELA	ME	2	11	0,4	2452	0,7
FAC	Ma	1	7	0,2	145	0,0
GME	ME	10	80	2,6	1560	0,5
GNI	Es	11	92	3,0	3037	0,9
HPU	Ma	1	1	0,0	2	0,0
LDU	Em	9	1122	36,2	125650	36,3
LFA	Em	9	43	1,4	3857	1,1
LGR	Em	3	17	0,5	2886	0,8
MBA	ME	4	37	1,2	4598	1,3
MCU	Em	8	213	6,9	24641	7,1
OUN	Mo	1	1	0,0	362	0,1
PJU	Em	2	6	0,2	5397	1,6
PLM	Em	1	1	0,0	367	0,1
POQ	ME	1	1	0,0	1575	0,5
PSB	Es	3	11	0,4	781	0,2
SEB	ME	10	537	17,3	14834	4,3
SSP	Mo	2	2	0,1	24	0,0
TCR	Mo	2	11	0,4	2290	0,7
TGU	Es	2	32	1,0	7962	2,3
THE	Es	2	79	2,5	10082	2,9
Total			3107		346505	

Code	Catégorie	Occurrence	Abondance	% Abondance	Biomasse (g)	% Biomasse
AGA	ME	6	31	1,6	8616	6,2
AMO	Mo	1	1	0,1	489	0,4
ARP	ME	2	17	0,9	4371	3,2
BLI	Ma	2	8	0,4	1207	0,9
CAS	ME	3	7	0,4	998	0,7
CHL	ME	4	646	32,6	14148	10,2
CLI	Ma	1	1	0,1	358	0,3
CST	Em	2	2	0,1	29	0,0
CYS	Em	5	5	0,3	1108	0,8
EPI	Em	8	44	2,2	4220	3,1
EGU	ME	1	1	0,1	250	0,2
ELA	ME	3	20	1,0	3853	2,8
GDF	ME	1	4	0,2	158	0,1
GME	ME	10	95	4,8	1564	1,1
GNI	Es	8	87	4,4	2963	2,1
HBR	Em	1	1	0,1	114	0,1
JME	Mo	1	1	0,1	1	0,0
LDU	Em	5	326	16,5	34808	25,2
LFA	Em	3	117	5,9	9825	7,1
LGR	Em	3	10	0,5	1049	0,8
LLA	Ma	1	1	0,1	7	0,0
MBA	ME	1	71	3,6	7330	5,3
MCE	ME	1	10	0,5	986	0,7
MCU	Em	6	116	5,9	13053	9,4
PJU	Em	5	30	1,5	2750	2,0
POQ	ME	1	8	0,4	14880	10,8
PSB	Es	3	15	0,8	862	0,6
SEB	ME	9	285	14,4	6892	5,0
TGU	Es	2	6	0,3	1417	1,0
THE	Es	1	15	0,8	2591	1,9
Total			1981		140897	

Tableau VI (suite)

Code	Catégorie	Occurrence	Abondance	% Abondance	Biomasse	% Biomasse
AGA	ME	4	7	0,2	1883	3,2
ARP	ME	4	13	0,3	2060	3,5
BAU	ME	1	1	0,0	9	0,0
BLI	Ma	4	5	0,1	897	1,5
CAS	ME	1	1	0,0	23	0,0
CHI	ME	1	1	0,0	150	0,3
CHL	ME	3	8	0,2	151	0,3
CST	Em	2	4	0,1	32	0,1
CYM	Mo	1	1	0,0	8	0,0
CYS	Em	3	4	0,1	450	0,8
DAF	ME	1	1	0,0	1	0,0
DMA	Em	5	6	0,1	2420	4,1
EFI	Em	6	3067	74,0	29822	50,5
EGU	ME	1	1	0,0	854	1,4
ELA	ME	1	4	0,1	859	1,5
GDE	ME	4	86	2,1	1715	2,9
GME	ME	10	48	1,2	532	0,9
GNI	Es	5	43	1,0	1604	2,7
HBR	Em	1	4	0,1	143	0,2
IAF	Em	3	68	1,6	1408	2,4
LFA	Em	2	9	0,2	1058	1,8
LGO	Ma	2	2	0,0	1021	1,7
MCU	Em	2	7	0,2	1043	1,8
PBR	ME	1	1	0,0	265	0,4
PHL	Em	1	6	0,1	258	0,4
PJU	Em	3	4	0,1	1751	3,0
PLM	Em	1	2	0,0	2253	3,8
PPE	Em	1	2	0,0	32	0,1
PSB	Es	1	7	0,2	634	1,1
PSN	Ma	2	7	0,2	563	1,0
SEB	ME	5	722	17,4	5140	8,7
Total			4142		59039	

Les espèces qui contribuent le plus à la construction de l'axe 1 sont : *Sarotherodon melanotheron* (THE), *Eucinostomus melanopterus* (GME), *Sardinella maderensis* (SEB), *Tilapia guineensis* (TGU), *Caranx hippos* (CHI), *Pomadasys jubelini* (PJU), *Gerres nigri* (GNI), *Arius parkii* (ARP). L'axe 1 oppose le groupe d'espèces constitué de CHI, TGU, THE, ARP, PJU à celui composé de GNI, GME, SEB. Les espèces du premier groupe sont uniquement présentes aux stations 1 et/ou 2 situées respectivement le plus en amont du bolon. Le deuxième groupe est composé de trois espèces présentes dans pratiquement toutes les stations. La projection des stations sur le plan factoriel 1-2 montre que les stations 1, 2, 8 s'opposent à toutes les autres stations.

L'axe 2 oppose CHI, TGU, THE, PJU au groupe composé de *Liza grandisquamis* (LGR), *Caranx senegallus* (CAS), *Arius latiscutatus* (AGA), *Polydactylus quadrifilis* (POQ), *Dasyatis margaritella* (DAM), *Hippocampus algiricus* (HPU). Le deuxième groupe peut être subdivisé en une partie composée d'espèces (AGA, POQ) présentes uniquement à la station 2, une seconde composée d'espèces (HPU, DAM) présentes uniquement à la station 8 et une troisième composée d'espèces présentes dans ces deux stations (CAS, LGR).

Pour la seconde campagne (Annexe VI), l'AFC a porté sur une matrice de 12 lignes et 30 colonnes (Annexe VII). Les deux premiers axes qui extraient 38% de l'inertie totale ont été retenus pour l'interprétation. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 20% et 18% de l'inertie totale.

Les espèces qui contribuent le plus à la construction de l'axe 1 sont : *Elops lacerta* (ELA), *Liza dumerili* (LDU), *Sardinella maderensis* (SEB), *Chloroscombrus chrysurus* (CHL) et *Caranx senegallus* (CAS). On notera que les espèces SEB, CHL, CAS sont bien représentées dans les stations 11 et 12. Il s'agit d'espèces marines.

L'axe 2 oppose le groupe d'espèces constitué de *Chaetodipterus lippei* (CLI) et *Acanthurus monroviae* (AMO) à celui composé de *Sarotherodon melanotheron* (THE), *Mugil bananensis* (MBA), *Liza falcipinnis* (LFA), *Tilapia guineensis* (TGU). Les espèces du premier groupe sont uniquement présentes à la station 3, celles du deuxième groupe à la station 1. Ces dernières sont typiquement estuariennes.

Pour la campagne d'octobre (Annexe VIII), l'AFC du tableau des $\log(x+1)$ des effectifs a porté sur une matrice de 12 lignes et 31 colonnes (Annexe IX). Les 2 premiers axes qui extraient près de 40% de l'inertie totale ont été retenus. L'axe 1 explique 22,5% de l'inertie totale et l'axe 2 en explique 17,3% .

L'axe 1 individualise la station 1 et dans une moindre mesure les stations 2 et 3. La station 1 est caractérisée par les espèces *Caranx hippos* (CHI) et *Monodactylus sebae* (PSB) (présentes uniquement dans cette station) et *Pomadasys jubelini* (PJU), présente uniquement dans les stations 1, 2 et 3. *Liza falcipinnis* (LFA) n'est présente que dans les stations 2 et 3 et *Mugil curema* (MCU) dans les stations 2 et 4. *Eucinostomus melanopterus* (GME) complète le peuplement de ces stations amont (ainsi qu'*Ethmalosa fimbriata* (EFI) en station 2).

L'axe 2 oppose deux groupes de stations :

Le premier groupe (6, 8, 9 et 10) est caractérisé par *Ephippion guttifer* (EGU) et *Plectorhinchus macrolepis* (PLM) présentes seulement en station 6. *Lutjanus goreensis* (LGO) en 6 et 9. *Batrachoides liberiensis* (BLI) en 9. *Pomadasys perotaei* (PPE) en 10, *Dasyatis margarita* (DMA)... C'est dans ces stations que *E. melanopterus* (GME) et *Gerres nigri* (GNI) sont les mieux représentées.

Le second groupe est constitué par les stations 4, 5, 7, 11 et 12. Les stations 11 et 12, les plus aval, ont la plus grande richesse spécifique (14 et 11 espèces respectivement). Un certain nombre d'espèces ne sont capturées que dans ces deux stations : *Brachideuterus auritus* (BAU), *Caranx senegallus* (CAS), *Cynoglossus monodi* (CYM), *Drepane africana* (DAF), *Pseudotolithus elongatus* (PEL), *P. senegalensis* (PSN). *Ilisha africana* (IAF) est également très caractéristique de ces stations, ainsi que *Sardinella maderensis* (SEB) (614 individus en 12), *Galeoides decadactylus* (GDE) et *Arius parki* (ARP). Des quantités importantes d'*E. fimbriata* (EFI) ont été capturées dans les stations 5 et 7 (respectivement 2400 et 593 individus), ainsi que 11 et 12 (40 et 29 individus). Quelques individus isolés d'EFI sont présents dans les stations 2 et 4.

Une analyse simultanée des peuplements des 3 campagnes Bamboung par AFC a été effectuée sur les effectifs en $\log(x+1)$. Elle porte sur une matrice de 36 lignes x 51 colonnes. Les 2 premiers axes extraient 22% de l'inertie totale (axe 1 : 12% - axe 2 : 10%). Les représentations des espèces sur le plan 1-2, ainsi que les points moyens par station et par campagne sont présentés respectivement à la figure 8 et à la figure 9.

Les deux stations les plus aval (11 et 12) se séparent nettement des autres stations sur l'axe 1, en particulier lors de la 3^e campagne. Le peuplement de ces stations est caractérisé par *I. africana* (IAF) (67 individus sur les 68 pêchés sont en 11 et 12 lors de la 3^e campagne), *P. senegalensis* (PSN) (les individus pêchés sont en 11 et 12 à la campagne 3), *P. elongatus* (PEL), *B. auritus* (BAU), *C. monodi* (CYM) et *D. africana* (DAF) présents seulement en station 11 à la campagne 3.

La station 1 s'individualise également sur le plan 1-2, avec un peuplement dominé par les cichlidae *Tilapia guineensis* (TGU) et *Sarotherodon melanotheron* (THE) (essentiellement pêchés en station 1 lors des deux premières campagnes), *C. hippos* (CHI) et *Mugil cephalus* (MCE) (présents seulement en station 1). Les autres mugilidae sont également bien représentés en station 1 lors des deux premières campagnes *Liza dumerili* (LDU), *L. falcipinnis* (LFA), *Mugil bananensis* (MBA), *M. curema* (MCU).

La station 3 se distingue sur l'axe 2 par la présence de *Chaetodipterus lippei* (CLI) et de *Acanthurus monroviae* AMO.

Les autres stations se retrouvent relativement groupées au centre du plan 1-2.

Du point de vue des points moyens par campagne, la campagne 3 s'oppose sur l'axe 1 aux campagnes 1 et 2.

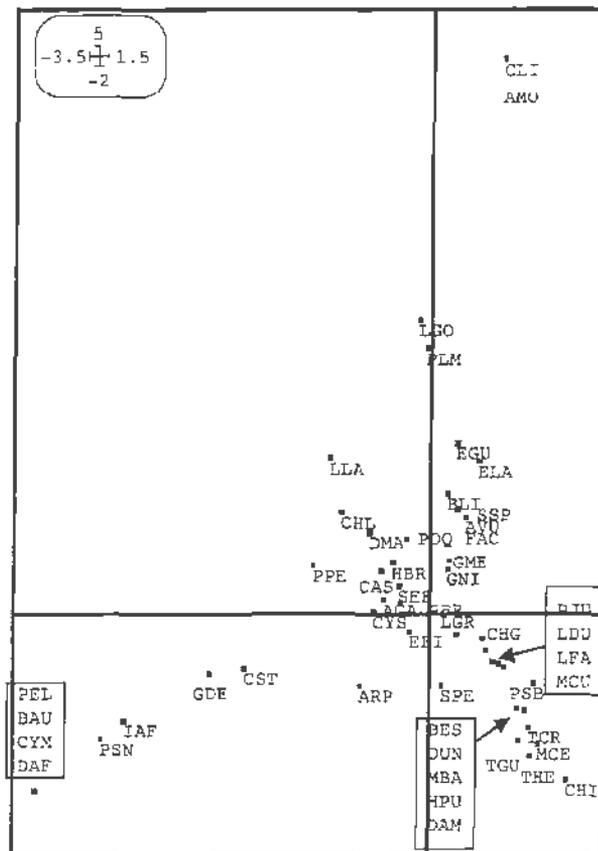


Figure 8 : Analyse factorielle des correspondances des peuplements des 3 campagnes réunies (effectifs en $\log(x+1)$). Représentation des espèces dans le plan 1-2.

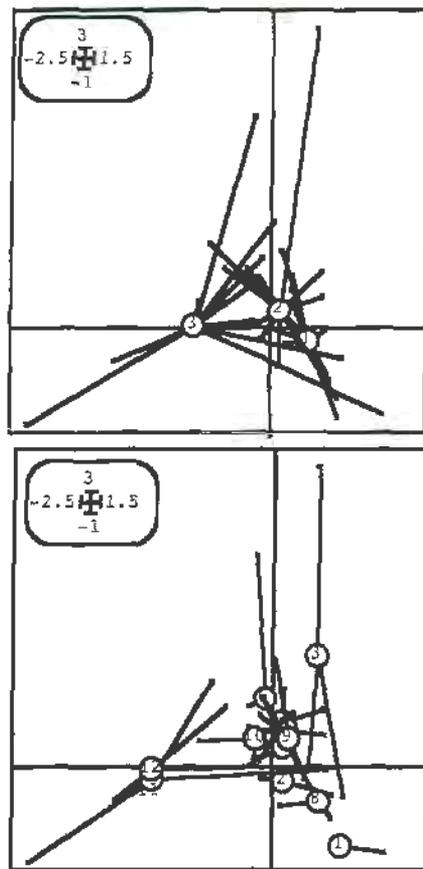


Figure 9 : Analyse factorielle des correspondances des peuplements des 3 campagnes réunies (effectifs en $\log(x+1)$). Points moyens par campagne (en haut) et par stations (en bas).

3.3. Traits de vie des populations

3.3.1. Reproduction

Identification des espèces ayant une activité sexuelle dans l'AMP

Les espèces présentes dans le bolon du 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).

Parmi les 51 espèces de poissons répertoriées dans l'aire protégée, 23 ont présenté des stades de maturité sexuelle (stades ≥ 4) permettant de conclure qu'elles s'y reproduisent régulièrement ou occasionnellement (Tableau VII). Sept autres espèces ont été observées au stade 3, ce qui indique que la maturation sexuelle peut débiter dans le bolon mais que la ponte n'y a pas obligatoirement lieu.

Tableau VII. Liste des espèces présentant une activité sexuelle dans le bolon du Bamboung

Maturation (Stade 3)	Reproduction (Stades ≥ 4)
<i>Cynoglossus monodi</i>	<i>Arius latiscutatus</i>
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	<i>Arius parkii</i>
<i>Ilisha africana</i>	<i>Batrachoides liberiensis</i>
<i>Orcynopsis unicolor</i>	<i>Caranx senegallus</i>
<i>Plectorhinchus macrolepis</i>	<i>Chaetodipterus lippei</i>
<i>Polydactylus quadrifilis</i>	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>
<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	<i>Ethmalosa fimbriata</i>
	<i>Fodiator acutus</i>
	<i>Galeoides decadactylus</i>
	<i>Gerres nigri</i>
	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>
	<i>Liza dumerili</i>
	<i>Liza falcipinnis</i>
	<i>Liza grandisquamis</i>
	<i>Monodactylus sebae</i>
	<i>Mugil bananensis</i>
	<i>Mugil curema</i>
	<i>Pomadasys jubelini</i>
	<i>Sardinella maderensis</i>
	<i>Sarotherodon melanotheron</i>
	<i>Strongylura senegalensis</i>
	<i>Tilapia guineensis</i>
	<i>Tylosurus crocodilus</i>

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 VIII.

Ethmalosa fimbriata

L'ethmalose dont la reproduction a été étudiée dans plusieurs milieux littoraux d'Afrique de l'Ouest (Charles-Dominique, 1982, 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 capturés en mars sont soit en cours de maturation sexuelle, soit en activité de reproduction (83% de femelles ayant atteint un stade de maturité au moins égal à 3). 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). La saison de reproduction d'*E. fimbriata* dans le bolon de Bamboung a lieu pendant la saison sèche lorsque la salinité est élevée. Le pic d'activité sexuelle correspond avec la période 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 absente des échantillons en octobre, la proportion d'individus mâles en activité sexuelle est très nettement supérieure à celle des individus ne présentant pas d'activité sexuelle (Tableau VIII présence de nombreux mâles fluits (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).

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 Sinc 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 VIII) 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 61% et 100% 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 = 59%) 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.*, *Ethmulosa 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.

3.3.2. Structures en tailles

Les distributions de fréquence de tailles (DFT) ont été élaborées pour chacune des saisons caractéristiques puis regroupées pour les espèces les plus abondantes dans l'AMP (Figure 10 et Figure 11). La taille des poissons est l'un des indicateurs du niveau d'exploitation. Il convenait donc d'établir ces DFT afin de suivre leur évolution future dans l'aire protégée. De plus ces structures en tailles renseignent sur le type de populations (d'écophases) présentes de manière permanente ou saisonnière dans le bolon.

Ethmalosa fimbriata

La figure 11 montre clairement que la structure globale de la population d'ethmalose dans Bamboung est bimodale. Le premier mode (valeur modale 8cm) qui représente l'écophase des juvéniles est, en effectifs, le plus important. Un second, plus étalé (il représente en fait plusieurs modes superposés) entre 16 et 25 cm regroupe les adultes. Les distributions saisonnières (figure 10) indiquent qu'en saison sèches 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.

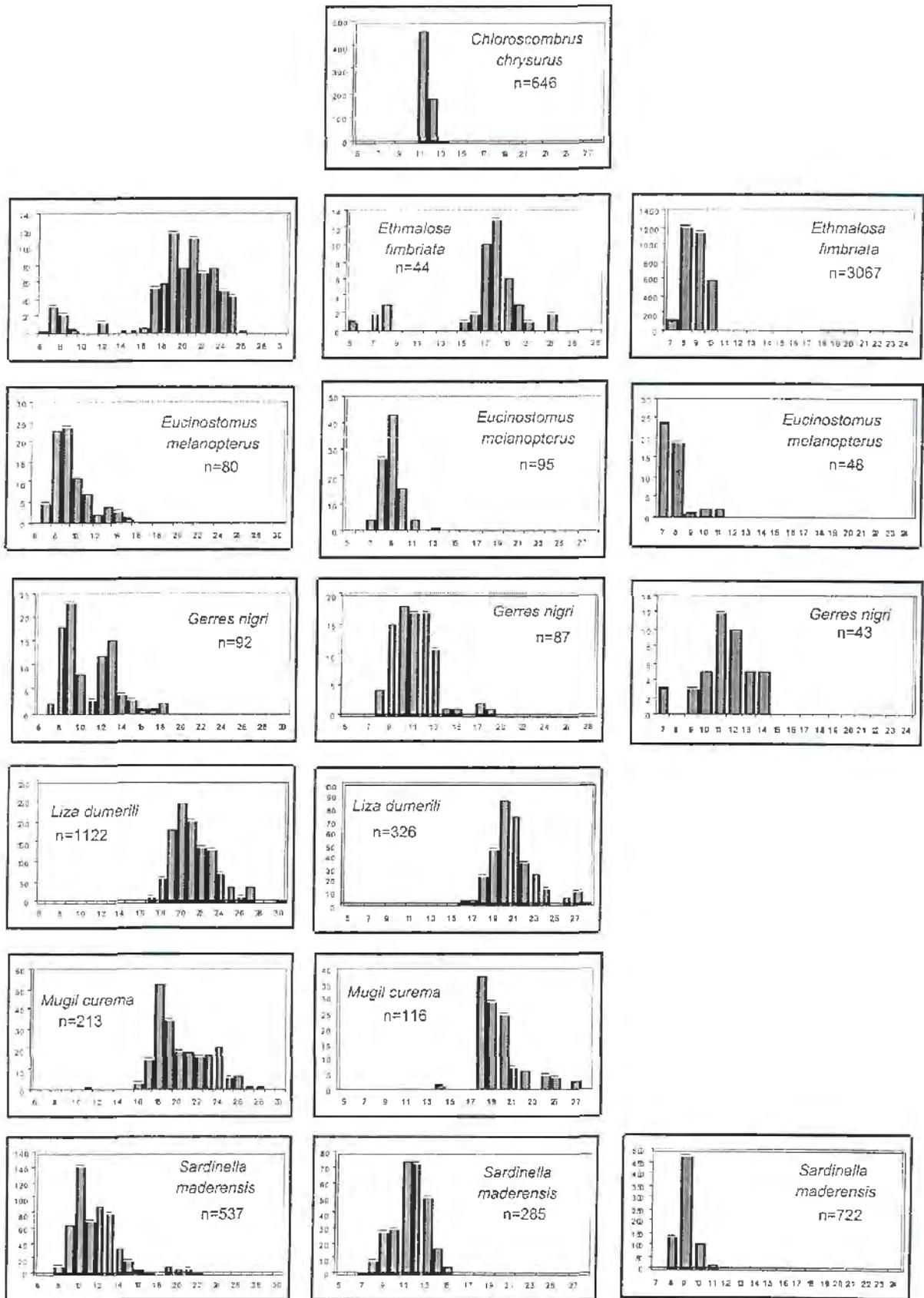


Figure 10 Structures en taille des principales espèces pêchées par campagne.

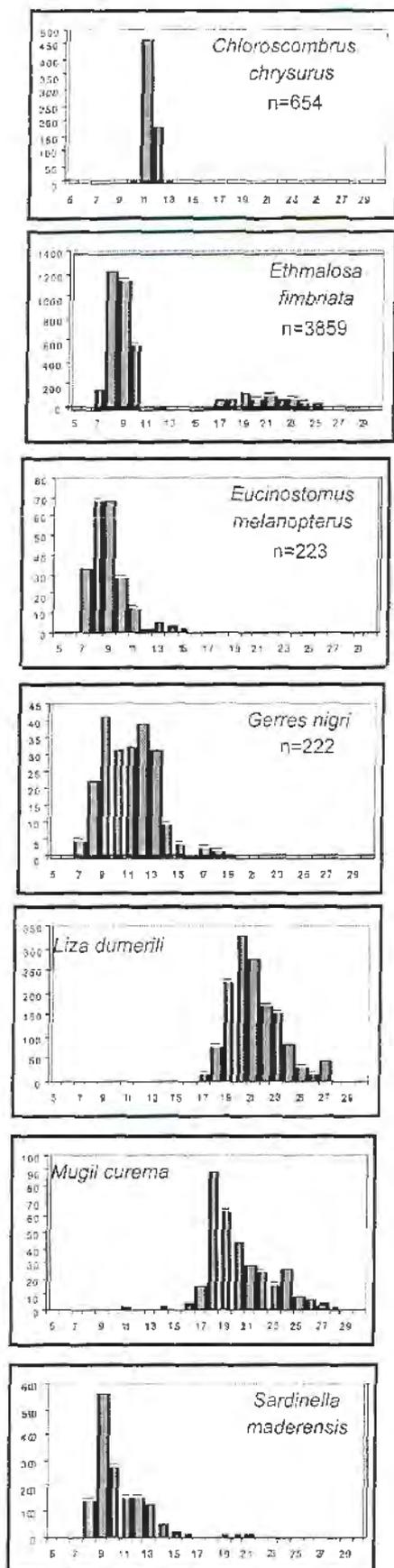


Figure 11 Structures en tailles des principales espèces pour les 3 campagnes cumulées.

Liza dumerili, Mugil curema

Présents uniquement (LDU) ou essentiellement (MCU) 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, abondante en mai, présente dans le bolon une structure typiquement unimodale très resserrée (valeur modale 11 cm). Il s'agit essentiellement de juvéniles.

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, au contraire, 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.

4. Conclusions

Environnement aquatique

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

- Le bolon de Bamboung est une zone modérément salée par rapport au reste du Sine Saloum. 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 notées en octobre (jusqu'à 28 psu) 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 localement abondantes de cette année,

et la répétition de saisons pluvieuses relativement « bonnes » sont à mettre en cause mais aussi la présence de sources d'eau douce souvent signalée. 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 pour permettre une interprétation judicieuse des évolutions bio-écologiques des communautés de poissons.

- 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 (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.

Peuplements ichtyologiques

Au terme des campagnes d'échantillonnage de la phase de caractérisation de l'état de référence, 51 espèces de poissons ont été recensées dans l'aire protégée, soit près de la moitié des 114 espèces signalées dans l'ensemble de l'estuaire du Sine-Saloum qui a fait l'objet d'un échantillonnage intensif. Bien entendu, cet inventaire de l'ichtyofaune de Bamboung est incomplet 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. De plus seulement 3 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 premiers 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 bien supérieur, 70 espèces de poissons 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).

Plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour expliquer la biodiversité (ichtyodiversité) 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 avec notamment un changement d'espèce dominante qui traduit une certaine instabilité du milieu : un mugilidae en mars (*Liza dumerili*), un carangidae en mai (*Chloroscombrus chrysurus*), un clupeidae (*Ethmalosa fimbriata*) en octobre. Cette instabilité a été confirmée par l'utilisation d'indices synthétiques (indice de diversité de Shannon, équitabilité) dont les valeurs globalement faibles traduisent des distributions d'abondance déséquilibrées (domination très marquée d'une ou d'un très petit nombre d'espèces) et des peuplements peu structurés et fortement inorganisés car en constant renouvellement. Cette faible structuration des communautés de poissons est à relier à la variabilité environnementale mais aussi, probablement, au niveau d'exploitation halieutique et il sera intéressant de suivre l'évolution de la structuration des peuplements dans le contexte d'une pression de pêche nulle ou fortement réduite dans l'aire protégée.

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*, *sphaeroides spengleri* et de la carpe rouge *Lutjanus goreensis*. 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 très gros œufs de plus d'1 cm de diamètre (voir planche photographique 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 représentées (*Elops lacerta*, *Tylosurus crocodilus*, *Pseudotolithus 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 représentés par le capitaine de mer *Polydactylus quadrifilis* dont quelques grands individus ont été capturés dans le bolon.

L'analyse factorielle des correspondances effectuée sur l'ensemble des trois campagnes a montré que les peuplements de poissons des stations 11 et 12, situées dans la zone tampon, se distinguent nettement des autres stations. Le reste de l'aire protégée est homogène de ce point de vue, à l'exception de la station 1 située complètement en amont et qui présente en permanence un peuplement nettement différent par sa composition et son abondance. Trois zones « ichtyologiques » d'inégales superficies peuvent donc être distinguées : la zone tampon, le bolon (de l'embouchure à la station 2), la zone extrême amont représentée dans notre protocole par la station 1.

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 nurserie (abris et ressources trophiques abondantes) pour de nombreuses espèces amphibiotiques dont les 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 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 ...) se révèle 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).

En outre, 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.

Les actions prévues par le protocole (et qui figurent dans la convention particulière « Etat de référence 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 maintenant disponible. 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 avec les situations ultérieures ces divers points ont été précisés aux périodes clé du cycle hydro-climatique afin d'appréhender les variations saisonnières majeures. Les perspectives concernent maintenant la seconde phase, c'est-à-dire le suivi bio-écologique de l'AMP à moyen terme. Afin d'être en mesure d'établir, *in fine*, un bilan fiable et probant des actions de protection réalisées dans le cadre du projet (s'appuyant sur des arguments et démonstrations rigoureuses), il est envisagé de conserver pour cette seconde phase, des méthodes et un protocole aussi proches que possible de ceux utilisés pour caractériser l'état de référence.

5. Références bibliographiques

- 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., Legendre M., 1985. Biologie et écologie des Mugilidae en Lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Intérêt potentiel pour l'aquaculture. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 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., M. Simier, F.S. Darboe, J.M. Ecoutin, J. Raffray, L. Tito De Moraes, 2004 - *Environment and Fish communities of the Gambia River Estuary*. *Aquat. Living Resour.* (sous presses)
- Ba C., 2000. Pêche. *Atlas du Sénégal*. Editions J.A. publ., Paris : 40-41.
- Benzécri J.P., 1973. *L'analyse des données. Tome 2. L'analyse des correspondances*. Dunod publ., Paris : 619 pp.
- Bianchi G., Tore H., 1992. Relative merits of using numbers and biomass in fish community studies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 85 : 25-33.
- 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, Fr. : 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.
- Kennish M.J., 1990. *Ecology of estuaries, Volume 2, Biological aspects*. CRC Press publ., Boca Raton : 391 pp.
- Legendre L., Legendre P., 1984. *Ecologie numérique. Tome 1. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson publ., Paris : 260 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.
- Thioulouse J., Chessel D., Doledec S., Olivier J.M., 1997. ADE-4 : a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing*, 7 : 75-83..

Annexe I. Valeurs des paramètres environnementaux lors de la première campagne (mars 2003).

Station	Force courant (t/5mn)	Profondeur Secchi (m)	Salinité surface	Salinité fond	Température surface (°C)	Température fond (°C)	Oxygène surface (% de saturation)	Oxygène fond (% de saturation)	Conductivité surface (_S)	Conductivité fond (_S)	Profondeur coup de pêche (m)
1	1518	3,00	49	52	25,60	25,60	74,10	62,10	62900	68300	4,10
2	8318	1,97	49	48	26,80	26,00	86,60	70,80	61300	66100	7,30
3	3618	2,45	46	47	26,60	25,80	96,20	86,30	58900	63500	5,40
4	14748	2,30	42	44	26,20	25,60	100,00	80,10	56800	62300	5,40
5	36	2,17	45	45	26,20	25,80	86,60	87,10	57400	61400	8,30
6	36	2,17	45	45	26,20	25,80	86,60	87,10	57400	61400	6,60
7	10	3,20	43	45	24,90	25,20	67,30	53,70	56200	62900	8,60
8	25	3,17	41	44	24,40	25,20	75,40	69,50	57200	60900	6,10
9	1941	3,25	40	43	25,20	26,20	77,30	68,20	55100	62100	5,00
10	3630	3,16	40	44	25,20	25,50	86,20	69,40	56400	60700	2,80
11	3487	3,10	40	42	24,80	24,80	88,70	78,60	55700	57700	4,80
12	5718	3,68	40	44	25,30	24,90	91,70	82,40	56400	57300	11,00

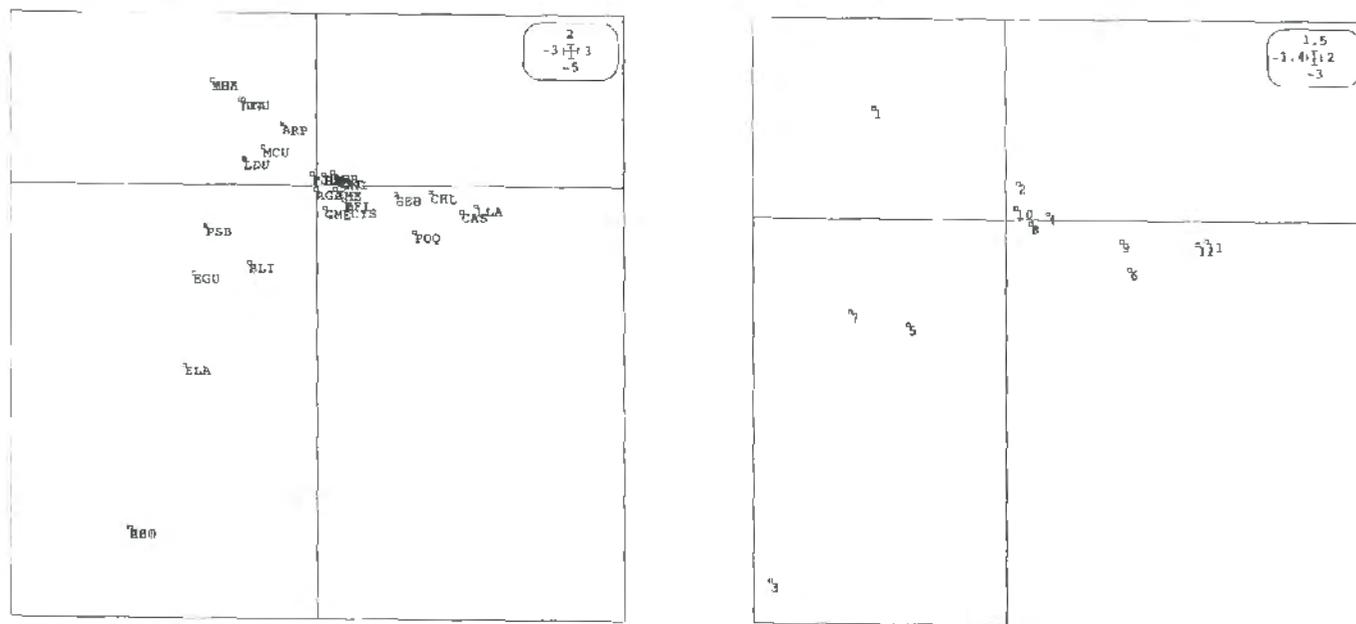
Annexe II. Valeurs des paramètres environnementaux lors de la deuxième campagne (mai 2003).

Station	Force courant (t/5mn)	Profondeur Secchi (m)	Salinité surface	Salinité fond	Température surface (°C)	Température fond (°C)	Oxygène surface (% de saturation)	Oxygène fond (% de saturation)	Conductivité surface (_S)	Conductivité fond (_S)	Profondeur coup de pêche (m)
1	42	2,00	50	51	28,1	28,1	48,4	61,5	70300	70800	2,4
2	181	2,51	48	48	28,1	28,0	67,0	66,3	68300	68700	4,6
3	3663	2,00	44	45	28,9	28,4	74,2	72,0	60300	65100	5,7
4	4211	1,78	45	45	28,9	28,3	74,4	88,0	60800	64500	2,1
5	3979	1,87	44	45	28,6	28,4	68,8	70,5	61300	64400	6,6
6	4045	2,05	45	45	28,5	28,2	66,6	69,0	64700	64700	5,7
7	3072	1,88	45	45	28,2	28,2	65,3	87,7	64100	64800	4,1
8	3315	1,51	43	45	27,7	27,5	81,3	82,4	58600	59200	8,5
9	631	1,59	42	43	27,7	27,3	75,6	78,3	53900	58300	4,4
10	4697	1,61	41	42	27,7	27,4	85,0	81,9	54900	57800	3,2
11	5469	1,50	42	42	27,2	27,0	80,5	80,7	55300	57900	4,2
12	8931	1,88	42	43	27,5	27,2	80,8	89,2	54700	56700	11,5

Station	Force courant	Profondeur Secchi (m)	Salinité surface	Salinité fond	Température surface (°C)	Température fond (°C)	Oxygène surface (% de saturation)	Oxygène fond (% de saturation)	Conductivité surface (_S)	Conductivité fond (_S)	Profondeur coup de pêche (m)
1	0- étale	1,69	29	29	31,8	30,8	61,60	38,6	52200	51900	4,2
2	1- léger	1,63	28	28	31,2	30,7	61,80	50,8	50700	50700	6,5
3	2- notable	1,90	28	30	30,8	30,5	54,30	51,4	50000	50000	5,0
4	2- notable	1,22	30	30	30,7	30,6	55,60	53,3	49700	50000	5,9
5	2- notable	1,95	30	30	30,7	30,7	54,80	52,5	50000	50000	7,0
6	1- léger	1,85	30	29	30,5	30,6	53,90	50,9	50000	49900	7,1
7	0- étale	1,80	29	29,5	31,2	30,5	81,30	60,5	51000	50600	9,2
8	1- léger	1,74	29	29,5	31,1	30,5	89	72,7	51200	50100	2,8
9	1- léger	1,33	29	29	31,0	30,7	92,50	86,1	51200	51200	5,3
10	2- notable	1,33	29	30	31,0	30,6	85,80	72,9	51200	51000	3,4
11	2- notable	0,89	28	30	30,4	30,4	78,20	78,9	51200	51200	5,3
12	2- notable	1,81	28	30	30,6	30,4	80,90	77,7	50800	50800	7,8

Annexe III: Valeurs des paramètres environnementaux lors de la troisième campagne (octobre 2003)

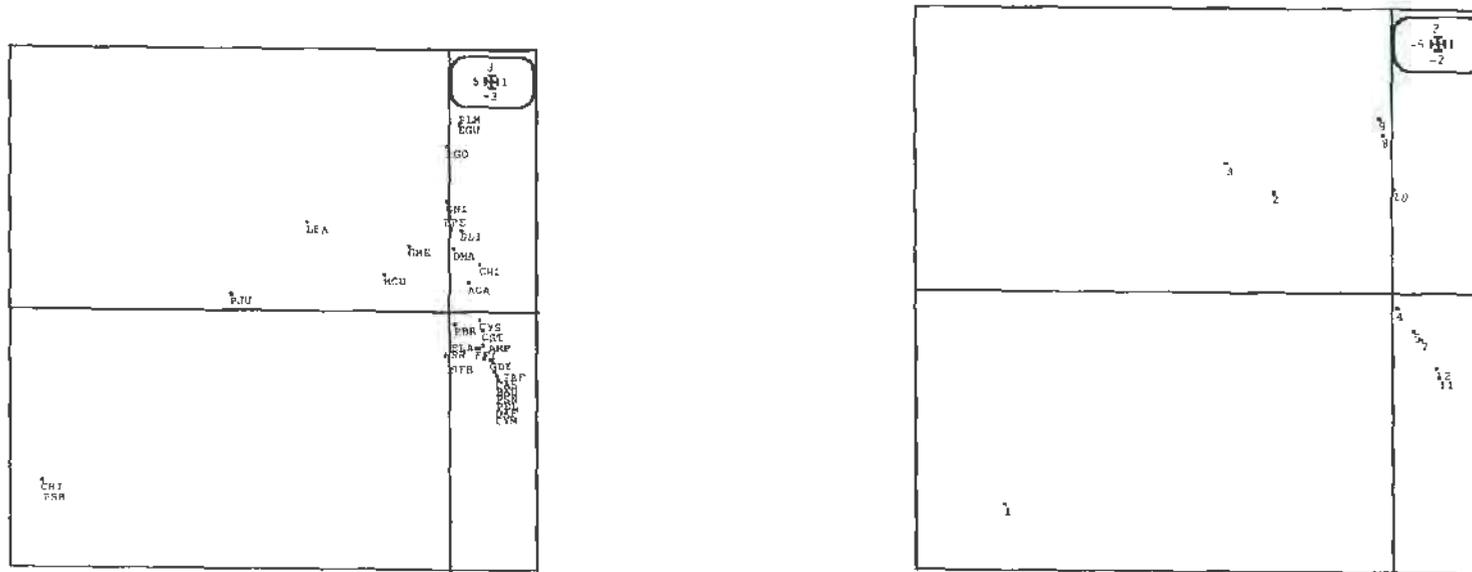
Annexe VI. Analyse factorielle des correspondances des peuplements de poissons du bolon du Bamboung de la seconde campagne. Représentation des points espèces (à gauche) et des points stations (à droite) dans le plan (1-2).



Annexe VII. Effectifs par espèces et par stations pour la seconde campagne (mai 2003).

Station	AGA	AMO	ARP	BLI	CAS	CHL	CLI	CST	CYS	EFI	EGU	ELA	GDE	GME	GNI	HBR	JME	LDU	LFA	LGR	LLA	MBA	MCE	MCU	PJU	POQ	PSB	SEB	TGU	THE
1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	35	0	0	283	115	0	0	71	10	80	2	0	2	3	5	15
2	18	0	13	0	0	8	0	0	0	14	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	31	1	0	0	17	1	0
3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	6	0	1	1	1	0	0	0	52	22	0	0	1	1	3	0	0	0	1	22	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
6	4	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
7	0	0	0	7	0	0	0	0	1	12	1	9	0	2	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	8	0	23	0	0
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	15	6	1	0	9	0	6	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0
11	1	0	0	0	3	617	0	0	1	4	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	0	0
12	0	0	0	0	3	15	0	0	0	6	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0

Annexe VIII. Analyse factorielle des correspondances des peuplements de poissons du bolon du Bamboung de la troisième campagne. Représentation des points espèces (à gauche) et des points stations (à droite) dans le plan (1-2).



Annexe IX. Effectifs par espèces et par stations pour la troisième campagne (octobre 2003)

Station	AGA	ARP	BAU	BLI	CAS	CHI	CHL	CST	CYM	CYS	DAF	DMA	ELI	EGU	ELA	GDE	GME	GNI	HBR	IAF	LFA	LGU	MCU	PBR	PEL	PJI	PLM	PPE	PSB	PSN	SCB
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	7	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	8
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	593	0	4	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	13	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	17	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11	2	2	1	0	0	0	1	3	1	2	1	0	40	0	0	7	0	0	0	35	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	5
12	1	9	0	0	1	0	3	0	0	1	0	1	29	0	0	77	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	3	614	

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES I, II, III



Echantillonnage à la senne tournante



Sonde multiparamètre



Tilapia guineensis



Sarotherodon melanotheron



Ethmalosa fimbriata



Sardinelle maderensis



Liza dumerili



Fodiator acutus



Galeoides decadactylus



Chloroscombrus chrysurus



Cynoglossus senegalensis





Arius en incubation buccale



Polydactylus quadrifilis



Plectorhinchus macrolepis



Hippocampus algiricus



Ephippion guttifer



Monodactylus sebae