

Richesse spécifique et abondance du peuplement ichthyologique de l'Aire Marine Protégée de Joal- Fadiouth au Sénégal

[Specific richness and abundance of the ichthyologic population of the Protected Marine Area of Joal-Fadiouth in Senegal]

Serigne Modou SARR¹, Mamadou NDIAYE², Elhadji FAYE¹, and Djibril Keita DIEDHIOU³

¹Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale ex ENCR, Université de Thiès, BP 54 Bambey, Sénégal

²Direction des Aires Marines Protégées Communautaires, Dakar, Sénégal

³Direction des Parcs Nationaux, Sénégal

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objectives of the study were to determine the specific richness and abundance of the fish population of Joal Fadiouth's Protected Marine Area (MPA) in Senegal. To obtain a representative view of the spatial distribution of the fish fauna of the Joal-Fadiouth MPA, we chose to sample at three sites in particular the Gaskel, Church and Mbar Assane stations. Experimental fisheries are conducted between 2014 and 2015 during the four hydrological seasons of each year, including cold (April), cold warm (June), warm (August) and cold (November). Three types of fishing gear, namely a purse seine (ST), an encircling mesh (FME) mesh 12 mm stretched and a longline (P) were used separately from one station to another, each station. It allowed us to identify the different species and their distribution in the MPA. A total of 70 species were recorded between the different experimental fishing stations in both zones. These species are divided into 60 genera belonging to 38 families. The species of Sciaenidae and Carangidae are the most numerous with respectively 9 and 7 species, followed by Sparidae, Clupeidae and Tetraodontidae with 5 species for the first and 3 species for each of the other two.

KEYWORDS: diversity, population, ichthyology, family, species, Marine Protected Area.

RESUME: Les objectifs de l'étude ont consisté à déterminer la richesse spécifique et l'abondance de la population ichthyologique de l'Aire Marine Protégée (AMP) de Joal Fadiouth au Sénégal. Pour obtenir une vue représentative de la répartition spatiale de la faune ichthyologique de l'AMP de Joal-Fadiouth, nous avons choisi d'échantillonner sur trois sites notamment dans les stations de Gaskel, Eglise et Mbar Assane. Des pêches expérimentales sont réalisées entre 2014 et 2015 durant les quatre saisons hydrologiques de chaque année notamment en saison froide (avril), en saison de transition froide-chaude (juin), en saison chaude (août) et en saison de transition chaude froide (novembre). Trois types d'engin de pêche à savoir une senne tournante (ST), un filet maillant encerclant (FME) de mailles 12 mm étirée et une palangre (P) ont été utilisés séparément d'une station à une autre, suivant les caractéristiques de chaque station. Elle nous a permis d'identifier les différentes espèces et leur aire de répartition dans l'AMP. Au total, 70 espèces ont été recensées entre les différentes stations de pêche expérimentale des deux zones. Ces espèces se répartissent en 60 genres appartenant à 38 familles. Les espèces de la famille des Sciaenidae et des Carangidae sont les plus nombreuses avec respectivement chacune 9 et 7 espèces, suivies par, les Sparidae, les Clupeidae et les Tetraodontidae avec 5 espèces pour le premier et 3 espèces pour chacune des deux autres.

MOTS-CLEFS: diversité, peuplement, ichthyologie, famille, espèce, Aire Marine Protégée.

1 INTRODUCTION

Les eaux sénégalaises sont très productives, enrichies par un phénomène saisonnier d'upwelling, de décembre à mai. C'est au cours de cette période que les eaux froides profondes, riches en minéraux et en nutriments remontent vers la surface, occasionnant ainsi une forte concentration de bancs de poissons [1]. Selon [2], le Sénégal est avantaagé par sa façade maritime qui dispose d'énormes potentialités fauniques : ichtyologique et malacologique avec des conditions de vie assez favorables à leur développement. C'est cette situation favorable qui explique les captures satisfaisantes du point de vue qualitative et quantitative dont la meilleure saison s'étale de juin à octobre, et les espèces rencontrées estimées à une cinquantaine [3] et [4]. Mais l'utilisation d'engins et de techniques de pêche à performance croissante notamment les sennes tournantes et coulissantes, les filets maillants dérivant surface et les sennes de plage ont augmenté l'effort de pêche par une exploitation intensive des ressources halieutiques ([5] ; [6]) avec comme conséquence la surexploitation des principales ressources démersales côtières tels que le mérou blanc (*Epinephelus aeneus*), le pageot (*Pagellus bellottii*), le pagre (*Sparus caeruleostictus*), le petit capitaine (*Galeoides decadactylus*), le rouget (*Pseudupeneus prayensis*), le poulpe (*Octopus vulgaris*) et la crevette côtière (*Farfantepenaeus notialis*) ([7] ; [8] et [9]). Pour une exploitation durable des ressources halieutiques, l'Etat du Sénégal a initié plusieurs politiques notamment la création de cinq Aires Marines Protégées (AMP) par Décret présidentiel n° 2004-1408 du 04 novembre 2004. Elles sont créées pour contribuer à l'augmentation des stocks des ressources halieutiques et à la restauration des écosystèmes et des habitats marins dégradés. Et selon [10], la dénomination d'Aire Marine Protégée recouvre une grande variété de situations qui diffèrent autant par leur contexte océanographique et écologique que par les usages pratiques et les options choisies ou imposées au moment du projet d'établissement de l'aire protégée : degré de protection et zonage, mode de gestion, type d'encadrement administratif et moyens disponibles. Au Sénégal, les études biologiques concernant les aires marines protégées sont récentes mais de plus en plus nombreuses. Le choix du site de l'AMP de Joal est particulièrement pertinent, d'un point de vue bio-écologique [11]. Elle concerne, en effet, une zone d'estuaire à mangrove, zone 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 ([12] ; [13] et [14]). Depuis la mise en place de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth en 2004 [5], aucune étude n'est réalisée pour déterminer sa composition ichtyologique. La présente étude est une contribution à l'étude de la richesse spécifique et de l'abondance du peuplement ichtyologique de l'Aire Marine Protégée de Joal- Fadiouth au Sénégal.

2 MATERIEL ET METHODES

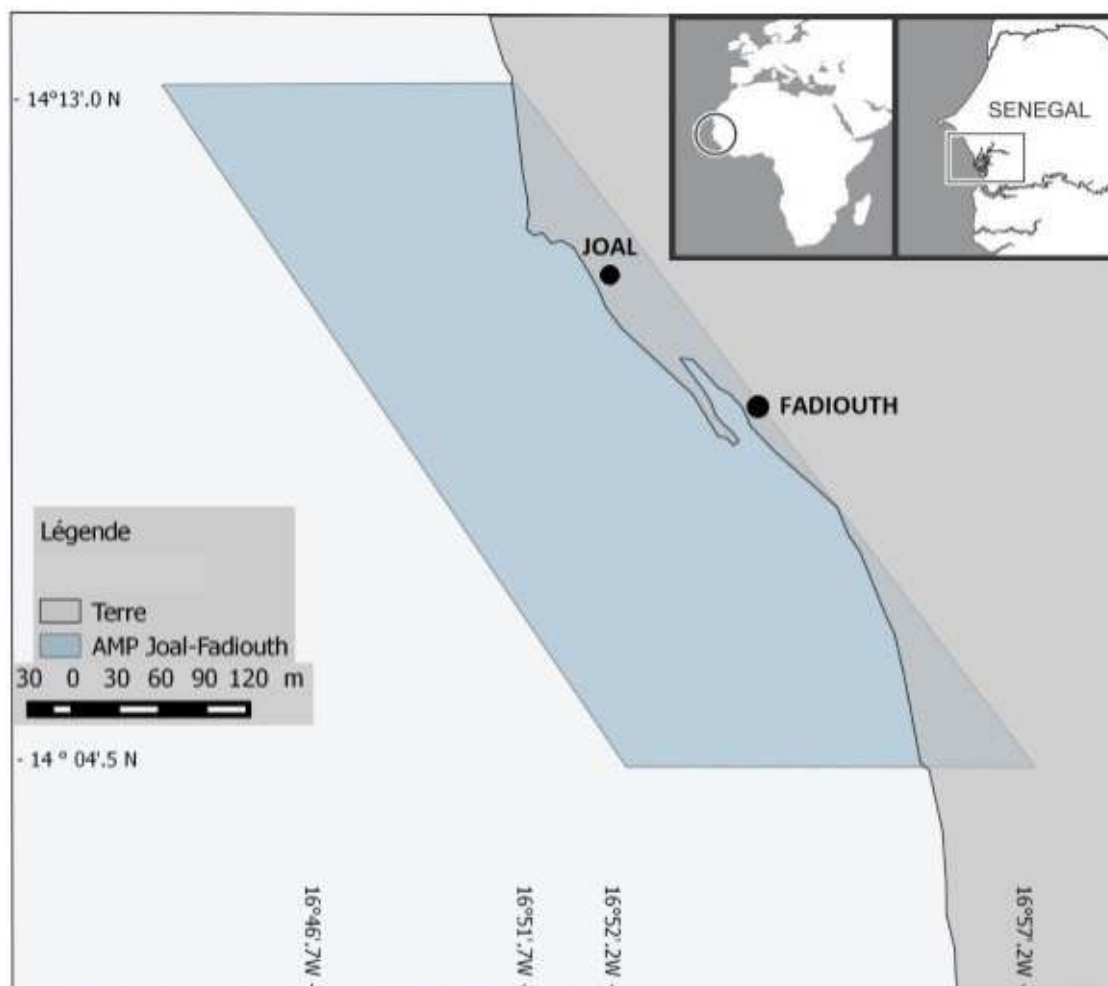
2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'AMP de Joal-Fadiouth est située dans la région de Thiès, département de Mbour, Commune de Joal-Fadiouth. Elle s'étend sur 174 km² dans sa partie marine et comprend dans sa partie continentale, un bras de mer et un important réseau de mangrove (Tableau 1).

Tableau 1. Délimitation de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth

Zones de relevés	Position à terre		Position en mer	
	Latitudes	Longitudes	Latitudes	Longitudes
Début	14°04'5N	16°46'7W	14°04'5N	16°51'7W
Fin	14°13'0N	16°52'2W	14°13'0N	16°57'2W

(Source : décret de création de l'AMP 2004)



Carte 1 : Localisation et situation géographique de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

Pour obtenir une vue représentative de la répartition spatiale de la faune ichthyologique, trois stations de pêche ont été choisies au hasard dans l'AMP. Et c'est au niveau de ces stations où ont été effectuées les pêches expérimentales durant les quatre saisons hydrologiques de l'année (saison froide, saison de transition froide-chaude, saison chaude et saison de transition chaude froide) et l'identification des poissons capturés. Cet échantillon a été choisi au hasard sur les treize (13) stations correspondantes aux différents types d'habitats. Trois types d'engin de pêche à savoir une senne tournante (ST), un filet maillant encerclant (FME) de mailles 12mm étirée et une palangre (P) ont été utilisés séparément d'une station à une autre, suivant les caractéristiques de chaque station. Le principe consiste à identifier les espèces et à mesurer tous les individus de la même espèce si leur nombre ne dépasse pas 30, dans le cas contraire, un échantillon de 30 individus est mesuré (longueur totale et poids total) et le reste est pesé directement. Pour une meilleure connaissance de la dynamique de la faune ichthyologique de l'AMP, cette opération a été maintenue durant les quatre saisons hydrologiques de l'année sur une période de deux ans (2014 et 2015).

- Saison froide,
- Saison de transition froide-chaude (Juin),
- Saison chaude (Août)
- Saison de transition chaude froide (Novembre).



Carte2 : Localisation des différents sites dans l’Aire Marine Protégée

Tableau 2. Saisons maritimes du Sénégal

Saisons	Principales caractéristiques
Saison froide (décembre à mai)	<ul style="list-style-type: none"> - manifestation des alizés (continental/harmattan et maritime/lié à l'anticyclone des Açores) à dominante nord-nord-ouest - période d'upwelling par excellence - eaux canariennes
Réchauffement (mai à juin)	<ul style="list-style-type: none"> - transition saison froide/saison chaude - début d'apparition des eaux tropicales chaudes
Saison chaude (juin à novembre)	<ul style="list-style-type: none"> - atténuation des alizés et de la remontée d'eau froide - manifestation de la mousson, apparition des pluies - eaux tropicales et guinéennes
Refroidissement (novembre à décembre)	<ul style="list-style-type: none"> - transition saison chaude/saison froide - retrait des eaux tropicales chaudes vers le sud - début d'apparition des eaux canariennes froides

Sources: Rossignol et Aboussouan (1965) – Rébert (1979) in [15]

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans un premier temps, le tableur Excel a été utilisé pour l’organisation des données et la réalisation de certains graphiques. Des méthodes complémentaires ont été utilisées avec notamment, l'indice de diversité de Shannon-Weave (Sh). Les traitements statistiques et les graphiques ont été réalisés avec le logiciel Xlstat.

2.4 ANALYSE DES DONNÉES

2.4.1 COMPARAISON DES COMPOSITIONS ICHTYOLOGIQUES

Dans le cadre de cette étude, l’utilisation d’indices de diversité nous a permis de mesurer le degré d’organisation des communautés et la qualité de cette organisation [16]. À cet effet, nous avons fait recours à l’indice de diversité de [17], pour

mesurer la diversité spécifique de chaque station au cours des différentes saisons. Cet indice est le plus utilisé, car intègre à la fois le nombre total d'espèces présentes avec la fréquence relative des espèces [16]. Il représente une mesure de la composition en espèces d'un écosystème qui tient compte de leur distribution et de leurs abondances relatives. Les valeurs prises varient entre 0 (une seule espèce) et 4,5 (diversité très forte). Un indice supérieur à 4,5 dans la nature mène généralement à une perte de la stabilité de l'écosystème [18]. L'indice de diversité de Shannon (Sh) est faible lorsque les individus rencontrés appartiennent tous à une même espèce ou bien quand toutes les espèces sont représentées par un seul individu ; donc cet indice est plus sensible aux espèces rares. Cependant, Sh est maximum quand les individus trouvés sont répartis sur plusieurs espèces, ce qui correspond à un peuplement stable, non soumis à l'action des facteurs abiotiques ou facteurs de pollution [16]. Ainsi donc, l'évaluation de la diversité spécifique au niveau des différentes stations de l'AMP nous a permis de caractériser sa structure et indiquer l'état de maturité de son peuplement. Plusieurs formules ont été proposées pour évaluer cet indice, mais celle de [17] définie par l'équation suivante est la plus utilisée.

$$Sh = - \sum_{i=1}^m P_i \times \log_2(P_i)$$

Où : p_i est la fréquence de l'espèce i dans le peuplement; m est le nombre des espèces.

2.4.2 ANALYSES MULTIVARIÉES DES DONNÉES

Une méthode d'analyses multidimensionnelles reposant sur l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été utilisée pour le traitement en un seul graphique d'un ensemble d'observations au sein des différentes stations de peuplement. Ce qui nous a permis d'extraire les tendances les plus marquantes de l'ensemble des données utilisées et d'éliminer les effets marginaux ou ponctuels qui perturbent la perception globale des faits [19]. En traitant des données de type qualitatif ou catégoriel, l'AFC permet de décrire des données consignées dans un tableau croisant des individus (« n » lignes) et des caractères ou variables (« p » colonnes) qui sont mesurés sur ces individus. Dans cette étude, nous avons accordé une importance de la variation du temporelle et de l'hétérogénéité spatiale de l'environnement de celle-ci dans la structuration de ces écosystèmes.

3 RESULTATS

3.1 PEUPEMENT ICHTYOLOGIQUE

Le suivi de la faune ichthyologique de l'AMP de Joal-Fadiouth au cours de l'année 2014 a permis d'identifier les principales espèces et leur aire de répartition dans l'AMP. Au total, 70 espèces ont été recensées entre les différentes stations de pêche expérimentale des trois zones. Ces espèces se répartissent en 60 genres appartenant à 38 familles. Les espèces de la famille des Sciaenidae et des Carangidae sont les plus nombreuses avec respectivement chacune 9 et 7 espèces, suivies par les Sparidae, les Clupeidae et les Tetraodontidae avec respectivement chacune 5, 3 et 3 espèces, soit 33% pour les Sciaenidae, 26% pour les Carangidae, 19% pour les Sparidae et 11% pour des deux autres familles (Clupeidae et Tetraodontidae). Toutes les autres familles sont représentées par une (01) ou deux (2) espèce(s) et les espèces correspondantes sont d'origine marine ou estuarienne. Cette diversité ichthyologique de l'AMP varie d'une saison à l'autre au cours de l'année 2014. La composition spécifique varie d'une station à une autre. Si les espèces de la famille des carangidae sont plus nombreuses au niveau des stations Eglise et Gaskel, les espèces de la famille des Sciaenidae sont plus présentes au niveau de la station Gaskel (tableau 3).

Tableau 3. Cinq familles dominantes du peuplement ichthyologique de l'Aire Marine Protégée

Familles	Station Eglise	Station Gaskel	Station Mbar Assane
<i>Carangidae</i>	9	7	2
<i>Clupeidae</i>	3	3	2
<i>Sciaenidae</i>	4	8	3
<i>Sparidae</i>	4	3	1
<i>Tetraodontidae</i>	2	3	2

La diversité spécifique de la faune ichthyologique de l'AMP varie d'une saison à une autre. Ainsi, le plus grand nombre d'espèces a été identifié en saison froide (48 espèces), suivi des saisons de transition froide-chaude (35 espèces) et chaude

froide (34 espèces) et enfin la saison chaude, durant laquelle 23 espèces ont été recensées au niveau des trois stations. Cette forme de variation temporelle de la diversité spécifique du peuplement de poissons de l'AMP est identique à celle de la variation de la diversité des familles durant les quatre saisons pour les années 2014 et 2015. Cette tendance décrit la variabilité intra-annuelle et révèle que c'est à cette saison que la diversité des espèces et des familles est plus importante. En saison chaude elle se décale du sommet ; ce qui est synonyme de pauvreté en diversité ichthyologique et ou famille.

3.2 RÉPARTITION SPATIALE DE L'ICHTYO FAUNE

3.2.1 ESPÈCES DOMINANTES PAR STATION.

Les proportions des dix espèces dominantes se présentent différemment d'une station à une autre durant l'année 2014.

La station *Eglise* montre que, sur les 10 espèces dominantes, *Ilisha africana* enregistre le plus fort pourcentage, suivi de *Ethmalosa fimbriata*, les espèces *Ehippion guttifer* et *Pomadasys incisus* y sont faiblement représentés.

La station *Gaskel* révèle que, sur les dix espèces les plus abondantes de cette station, le *Liza dumerilli* a le grand pourcentage, suivi de *Ethmalosa fimbriata*. Les espèces *Ehippion guttifer*, *Cynoglossus sp*, *Pomadasys incisus* et *Pseudolithus senegalensis* y sont faiblement représentés.

La station *Mbar Assane* : sur les 10 espèces dominantes de cette station, on note une forte présence de *Ethmalosa fimbriata* avec plus de 40%, suivi de *Oreochromis guineensis* et *Ilisha africana*. Les espèces *Cynoglossus sp*, *Dasyatis margarita* et *Pomadasys jubelini* y sont absentes.

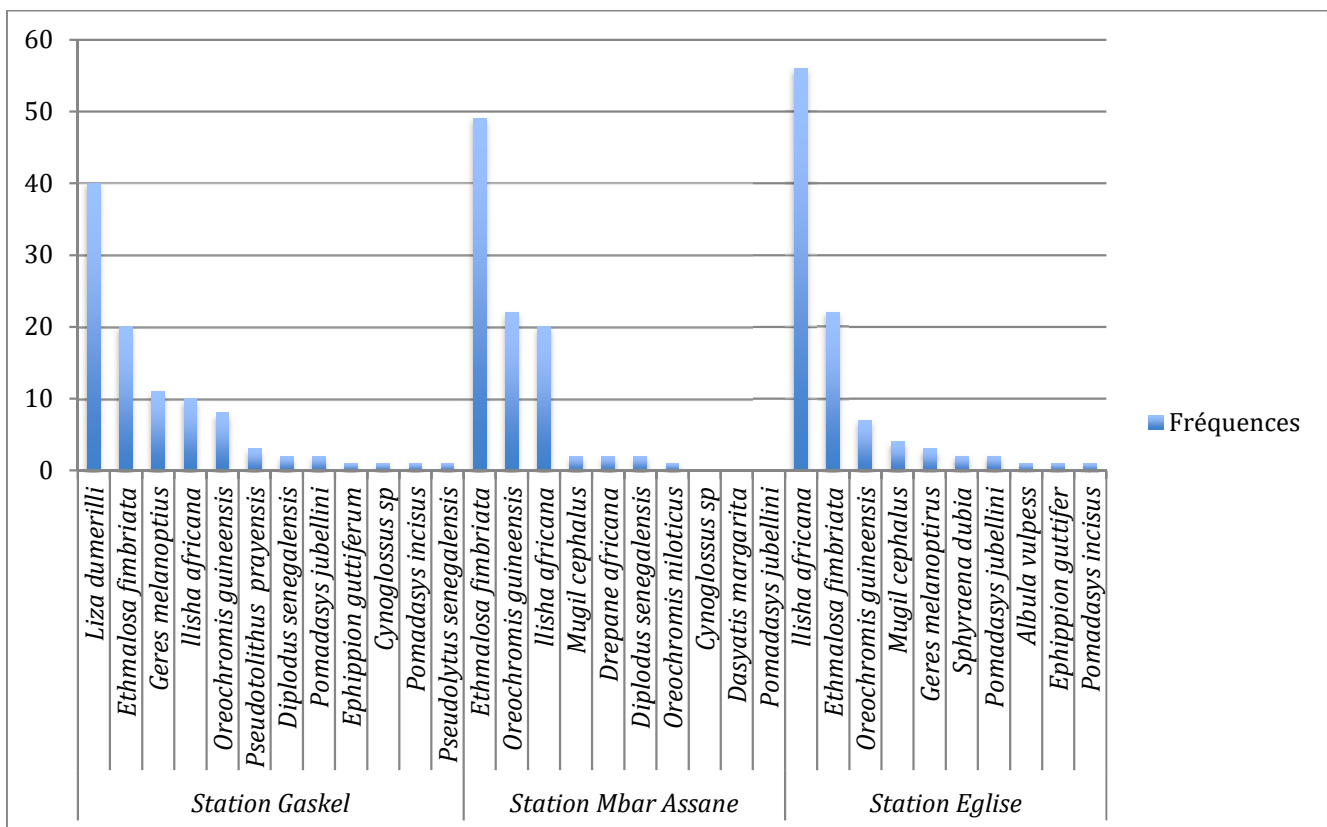


Fig. 1. Fréquence des espèces dominantes des stations Gaskel, Mbar Assane et Eglise

Notre étude s'est intéressée à la variation temporelle de la faune ichthyologique des 3 stations de l'AMP au cours de chaque saison hydrologique. Les résultats obtenus à cet effet, montrent que la composition spécifique du peuplement de poissons varie au sein d'une même station d'une saison à une autre.

Station Eglise : L'analyse de la figure 1, montre que sur les dix espèces les plus représentatives de la station Eglise en saison froide, les plus abondantes sont chronologiquement : *Oreochromis guineensis* (29%), *Albula vulpes* (24%), *Ephippion guttifer* (13%), *Pseudupeneus prayensis* (8%). Tous les six autres espèces ont chacune moins de 7% du nombre total d'individus recensé au niveau de cette station au cours de cette saison.

La figure 2 révèle une nette dominance d'une espèce à l'image de *Ethmalosa fimbriata* qui se signale durant la SF-CH et SCH. En SCH-F, il passe le témoin à *Ilisha africana*. Sur les dix espèces les plus représentatives de ces trois stations, il existe une forte dominance de ces 2 espèces (*E. fimbriata* et *I. africana*). Les variations saisonnières de l'ichtyofaune durant les périodes de transition saison fraîche-chaude et saison chaude froide représentées séparément par la figure 2 révèle une richesse ichthyologique dont le premier constat qui s'y dégage est la réduction des amplitudes de dominance.

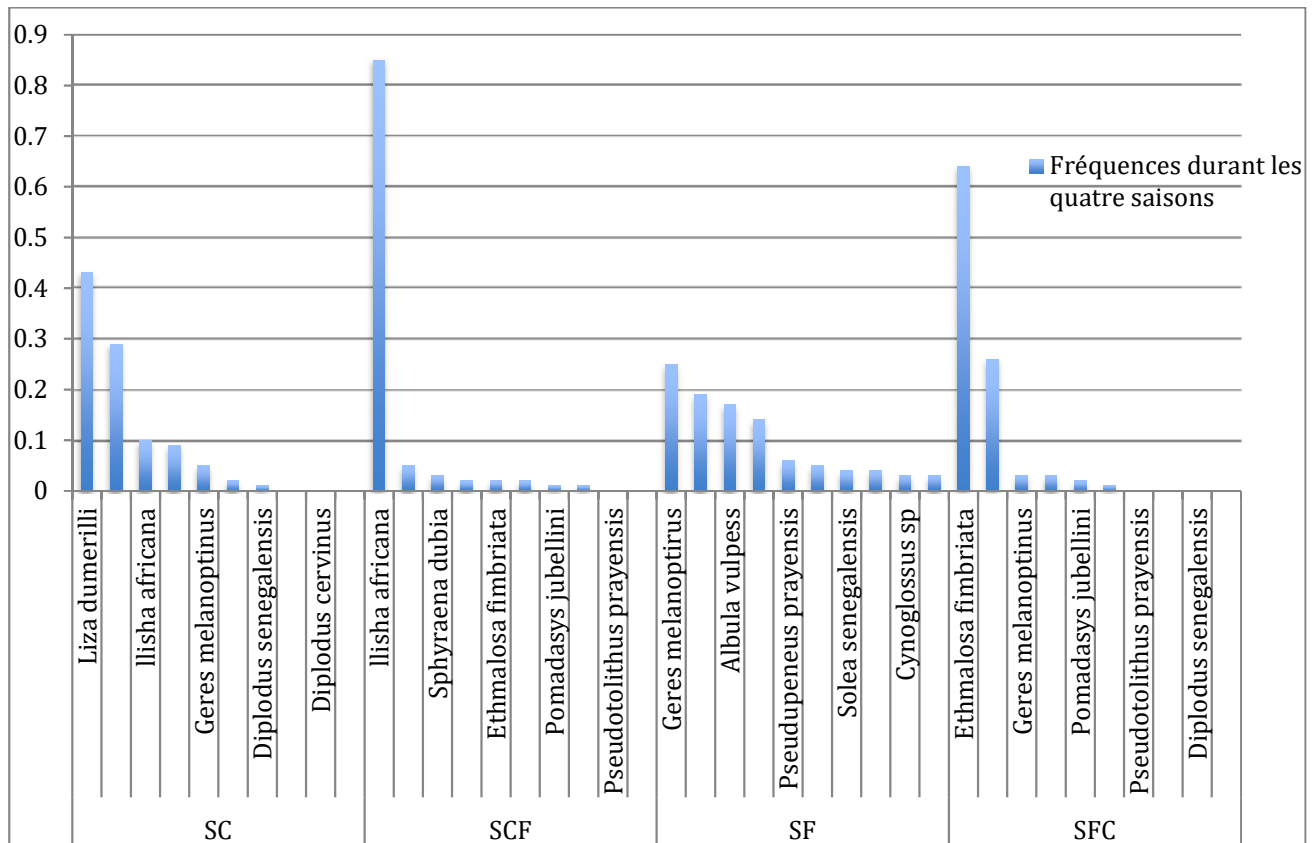


Fig. 2. Proportions des espèces dominantes durant les quatre saisons

Le mode d'occupation de l'espace par les espèces varie d'une famille à une autre. Ainsi, si toutes les espèces de la famille des *Clupeidae* se rencontrent au niveau de toute les zones, les espèces de la famille des *Sparidae* et celles de la famille des *Haemulidae* se retrouvent uniquement au niveau des zones de *Bunt-bi* (75% et 50%) et *Tank* (50% chacune). Des similitudes sont également notées entre les espèces de la famille des *Carangidae* avec celles des *Clupeidae* en ce qui concerne leur répartition à travers les quatre zones.

Toutefois, cette diversité des familles ne rime pas avec une abondance spécifique pour l'ensemble des familles qui ont été identifiées dans l'AMP. Il y'a pas plus de quatre (04) espèces par famille (Tableau 4) et plus de la moitié des familles (77,78%) sont représentées par une seule espèce.

L'autre approche communément utilisée dans l'évaluation de l'influence de la variation temporelle de la faune ichthyologique est le cumul des résultats des stations en fonction des saisons. Celui-ci a donné les diagrammes de saisonnalité suivants :

Cumul des stations (AMP)

Le calcul de l'abondance relative (AR) de chaque espèce inventoriée durant la 1^{ère} campagne de pêche expérimentale montre que les communautés piscicoles sont dominées respectivement par le *Gerres melanopterus*, *Oreochromis guineensis*, *Albula vulpes* et *Ephippion guttifer* en saison froide (Figure 3).

En saison de transition froide chaude, deux (02) espèces dominantes sont : *Ethmalosa fimbriata* et *Oreochromis guineensis* (Figure 3). Le reste des espèces ne dépasse pas 4% chacune.

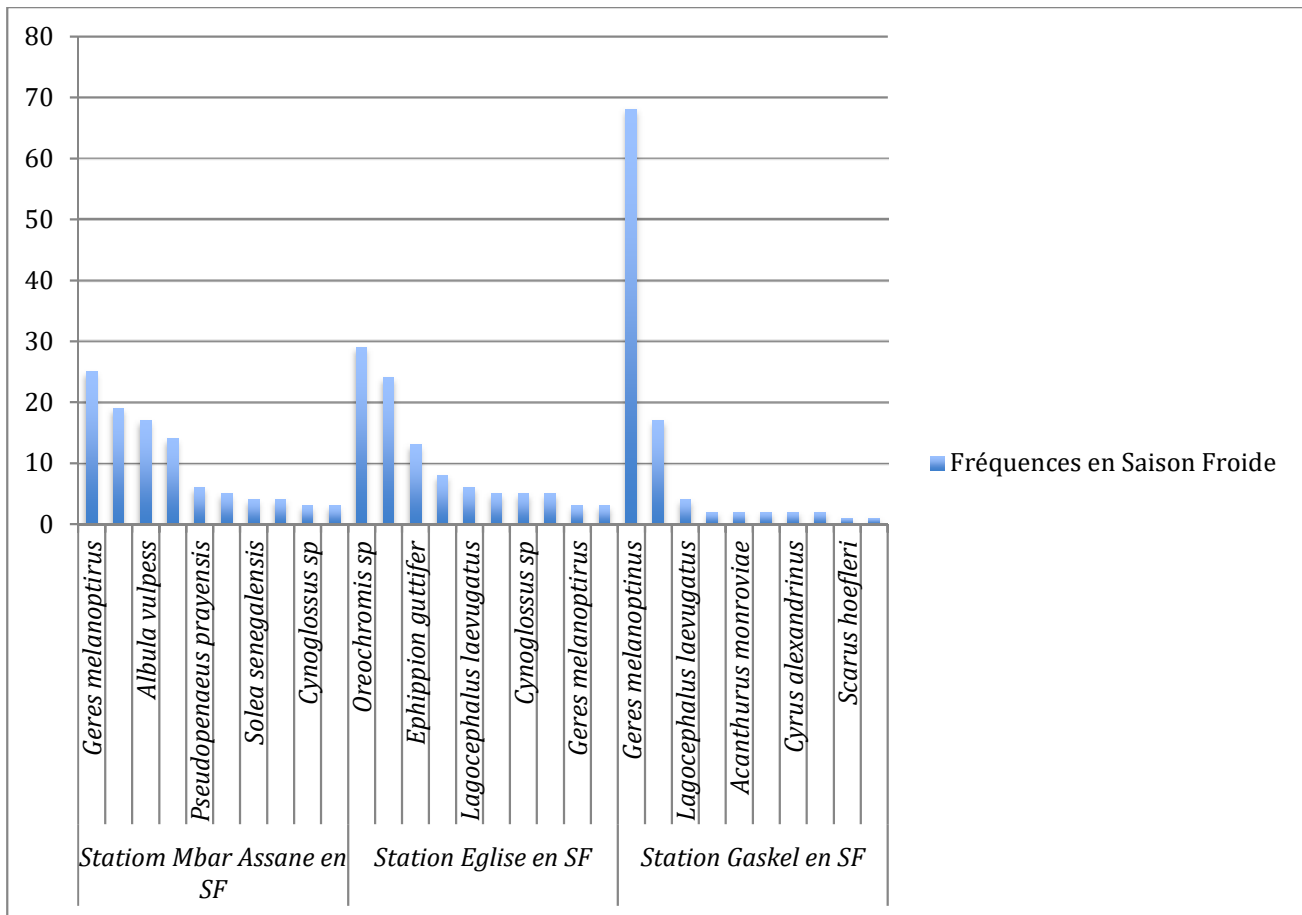


Fig. 3. Proportions des espèces dominantes en saison froide dans de la station Gaskel, Mbar Assane et Eglise

En saison chaude, le cortège dominant est composé respectivement par *Liza dumerilli* (43%), *Ethmalosa fimbriata* (29%) *Ilishia africana* (10%) et *Oreochromis guineensis* (9%). Le reste ne dépasse pas les 6%.

En saison de transition chaude froide, l'analyse de la figure 4 révèle que sur les dix espèces dominantes seule *Ilisha africana*, domine largement. Le pourcentage cumulé des neuf autres espèces restantes n'atteignent pas chacune les 5%.

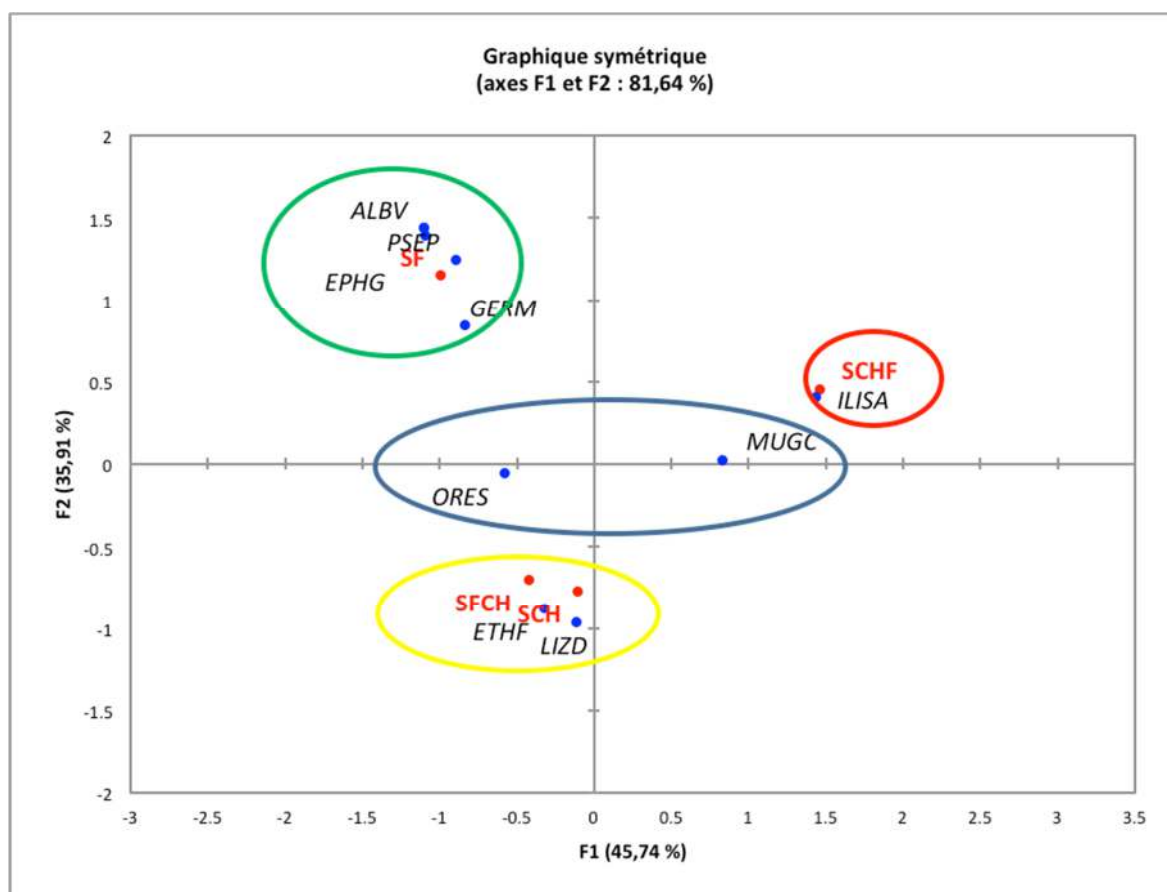


Fig. 4. Proportions des espèces dominantes durant la saison chaude

3.2.2 INDICES DE DIVERSITÉ

3.2.2.1 INDICE DE SHANNON-WEAVER (SH)

La détermination de l'indice de Shannon-Weaver au niveau des différentes stations durant les quatre saisons nous permet d'une autre manière de suivre la dynamique de la biodiversité ichthyologique au niveau de chaque station. Cela nous permet également de faire une étude comparative de la biodiversité d'une station à une autre.

Ainsi, pour chacune des trois stations, les résultats suivants ont été obtenus :

L'analyse du tableau 4 montre que les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver varient d'une station à une autre. Ils varient également d'une saison à une autre. Au niveau de la station Eglise, cette variation suit un gradient décroissant, contrairement au niveau de la station Mbar Assane, où celle-ci suit un gradient croissant avec une valeur maximale (1,243) inférieure aux maxima des variations des valeurs de cet indice au niveau des deux autres stations (2,596 et 2,866). Ce qui voudrait dire que la plus grande biodiversité en termes de composition spécifique est rencontrée au niveau des stations Eglise et Gaskel. Et une deuxième similitude entre *Bunt-bi* et *Tank*, qui en plus de leur peuplement par les quatre familles, ont les mêmes proportions d'espèces pour les *Carangidae* et les *Clupeidae* et ces résultats sont comparables à ceux obtenus par [16] dans l'AMP de Cayar.

Tableau 4. Variation de la valeur de l'indice de Shannon-Weaver (Sh) des stations en fonction des saisons

	Saison Fraiche	Saison Froide-chaude	Saison Chaude	Saison Chaude Froide
St Eglise	2,596	1,341	0,889	0,479
St Gaskel	1,449	2,596	1,519	2,866
St Mbar Assane	0,637	0,695	1,243	1,243

Tableau 5. Liste des espèces recensées dans l'AMP de Cayar

Familles	Espèces	Code	Bunt-bi	Tank	Angleterre	Keruss
<i>Ariidae</i>	<i>Arius africanus</i> (Günther, 1867)	ARIUA	+	+	+	+
<i>Sparidae</i>	<i>Dantex canariensis</i> (Steindachner, 1881)	DANTA	+			
	<i>Pagellus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	PAGEB	+	+		
	<i>Diplodus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	DIPLB		+		
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	BOOPB	+			
<i>Carangidae</i>	<i>Alectis alexandrina</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	ALECA			+	
	<i>Selene setapinis</i> (Mitchill, 1815)	SELES	+	+		+
	<i>Tranchinotus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	TANCO	+	+	+	
	<i>Campogramma glaycos</i> (Lacepède, 1801)	CAMPG	+	+		
<i>Muraenesocidae</i>	<i>Cynoponticus ferox</i>	CYNOF	+	+	+	+
<i>Clupeidae</i>	<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	SARDA	+	+	+	+
	<i>sardinella maderensis</i> (Lowe, 1838)	SARDM	+	+	+	+
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Ephippion guttifer</i> (Bennett, 1831)	EPHIG		+	+	+
<i>Serranidae</i>	<i>Epinephelus aenus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	EPINA	+	+	+	
<i>Gerreidae</i>	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	EUCIM	+	+		
<i>Sphyraenidae</i>	<i>Sphyraena piscatorium</i>	SPHYC			+	
<i>Cichlidae</i>	<i>Limnochromus auritus</i> (Boulenger, 1901)	LIMNA				+
<i>Merlucciidae</i>	<i>Merluccius senegalensis</i> (Cadenat, 1950)	MERLS		+		+
<i>Octopodidae</i>	<i>Octopus vulgaris</i> (Cuvier, 1797)	OCTOV	+			
<i>Haemulidae</i>	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i> (Guichenot, 1850)	PLECM	+	+		
	<i>Pomadasys rogerii</i> (Cuvier, 1830)	POMAR		+		
<i>Mullidae</i>	<i>Pseudopenaeus prayensis</i> (Cuvier, 1829)	PSEUP	+		+	
<i>Scorpaenidae</i>	<i>Scorpaena notata</i> (Rafinesque, 1810)	SCORN		+		
<i>Scombridae</i>	<i>Scuomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782)	SCUOJ	+	+		+
<i>Trichiuridae</i>	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	TRICL	+	+	+	+
<i>Zeidae</i>	<i>Zeus faber</i> (Linnaeus, 1758)	ZEUSF	+			+

Comme indiqué dans le tableau 6, nous voyons que deux tendances se dégagent du point de vue similarité dans la composition spécifique pour les espèces des quatre familles au niveau des quatre zones. Une première similarité entre les zones d'Angleterre et Keruss qui sont peuplées uniquement et avec les mêmes proportions pour les espèces de la famille des Carangidae et celle des Clupeidae.

Les variations de l'indice de Shannon-Weaver au niveau des stations sont étroitement liées à la variation de la richesse spécifique du peuplement de poissons. Considérant, la station Eglise, la plus grande valeur identifiée pour cette station a été celle calculée en saison froide. Ce qui signifie que c'est durant cette période que la station Eglise a sa plus forte diversité ichtyologique. La plus faible valeur de l'indice de Shannon-Weaver a été obtenue durant la saison de transition chaude froide, mieux aux moments où le milieu est pauvre en diversité spécifique en poisson.

Tableau 6. Richesse spécifique des quatre principales familles

Familles	Nombre d'espèces	Bunt-bi	Tank	Angleterre	Keruss
Sparidae	4	3	2	0	0
Carangidae	4	3	3	2	2
Clupeidae	2	2	2	2	2
Haemulidae	2	1	2	0	0

Les résultats obtenus ont montré une différence énorme quant au sens de la variation des valeurs de l'indice de Shannon-Weaver d'une station à l'autre durant les quatre saisons hydrologiques de l'année 2014 au niveau de l'AMP de Joal-Fadiouth. Ainsi nous remarquons que l'allure de la courbe de la station Gaskel évolue en dent de scie. Mieux, d'une saison à la suivante, les variations de l'indice de Shannon change de signe. Durant la saison froide on note une ascendance de la courbe ce qui représente une augmentation de la biodiversité du peuplement de poissons. Le contraire est enregistré à la période de transition F-CH. Pour le cas de la station Eglise, sa courbe de la diversité est décroissante ; mieux c'est en saison froide que la station a enregistré sa plus forte diversité pour tendre progressivement vers une mono spécificité. Notons qu'au niveau de la station Mbar Assane, de légères variations témoignant d'une petite augmentation de la diversité spécifique sont notées.

De manière générale, au niveau de l'AMP, nous constatons qu'entre la saison fraîche (SF) et la saison de transition fraîche-chaude (SF-CH), la courbe est descendante ce qui signifie qu'il y a une diminution de sa diversité ; au niveau des intervalles de transition nous remarquons le phénomène inverse ; donc il y a enrichissement de la diversité ichthyologique au niveau de cette station. Entre les SCH et SCH-F nous notons un appauvrissement en espèces qui se manifeste ici par une courbe descendante à ce niveau.

3.2.2.2 LES TRAITEMENTS STATISTIQUES : ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

L'analyse factorielle des correspondances réalisée sur la répartition des espèces dominantes de l'AMP suivant les quatre saisons hydrologiques a permis de constater que quatre tendances se dégagent suivant le degré d'affinité des espèces aux différentes saisons. Ce qui nous permet de voir pour chaque espèce dominante, les saisons durant lesquelles elle est plus abondante.

En saison froide nous avons les plus importantes présences pour les espèces *Gerres melanopterus* (GERM), *Ephyppion guttiffer* (EPHG), *Albula vulpes* (ALBV) et *Pseudopaneus prayensis* (PSEP).

En saison de transition chaude froide, la quasi-totalité de la biomasse des individus capturés appartient à l'espèce *Ilishia africana* (ILISA) avec un pourcentage de 84,9% et c'est durant cette saison que l'espèce est pratiquement rencontrée dans l'AMP, ce qui témoigne de forte affinité entre l'espèce et la saison qui est bien illustrée par la figure 4.

La saison chaudes et celle de transition froide-chaude présentent la même configuration du point de vue affinité pour les espèces *Liza dumerili* (LIZD) et *Ethmalosa fimbriata* (EMLF). Toutes ces deux espèces sont plus présentes dans l'AMP de Joal-Fadiouth durant ces deux saisons.

Au-delà du caractère d'affinité évoqué ici, on constate que parmi les dix espèces dominantes considérées dans le cadre de cette analyse factorielle des correspondances, deux espèces ont la particularité d'être présentes en pourcentage presque invariable, donc non influencé par une saison (Figure 5). Il s'agit de *Oreochromus guineensis* (ORES) et *Mugil cephalus* (MUGC).

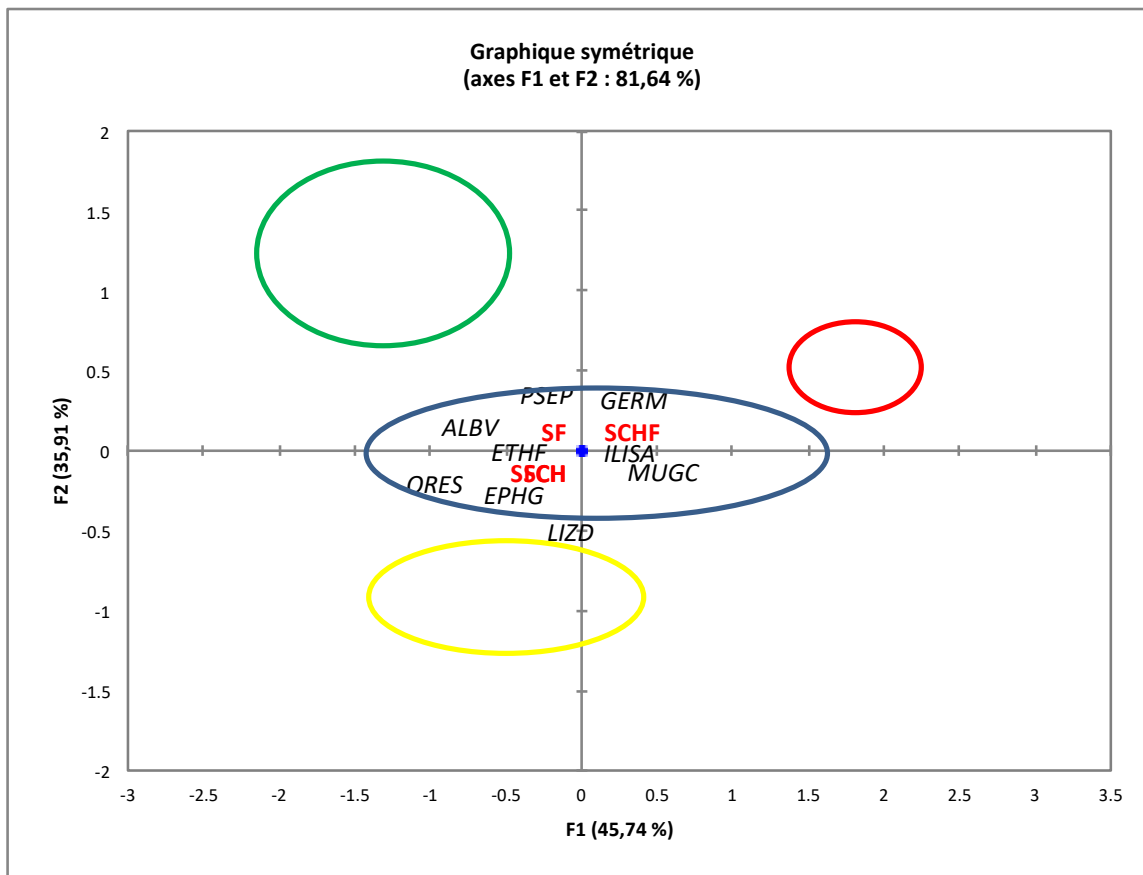


Fig. 5. Analyse factorielle des correspondances pour montrer le degré d'affinité des espèces en fonction des saisons

● Saisons ● espèces

4 DISCUSSIONS

Il convient de mentionner qu'en raison du caractère fastidieux de la méthode, nous avons jugé nécessaire d'ignorer certaines rubriques énumérées au niveau de la méthodologie. Ce sont le type d'engin de pêche, la taille et le poids des poissons. Dans le souci de respecter les rubriques qui constituent une campagne, c'est-à-dire les 4 saisons, nous avons utilisé les données de 2014 et 2015 pour une meilleure couverture spatio-temporelle des pêches expérimentales.

La confrontation des résultats de 2014, aux données des travaux de 2015 révèle une diminution du nombre d'espèces de poissons qui peuplent l'AMP. Celui-ci est passé de 70 en 2014 à 54 en 2015 (tableaux 3 et 5). Mais cette diminution pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs. D'abord, les données de 2014 ont été collectées sur une période de 12 mois contrairement à nos travaux réalisés sur une durée de 9 mois. Il convient de rappeler que les résultats obtenus en 2015 ne reflètent pas les conditions hydro climatiques qui ont régné durant la période des pêches expérimentales, à savoir les différentes saisons. En effet, pendant les SF et SF-CH, l'AMP ne reçoit pas d'apport d'eaux naturelles (précipitations), donc elle reste soumise à augmentation du taux de salinités de ses eaux. Cette tendance pourrait interdire la présence de certaines espèces. Si l'on fait une comparaison de la SF de l'année 2014 avec celle de 2015, nous remarquons une légère diminution du nombre d'espèces de poissons qui peuplent l'AMP en 2015. Avec 48 espèces en 2014 contre 43 espèces à la même saison en 2015. Ensuite cette différence pourrait être due à l'effort de pêche ou à la turbidité de l'eau, à la différence entre les stations choisies. Et en fin cette différence pourrait s'expliquer par des phénomènes de migrations. La migration est la solution adoptée par un très grand nombre d'espèces quand les conditions physico-chimiques et biologiques sont défavorables [20]. Le trait commun de la plupart des espèces de la Zone Economique Exclusive (ZEE) sénégalaise est leur migration saisonnière nord-sud à travers les frontières des pays de la sous-région (espèces pélagiques), sous l'impulsion des facteurs environnementaux. Une autre caractéristique essentielle des principaux stocks de pélagiques côtiers est l'existence d'une fraction côtière comprenant des juvéniles et de jeunes reproducteurs, plus accessible aux engins de la pêche artisanale, et d'une fraction hauturière accessible à la pêche industrielle et migrant saisonnièrement dans les eaux mauritaniennes, sénégalaises, gambiennes et nord bissau-guinéennes

[7]. Dans le cadre d'une étude similaire menée par [16] au niveau de l'AMP de Cayar au Sénégal, 26 espèces de poissons sont décrites. Cette différence significative avec nos résultats s'explique par plusieurs raisons. Il a travaillé sur une période de 6 mois contrairement à notre étude qui a duré 2 ans. Nous avons constaté un inachèvement de la couverture spatio-temporelle des pêches expérimentales dans les travaux de [16]. Avec ce constat, nous supposons que le nombre d'espèces rencontrées dans son étude ne traduit pas de manière quasi exhaustive la richesse spécifique de l'AMP de Joal (tableau 3).

Dans tous les cas, le constat qui découle de cette analyse est que la diversité des poissons connaît deux flux migratoires inverses : une entrée ou une apparition de nouvelles espèces en SF (*Acanthurus monroviae*, *Albula vulpes*, *Alutera punctata*, *Balistes punctatus*, *Boops boops*, *Caranx crysos*, *Cyrus alexandrinus*, *Echeneus naucrates*, *Ephippion lupei*, *Lophius vaillanti*, *Pomatomus saltatorix*, *Psettodes belcheri*, *Pteroscion peli*, *Scarus hoefleri*, *Scieana umbrina*, *Solea senegalensis*, *solea vulgaris*, *Sphæroides spengleri* et *Sphyræna barracuda*). et une sortie ou une disparition de certaines espèces parmi celles identifiées en SCH (*Ablennes hians*, *Diplodus cervinus*, *Diplodus senegalensis*, *Drepane africana*, *Ilisha africana*, *Polydactylus quadrifilis*, *Pomadasy incisus*, *Pseudotolithus elongatus*, *Pseudotolithus typus* et *Vomer alexandrinus*).

Au regard des traitements des données de l'année 2014, nous avons constaté que la diversité ichthyologique de l'AMP de Joal varie d'une saison à une autre. Cette fluctuation des espèces pourrait être expliquée par les conditions hydro climatique de l'écosystème de l'AMPJF, la turbidité de l'eau, la variation du taux de salinité de leur habitat, à l'instabilité des températures de leur cadre de vie...

L'analyse comparative des résultats de la diversité ichthyologique des différentes stations fait remarquer d'un côté, une différence de la richesse spécifique et/ou du nombre totale de poissons capturés entre les différentes stations (Figures 2, 3 et 4). Retenons que cette remarque n'influe pas directement sur le degré d'évolution de la diversité des poissons au sein des stations. Pour défendre cette hypothèse nous pouvons utiliser les résultats des stations Gaskel (52 espèces et 4595 individus) et Mbar Assane (27 espèces et 11872 individus). Précisons que la 1^{ère} bien qu'ayant le plus grand nombre d'individus capturés, a une diversité biologique relativement faible. Notons de l'autre côté que la diversité ichthyologique varie d'une station à une autre (Figure 5). Cette variation pourrait avoir plusieurs explications. Parmi ceux-ci l'on peut énumérer une distribution inégale des poissons dans les différentes stations échantillonnées, le type d'engin de pêche utilisé, l'existence ou l'absence d'herbier marin au niveau de la station concernée, les mœurs des poissons, la profondeur ou l'espèce évolue c'est-à-dire le niveau de prédilection de l'espèce. Elles peuvent avoir pour source d'importants apports d'eau douce enregistrée durant la saison humide. Cette hypothèse peut favoriser la réapparition de certaines espèces et même le flux migratoire de certaines espèces de poissons. Au regard de l'évolution tendancielle de la faune ichthyologique de l'AMP, il serait prétentieux de penser que la méthodologie d'échantillonnage utilisée a permis d'identifier toute la diversité biologique de l'AMPJF. Cela nous a amené à prendre en compte toutes les espèces concernées par les pêches expérimentales réalisées en 2015.

Cependant, nous pouvons d'ores et déjà affirmer qu'il existe une bonne richesse spécifique (nombre d'espèces présentes dans le milieu) de la population ichthyologique dans l'AMP (tableau 6). Retenons que, pour se prononcer sur l'évolution de la diversité biologique, nous avons eu recours aux études antérieures effectuées dans d'autres AMP. Ceux-ci révèlent des ressemblances et des dissemblances avec nos résultats. Si l'on s'intéresse au mode d'occupation de l'espace par les espèces, les résultats de l'inventaire de l'AMP de Cayar (AMPC) publiés par [16] indiquent des écarts de richesse spécifique entre l'AMPC (tableau 5) et AMPJF avec 26 espèces et 18 familles pour le 1^{er} contre 70 espèces et 38 familles. Les similitudes notées par [16] semblent confirmer l'hypothèse de la diversité des poissons de l'AMP qui varie d'une saison à une autre. Toutefois, avec la différence notée sur les types d'engins de pêche utilisés dans le cadre de ces deux études, on pourrait d'emblée lier ce résultat à la sélectivité du matériel utilisé. Etant entendu que la richesse spécifique est une fonction croissante de l'effort d'échantillonnage [22] et [23]). Autrement dit, la probabilité de capturer une espèce supplémentaire augmente avec la surface de la zone explorée, le type d'engin utilisé avec le nombre de prélèvements effectués. Or l'état de référence de ichthyofaune de l'aire marine protégée de Cayar résulte d'échantillonnages réalisés sur des stations bien identifiées par d'anciens pêcheurs avec une senne de plage qui est un filet de près de 300 - 500 m de long, avec un maillage très fin (12 mm environ de maille étirée), une chute de l'ordre de 20 - 30 m, des flotteurs et deux longs filins.

Par contre, avec ce protocole d'échantillonnage mis en place dans notre étude, l'essentiel des espèces considérées comme les plus caractéristiques de l'aire marine protégée de Joal ont été pêchées. Les différences (disparition, raréfaction ou apparition d'espèces) seraient révélatrices d'une modification de la qualité de l'environnement au sens large, y compris celui du changement climatique global. En effet, il est par ailleurs admis que le principal critère discriminant de la répartition et de la dynamique de certaines espèces est la température [24]). Un suivi régulier des communautés ichthyologiques et des paramètres environnementaux (température, pH, turbidité, salinité, oxygène dissout et chlorophylle) de l'aire marine protégée de Joal apparaît donc comme primordial [25]. Il permet d'avoir une idée sur les variations de la richesse spécifique au fil du temps et de prévoir l'impact futur de ce phénomène remarquable, induisant des changements profonds à l'échelle du fonctionnement écologique des écosystèmes de l'AMP.

L'analyse de la richesse spécifique par zone sur une période de douze mois (année 2013) a montré que, malgré quelques différences notées sur leurs caractéristiques (habitat et profondeurs), la richesse spécifique varie dans le même sens pour l'ensemble des zones. Dans les quatre zones étudiées, une augmentation a été notée durant la saison froide (janvier à mars), suivi d'une réduction progressive pendant la saison de réchauffement (avril à juin) jusqu'à la fin de la saison chaude (juillet à septembre). Une seconde phase d'augmentation s'est produite durant la période de refroidissement (octobre à décembre) (Ndiaye, 2014) [16]. Notons que la seconde phase d'augmentation mentionnée par [26] est en désaccord avec nos résultats. Cette disparité pourrait s'expliquer par l'effort de pêche, de la méthodologie d'échantillonnage, par la nature du fond marin différence, par une différence de salinité, par le matériel de prélèvement et même par les objectifs.

Au regard des résultats de la richesse spécifique de l'AMP Bamboung (AMPB) réalisés par [13], il nous semble qu'il confirme nos résultats, car s'élevant à 65 espèces, un nombre qui se rapproche des 70 espèces recensées dans AMPJF. En s'intéressant aux variations des valeurs de l'indice de Shannon-Weaver, on constate une tendance annuelle qui révèle des disparités entre les différentes stations. Retenons que sur l'ensemble des quatre zones échantillonnées par, [16] et [26], l'indice de Shannon varie en moyenne entre 0,18 et 2,06 avec des valeurs extrêmes atteignant 3,21 (valeur maximale) et 0,31 au niveau de la zone de Tank. Toutefois, nos résultats semblent avoir d'une part des similitudes avec ceux de [16], en ayant des valeurs moyennes de l'indice de Shannon qui varie entre 0,944 et 2,104. D'autre part, ils semblent le contredire en ayant des valeurs extrêmes atteignant : maximale 2,866 et minimale 0,479. Cette dernière hypothèse pourrait s'expliquer par une différence d'herbier marin, de peuplement, de saisons.

5 CONCLUSION

Cette contribution a permis d'actualiser la liste de la faune ichthyologique de l'AMPJF et d'avoir une idée sur sa répartition spatiale et temporelle. Elle a été réalisée durant une période de trois mois. Les résultats de ce recensement, cumulés à ceux de 2014 ont révélé 88 espèces, qui se répartissent en 71 genres appartenant à 42 familles. Les espèces qui se sont ajoutées à la liste de 2014 sont: *Serranus scriba*, *Lichia vadizo*, *Tilapia guineensis*, *Sardinella eba*, *Remora remora*, *Gerres nigri*, *Gymnura altavela*, *Pomadasy silium*, *Liza grandisquamis*, *Mugil bananeis*, *Polydactylus sp*, *Rhinobatos rhinobatos*, *Camprogama glaycos*, *Diplodus vulgarus*, *Pagellus sp*, *Pagrus ehrembergi* et *Torpedo nobiliana*. Les trois (03) espèces les plus abondantes dans cette AMP sont : *Arius africanus*, *Ethmalosa fimbriata*, *Ilisha africana*. Tandis que les espèces : *Argyrosomus regius*, *Boops boops*, *Camprogama glaycos*, *Dipturus leavis*, *Echeneis naucrates* y sont rare. Au-delà de ces résultats, il a été noté une fluctuation des populations de poissons dans le temps et dans l'espace avec parfois de grandes variations qui sont surtout dues aux facteurs écologiques (biotiques et abiotiques). L'analyse de la distribution spatiale a révélé que l'époque (la saison) et les pressions anthropiques influencent fortement la distribution de la faune ichthyologique de l'AMPJF.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à la Direction des Aires Marines Protégées Communautaires du Sénégal, les agents de l'AMP de Joal-Fadiouth et les personnes enquêtées.

REFERENCES

- [1] I. Thiaw, Rôles de la participation dans le processus de mise en place de l'aire marine protégée de Joal-Fadiouth-Ngazobil et de la congestion » Mémoire de fin d'études, Université de Thiès, pp: 05- 15, 2007.
- [2] Y.B.A. Badiane, Contraintes de mise en œuvre d'Aires Marines Protégées (AMP) dans les Zones de Pêche Artisanale : le Cas de Joal-Fadiouth (Sénégal) mémoire de DEA en Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, 85p, 2010.
- [3] G. Seck, 2012, Veille écologique et gestion des pêcheurs au Sénégal, GREEN Info n°3, p.12, 2012.
- [4] J.L. Kaly, Contribution à l'étude de l'écosystème de la mangrove de la petite côte et de reboisement. UCAD, FLHS, 3e cycle, Dakar, pp:16-17, 2001.
- [5] O. Sarr, Aire Marine Protégée, gestion halieutique, diversification et développement local de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal), Thèse de Doctorat de l'école Doctorale des sciences de la Mer, Université de Bretagne, p. 245, 2005
- [6] D. Gascuel, M. Laurans, A. Sidibé et M.D. Barry, Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolutions d'abondance des ressources démersales dans les pays de la CSRP. In *Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest: un demi-siècle de changement. Coll. Rap. Actes du Symposium international, Dakar*, pp. 205-222, 2002.

- [7] M. Thiaw, D. Gascuel, D. Thiao, O.T. Thiaw et D. Jouffre, Analysing environmental and fishing effects on a short-lived species stock: the dynamics of the octopus *Octopus vulgaris* population in Senegalese waters. *African Journal of Marine Science*, 33, 209-222, 2011. doi: 10.2989/1814232X.2011.600288
- [8] D. Thiao, C. Chaboud, A. Samba, F. Laloë et P.M. Cury, Economic dimension of the collapse of the 'false cod' *Epinephelus aeneus* in a context of ineffective management of the small-scale fisheries in Senegal. *African Journal of Marine Science*, 34, 305-311, 2012. doi: 10.2989/1814232X.2012.725278
- [9] W.M. Ndiaye, K. Thiaw, P. Diouf, P. Ndiaye, O.T Thiaw et J. Panfili, Changes in population structure of the white grouper *Epinephelus aeneus* as a result of long-term overexploitation in Senegalese waters. *African Journal of Marine Science*, 35, 465-472, 2013. doi: 10.2989/1814232x.2013.847495
- [10] D. Al-Abdulrazzak et S.C. Trombulak, Classifying levels of protection in Marine Protected Areas. *Marine policy* 36, 576-582, 2012.
- [11] J.J. Albaret, , 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, p. 50, 2003.
- [12] S.J. Lamberth, J.K. Turpie, The Role of Estuaries in South African Fisheries: Economic Importance and Management Implications. *African Journal of Marine Science*, 25, 131-157, 2003.
- [13] J.J. Albaret, M. Simier et O. Sadio, Suivi biologique des peuplements de poissons d'une aire protégée en zone de mangrove : le bolon de Bamboung (Sine Saloum, Sénégal). Rapport final. Rapport de convention Narou Heuleuk/ AFD/ IRD, Dakar, p.80, 2005.
- [14] M.C. Trouilhé, Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation, Thèse de Doctorat. Ecologie des Systèmes Aquatiques Continentaux. Université de Poitiers, p. 260, 2002.
- [15] M. Fall, Pêcherie démersale côtière au Sénégal: essai de modélisation de la dynamique de l'exploitation des stocks. Doctoral dissertation, Université de Montpellier 2, Montpellier, p. 231, 2009.
- [16] M. Ndiaye, Biodiversité et structures bioécologiques de la faune ichthyologique de l'aire marine protégée de Cayar(Sénégal), pp : 32 -56, 2014.
- [17] C.E. Shannon et W. Weaver, The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, 1963.
- [18] J.M. Gobat, M. Aragno et W. Matthey, Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2010.
- [19] J. Lobry, L. Mourand, E. Rochard and P. Elie, , Structure of the Gironde estuarine fish assemblages : a European estuaries comparison perspective, *Aquatic Living Resources*, vol. 16, n° 2, p. 47-58, 2003a.
- [20] J.J. Albaret, Les poissons, biologie et peuplements. In: J.R. Dufour P. Guira LD. et Zabi S.G.F. (Edits.). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires, ORSTOM éditions Paris, Durand: pp. 239-279, 1994.
- [21] P. Guibbaud, Pêche illicite : Quel avenir pour l'Afrique de l'Ouest ? Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité, p.16, 2012.
- [22] S. Dallot, Sampling properties of biodiversity indices. *Océanis*, 24, 89-105, 1998.
- [23] S. Frontier, L'échantillonnage de la diversité spécifique. In *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, pp. 416-436. Masson-Les presses de l'université de Laval, Québec, 1983.
- [24] J. LOBRY, Quel référentiel de fonctionnement pour les écosystèmes estuariens ? Le cas des cortèges de poissons fréquentant l'estuaire de la Gironde, thèse de doctorat, université de Bordeaux I, Bordeaux, p.195, 2004.
- [25] F.N. Diop, Mise en place d'une stratégie de bonne gouvernance des ressources marines et côtières dans un contexte transfrontalier : cas de l'Aire Marine Protégée de Saint-Louis au SENEGAL Éditions d'UNESCO : MAB, pp.10-16, 2013.
- [26] B.A. Mbengue, Evaluation de l'efficacité bioécologique des aires marines protégées (AMP) : le cas de l'AMP de Joal-Fadiouth. Mémoire de fin d'études, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, p.40, 2016.