



## Analyse de données de campagnes scientifiques relatives à la brotule *Brotula barbata* et aux saint-pierre *Zeus faber mauritanicus* et *Zenopsis conchifer* des côtes sénégalaises

Massal FALL<sup>1\*</sup> and Farokh NIASS<sup>2</sup>

1. Vétérinaire biologiste des pêches, chercheur au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), BP 2241, Dakar, Sénégal.

2. Biologiste des pêches, enseignant-chercheur, chef de la Section Aquaculture, UFR des Sciences Agronomiques d'Aquaculture et de Technologies alimentaires (S2ATA), Université Gaston Berger de Saint-Louis BP 234, Saint-Louis, Sénégal. Email : [farokh.niass@ugb.edu.sn](mailto:farokh.niass@ugb.edu.sn)

\* Correspondant : [massal.fall@gmail.com](mailto:massal.fall@gmail.com)

Original submitted in on 26<sup>th</sup> September 2014. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 30<sup>th</sup> November 2014.

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v83i1.9>

### RÉSUMÉ

**Objectif :** La brotule *Brotula barbata*, le saint-pierre *Zeus faber mauritanicus* et le saint-pierre argenté *Zenopsis conchifer* sont des espèces accessoires des pêcheries démersales profondes. Elles revêtent une importance bioécologique, alimentaire et économique au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. Le présent article contribue à la connaissance de la bioécologie de ces espèces en analysant des données de campagnes scientifiques collectées *in situ* de 2001 à 2009.

**Méthodologie et résultats :** Le saint-pierre argenté est plus côtier que les deux autres. Il domine dans les captures côtières (50 %) et profondes (70 %) suivi de la brotule (22 % en moyenne) et du saint-pierre (18 %). Dans les campagnes côtières, la saison et la strate de profondeur ont des effets très hautement significatifs pour les 3 espèces alors que la zone n'aurait d'effet que pour la brotule et le saint-pierre. Pour les campagnes profondes, la radiale a un effet significatif sur le saint-pierre argenté, la strate bathymétrique exerce un effet hautement significatif sur le saint-pierre tandis que la saison est le seul *facteur à ne pas avoir d'effet sur la brotule*.

**Conclusion et application des résultats :** Ces analyses peuvent être prises en compte dans les aménagements des différentes pêcheries par exemple l'instauration de repos biologiques et l'exploitation rationnelle de nouveaux types de ressource.

**Mots clés :** brotule, saint-pierre, saint-pierre argenté, bioécologie, Sénégal

## Data analysis of scientific surveys on the bearded brotule *Brotula barbata*, John Dory *Zeus faber mauritanicus* and Silvery John Dory *Zenopsis conchifer* of Senegalese coast

### ABSTRACT

**Objective:** The bearded brotule *Brotula barbata*, John Dory *Zeus faber mauritanicus* and the silvery John Dory *Zenopsis conchifer* are by-catch species from the deep demersal fisheries. These species are of relevant ecological and socio-economic importance in Senegal and West Africa. This work aims to contribute to the knowledge of their bio-ecology by analyzing the 2001-2009 time series collected during scientific surveys off Senegal.

**Methodology and results:** The silvery John Dory is mainly found near the coast vs the both other fish species targeted in this study. It is the main species in the coastal catches (50 %) and in the deep catches (70 %) which is followed by the bearded brotula (22 %; average of coastal and deep catches) and John Dory (18 %; average of coastal and deep catches). From the coastal surveys, the season and the depth stratum have a high significant effect on the abundances of the three species while the zone would have an effect only for the bearded brotula and John Dory. For the deep surveys, the transect has a significant effect on the abundance of silvery John Dory, depth stratum has a highly significant effect on John Dory, while the season is the single factor that does not affect on John Dory.

**Conclusion and application:** These results can be taken into account in the framework of local fisheries management e.g. to introduce biological rests or to apply an optimal fishing exploitation for a novel fish species exploited.

**Keywords:** bearded brotule, John Dory, silvery John Dory, bio-ecology, Senegal

### INTRODUCTION

Les ressources halieutiques exploitées au Sénégal comprennent, typiquement, des pélagiques côtiers et hauturiers, des démersaux côtiers et profonds outre celles dites continentales, certes moins représentées. Les ressources démersales profondes proprement dites renferment divers poissons, crustacés et mollusques évoluant, par convention, entre 150 et 800 m de profondeur (Fall, 2008). Elles sont principalement exploitées par des chalutiers crevettiers, poissonniers et crabiers battant surtout pavillon espagnol jusqu'en juin 2006 (Coulibaly et al, 2008). Du fait de la non-reconduction des accords de pêche Sénégal/Union Européenne (UE) à partir de cette date, la flottille est devenue exclusivement locale avec seulement 17 crevettiers dont 13 effectivement opérationnels et 2 crabiers (Coulibaly et al, 2008). Les crevettes profondes notamment la gamba (*Parapenaeus longirostris*) et l'alistado (*Aristeus varidens*), le crabe rouge profond (*Geryon maritae*) et les merlus noirs (*Merluccius senegalensis* et *M. polli*) sont les principales espèces-cibles de ces flottilles (Ndiaye, 2010). La faune associée à ces taxons est une communauté

de poissons abondants et variés constituant les captures accessoires. Parmi celles-ci, on dénombre les *Ophidiidae* surtout la brotule (*Brotula barbata*) et les *Zeidae* dont les taxons majeurs sont le saint-pierre (*Zeus faber mauritanicus*) et le saint-pierre argenté (*Zenopsis conchifer*). Le présent travail, qui porte essentiellement sur ces 3 taxons (*Brotula barbata*, *Zeus faber mauritanicus* et *Zenopsis conchifer*), se justifie à plus d'un titre. Premièrement, la brotule et les saint-pierre sont des poissons réputés pour la qualité gustative et nutritionnelle de leur chair (Omnes, 2003). Par exemple, la chair des saint-pierre, qui représente 30 à 40 % du poids corporel, est excellente, de grande valeur commerciale, tient bien à la cuisson et se détache facilement (Séret et Opic, 1981). Deuxièmement, bien qu'étant des prises accessoires des crevettiers, merlutiers et crabiers profonds, ces 3 espèces sont exclusivement destinées à l'exportation (UE, principalement); ce qui, du fait de leur haute valeur commerciale (Omnes, 2003), génère d'importantes recettes à l'état du Sénégal. Troisièmement, mis à part les ouvrages de systématique de Blache,

Cadenat et Stauch (1970), Séret et Opic (1981) et Bellemans, Sagna, Fischer et Scilabba (1988), il n'existe quasiment aucune étude relative à ces taxons au Sénégal depuis les travaux de Desbrosses (1937) et Levenez et Potier (1983) sur la brotule malgré la disponibilité de données de campagnes scientifiques démersales côtières et profondes au niveau du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT). Nous avons donc voulu réactualiser les données sur

ces taxons en termes de distribution spatiotemporelle, de facteurs explicatifs de leurs abondances respectives et de caractérisation de leur faune associée. L'objectif poursuivi est de contribuer à une meilleure connaissance de la bioécologie de ces espèces que la plupart des sénégalais méconnaissent du fait, principalement, de leur distribution plus au large comparativement aux stocks démersaux et pélagiques côtiers.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

**Milieu physique :** Sur le plan physique, l'étude concerne la côte sénégalaise. Longue de 715 km, celle-ci est scindée en 3 zones géographiques : nord, centre et sud (**Figure 1**). La zone nord, grande côte ou côte nord, va de Saint Louis (16°04N) à la pointe des Almadies (14°45N). C'est une zone riche en fonds meubles. Ses principaux ports de pêche sont Saint-Louis, Lompoul, Fass-Boye, Mboro et surtout Kayar qui comprend une célèbre fosse située par 15°00N. La zone centre ou petite côte s'étend de la pointe des Almadies (14°45N) à la frontière nord du Sénégal avec la Gambie (13°45N). Riche en fonds rocheux, ses principaux ports de pêche sont Mbour, Joal, Palmarin et Sangomar. Enfin, la zone sud ou région naturelle de la Casamance, va de la frontière sud du Sénégal avec la Gambie (13°04N) à la frontière sud du Sénégal avec la Guinée Bissau (12°20N, Cap Roxo). Elle est marquée par des fonds rocheux, discontinus ou en bancs. Cap- Skiring constitue son principal port de pêche.

### Source des données

Les données proviennent d'une série de campagnes scientifiques menées par l'équipe du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye

(CRODT) qui est le centre spécialisé de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) sur les questions relatives à l'halieutique. Les campagnes ont été menées en saisons froide (de décembre à mai) et/ou chaude (de juin à octobre) dans la Zone Économique Exclusive (ZEE) du Sénégal sous la forme de chalutages démersaux ciblant les stocks côtiers (8 campagnes) ou profonds (3 campagnes) (**Tableau 1**). Les campagnes CRODT+JICA sont le fruit de la coopération sénégalonipponne, à travers la Direction des Pêches Maritimes (DPM) et le CRODT pour le Sénégal, la Japan International Cooperation Agency (JICA) et Overseas Agency for Fisheries International Cooperation (OAFIC) pour le Japon. Les campagnes SAGPS (Stratégie d'Aménagement et de Gestion des Pêches au Sénégal) ont été exécutées dans le cadre du Programme d'Aménagement et de Gestion des Pêcheries du Sénégal impliquant le Ministère des Finances du Sénégal, la DPM, le CRODT et l'Union Européenne (Fall, 2008). Toutes les autres campagnes relèvent des activités traditionnelles du Programme I, Ressources et Milieux, du CRODT.



Figure 1 : Côte sénégalaise et ses subdivisions

Tableau 1 : Listing des campagnes démersales côtières et profondes analysées

Codes	Stocks	Périodes	Saisons	Observations
2001_ID_SF	Côtières	23 mars – 26 mai 2001	Froide	CRODT
2001_ID_SC	Côtières	14 septembre – 24 octobre 2001	Chaude	CRODT
2002_ID_SF	Profonds	18 – 30 avril 2002	Froide	CRODT
2003_ID_SF	Côtières	01 – 11 mai 2003	Froide	CRODT
2004_ID_SF	Côtières	23 janvier – 22 février 2004	Froide	CRODT+JICA
2004_ID_SC	Côtières	31 juillet – 25 août 2004	Chaude	CRODT + JICA
2005_ID_SC	Côtières	17 août – 01 septembre 2005	Chaude	CRODT
2008_ID1_SF	Côtières	28 mars – 12 avril 2009	Froide	SAGPS
2008_ID2_SC	Profonds	28 avril – 5 mai 2009	Froide	SAGPS
2008_ID3_SF	Côtières	12 – 28 août 2009	Chaude	SAGPS
2008_ID4_SC	Profonds	11 – 28 septembre 2009	Chaude	SAGPS

SF = saison froide et SC = saison chaude – Les campagnes démersales profondes sont hachurées en gris

Pour les 8 campagnes démersales côtières (plateau continental, fonds de 10 à 200 m), les stations ont été visitées après un échantillonnage aléatoire stratifié (EAS) tenant compte à la fois des 3 zones précitées (nord, centre et sud) et de 3 à 4 tranches bathymétriques selon le cas (a) 0 – 30 m, 30 – 60 m, 60 – 90 m et 90 – 200 m en 2001 et 2003 (3 campagnes) (b) 10 – 50 m, 50 – 100 m, 100 – 200 m en 2004, 2005 et 2008 (5 campagnes). A chaque fois, 10 % du total des stations a été tiré au hasard et sans remise. S'agissant des 3 campagnes démersales profondes (talus continental, à partir de 150-200 m de profondeur), le plan d'échantillonnage adopté est de type systématique (visite de radiales). Ici, la côte

est subdivisée en 9 radiales réparties comme suit : 4 au nord (Gandiole, Lompoul, Nord Mboro et Kayar), 4 au centre (Nord Mbour, Mbour, Palmarin et Sangomar) et 1 au Sud (Cap Skiring). Chaque radiale comporte 6 stations correspondant aux tranches bathymétriques suivantes : 150 – 200 m, 250 – 300 m, 350 – 400 m, 450 – 500 m, 550 – 600 m et 650 – 700 m. Chaque station devait être chalutée en veillant, autant que possible, à couper les sondes moyennes échelonnées de 175 m à 675 m (**Tableau**). Les stations côtières et profondes ont été chalutées de jour, à raison d'une ½ heure par station, sauf en 2002 (traits d'une heure).

**Tableau 2 :** Répartition des stations visitées au niveau de chaque radiale

Station	Gammes de profondeur	Sondes moyennes
1	150 – 200 m	175 m
2	250 – 300 m	275 m
3	350 – 400 m	375 m
4	450 – 500 m	475 m
5	550 – 600 m	575 m
6	650– 700 m	675 m

**Nature et traitement des données :** Les données recueillies pendant et après les traits sont relatifs aux opérations de chalutage (latitudes, longitudes, profondeurs et heures de début et de fin de trait, zone, numéro du trait, zone, saison, vitesse de chalutage, etc.) et à la biologie (listing des taxons, poids en kg et effectifs). Deux fichiers relatifs, l'un aux données côtières (8 campagnes, 488 stations), l'autre aux données profondes (3 campagnes, 73 stations) ont ensuite été constitués. Les stations, en lignes, renvoient aux traits de chaluts de chaluts ayant rapporté au moins une des 3 espèces-cibles (brotule, saint-pierre et saint-pierre argenté). Les colonnes ou variables sont au nombre de 9 à 10 : campagnes (code), station (n°), saison (chaude ou froide), zone (nord, centre ou sud), profondeur (moyenne, en m), strates (A = 0 – 50 m, B = 50 – 100 m, C = 100 – 150 m et D = 150 – 200 m pour les campagnes côtières, E = 50 – 200 m, F = 250 – 300 m, G = 350 – 400 m, H = 450 – 500 m et I = 550 – 600 m pour les stations profondes), radiale (campagnes profondes seulement : Gandiole, Lompoul, Nord Mboro, Kayar, Nord Mbour, Mbour, Palmarin, Sangomar et Cap Skiring), espèces (ex : *Octopus vulgaris*) et groupes (ex : céphalopodes), poids (en kg). A des fins d'harmonisation, les captures spécifiques côtières et profondes ont été rapportées à des durées uniformes de chalutage de 30 minutes. Du fait de la forte hétérogénéité des données de captures spécifiques  $X_i$  (beaucoup de

valeurs nulles zéros à côté de quelques autres plus ou moins rares et élevées), une transformation logarithmique  $X_i = \log (X_i + 1)$

a été mise en œuvre pour stabiliser leurs variances. Des paramètres statistiques élémentaires (somme totale, moyenne, intervalle de confiance de la moyenne, écart type et le coefficient de variation) ont été déterminées à l'aide du logiciel Excel®. Ces paramètres de position et de dispersion renseignent sur les captures et la profondeur de pêche, relativement aux espèces-ciblées. Des analyses de variance à un facteur (ANOVA 1) ont été faites via le logiciel SPSS® en croisant la saison (froide ou chaude), la zone (nord, centre ou sud), la strate (4 à 5 modalités selon les stocks) ou la radiale (9 modalités pour les profonds) à une prise spécifique (*Brotula barbata*, *Zenopsis conchifer* ou *Zeus faber mauritanicus*) exprimée en kg. L'ANOVA permet de tester le caractère significatif ou non des différences de moyennes des modalités du facteur sur la base de 2 hypothèses (a)  $H_0$  : les moyennes sont toutes égales (b)  $H_1$  : une moyenne au moins est différente des autres. En raison de sa robustesse à la non normalité, seule l'homogénéité est testée (test de Levène) avec recours au t test si concluant (plus test de Tukey pour comparer 2 à 2 les effets de plus de 2 modalités) et au test non paramétrique de Kruskal – Wallis si non concluant. Les différences peuvent être non significatives (DNS, probabilité d'erreur  $p > 5 \%$ ), significatives (DS,  $p < 5 \%$ ), hautement significative

(DHS,  $p < 1\%$ ) ou très hautement significative (DTHS,  $p < 1\%$ ). L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une technique d'analyses multivariées descriptive définissant des facteurs ou composantes principales qui sont des variables artificielles non corrélées entre elles, de variances maximales, qui sont les variables les plus liées aux variables de départ qu'elles résument et dont le sens est mieux perçu sur les cercles de corrélation, sortes d'hyper sphères de centre 0 (variables centrées) et

de rayon 1 (variables réduites). Dans la présente étude, en vue de l'ACP faite avec le logiciel XLSTAT®, les données sont des poids spécifiques en kg présentées sous la forme de 2 tableaux de mesures comportant (a) 488 stations en lignes et 111 captures spécifiques en colonnes pour les campagnes côtières (b) 73 stations en lignes et 94 captures spécifiques en colonnes pour les campagnes profondes.

## RÉSULTATS

**Statistiques élémentaires :** Le poids global des 3 espèces cibles (brotule, saint-pierre et saint-pierre argenté) est de 4 224 kg pour les campagnes côtières et de 942 kg pour les campagnes profondes, soit respectivement 4 % et 9 % des captures globales de ces campagnes. Au plan individuel, le saint-pierre argenté est l'espèce dominante aussi bien dans les campagnes côtières (1/2 des captures) que profondes (7/10) avec

une moyenne de 60 % des captures, suivi de la brotule (22 %) et du saint-pierre (18 %). La même espèce affiche également, en termes de captures, les plus fortes valeurs maximale et moyenne ainsi que la plus faible variabilité. En revanche, elle semble plus côtière que la brotule et le saint-pierre qui ont, toutes campagnes confondues, des profondeurs de pêche maximale et moyenne plus importantes (**Tableau 3**).

**Tableau 3 :** Statistiques élémentaires relatives à la capture et à la profondeur de pêche

Campagnes	Campagnes côtières				Campagnes profondes			
	BB	ZFM	ZC	TOTAL	BB	ZFM	ZC	TOTAL
Paramètres/Espèces								
Captures totales (kg)	725	1 357	2 142	4 224	245	42	655	942
% par campagne	17%	32%	51%	100%	26%	4%	70%	100%
% moyen toutes campagnes	60 % de ZC, 22 % de BB et 18 % de ZFM							
Captures maximum (kg)	66	275	56		50	75	10	
Captures moyennes (kg)	3.3	21.2	3.3		5.7	10.7	2.8	
Écart type moyenne	6.1	44.9	5.7		9.8	18.1	2.7	
CV moyenne	184%	212%	172%		172%	169%	95%	
Profondeur minimum (m)	15	15	14		147	155	122	
Profondeur maximum (m)	200	200	195		823	823	763	
Profondeur moyenne (m)	110	156	99		273	302	228	
Écart-type moyenne	43	32	40		137	126	161	
CV moyenne	39%	20%	40%		50%	42%	71%	

BB = *Brotula barbata*, ZFM = saint-pierre *Zeus faber mauritanicus*, ZC = saint-pierre argenté *Zenopsis conchifer*, CV = coefficient de variation (écart-type/moyenne, en %)

**Analyse de Variance** Le **Tableau 4** résume les résultats des ANOVA-1. S'agissant des campagnes côtières, les facteurs « saison » et « strate de profondeur » ont des effets très hautement significatifs, quelle que soit l'espèce considérée. En revanche, l'effet du facteur « zone » n'est noté que pour la brotule et pour le saint-pierre. Pour les campagnes profondes, la radiale a un effet significatif sur le saint-pierre argenté et la strate bathymétrique exerce

un effet hautement significatif sur le saint-pierre tandis que la saison est le seul facteur à ne pas avoir d'effet sur la brotule. Les variances sont partout hétérogènes pour les campagnes côtières, ce qui y exclut de facto le recours aux tests paramétriques (t-test et test de Tukey), contrairement aux campagnes profondes où certaines variances sont homogènes (**Tableau 5**).

**Tableau 4 :** Synthèse de l'effet des facteurs sur les espèces cibles et par type de campagne

Campagnes	Facteurs	<i>Brotula barbata</i>	<i>Zenopsis conchifer</i>	<i>Zeus faber mauritanicus</i>
-----------	----------	------------------------	---------------------------	--------------------------------

**Fall et Niass. J. Appl. Biosci. 2014 Analyse de données de campagnes scientifiques relatives à la brotule *Brotula barbata* et aux saint-pierre *Zeus faber mauritanicus* et *Zenopsis conchifer* des côtes sénégalaises**

Démersales côtières	Saison	DTHS	DTHS	DTHS
	Zone	DTHS	DNS	DTHS
	Strate bathymétrique	DTHS	DTHS	DTHS
Démersales profondes	Saison	DNS	DNS	DNS
	Zone	DS	DNS	DNS
	Strate bathymétrique	DS	DNS	DHS
	Radiales	DHS	DS	DNS

DTHS = Différence très hautement significative, DHS = Différence hautement significative, DS = Différence significative

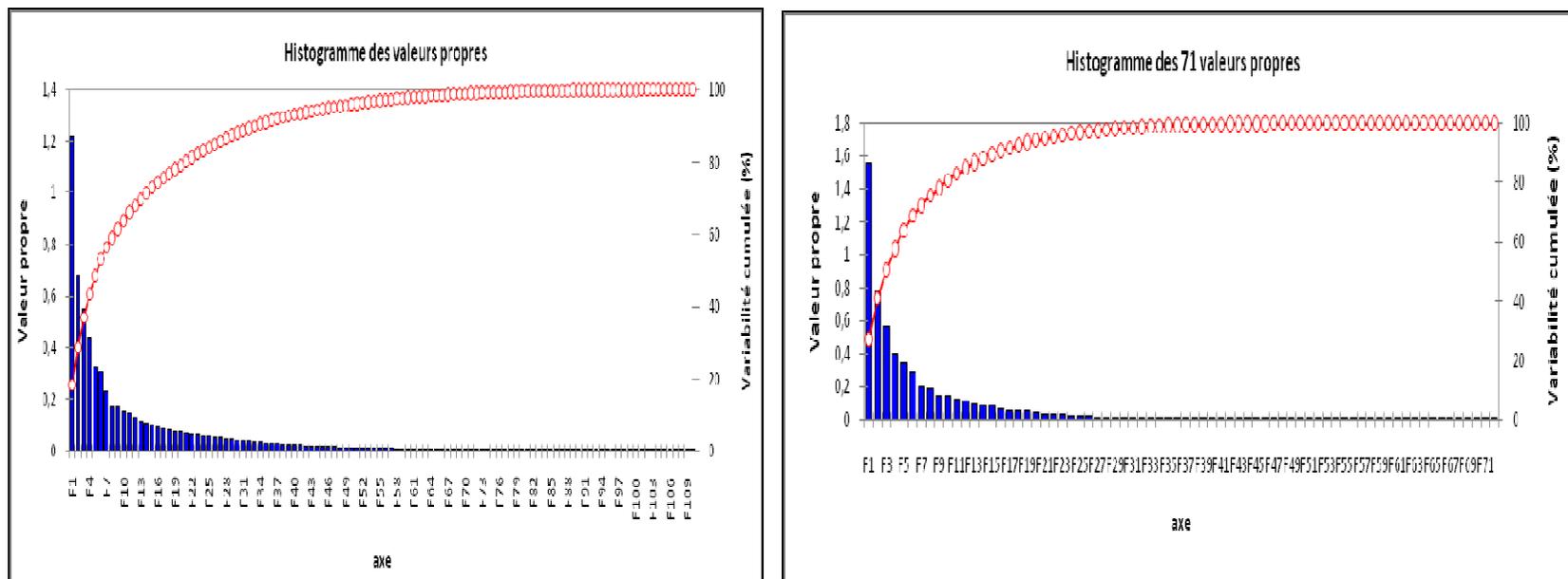
**Tableau 5 :** Synthèses des résultats de l'ANOVA-1 pour les campagnes côtières et profondes

<b>Campagnes côtières</b>	<b>Facteurs</b>	<b>Brotule</b>	<b>Saint-Pierre argenté</b>	<b>Saint-Pierre</b>
T. de Levène	Saison	Variances hétérogènes quelle que soit l'espèce (p = 0.000)		
Test de Kruskal-Wallis		DTHS (p = 0.000, saison froide = 2.04 kg, saison chaude = 0.56 kg)	DTHS (p = 0.000, saison froide = 0.25 kg, saison chaude = 6.85 kg)	DTHS (p = 0.000, saison froide = 0.69kg, saison chaude = 4.023kg)
T. de Levène	Zone	Variances hétérogènes quelle que soit l'espèce (p = 0.000)		
Test de Kruskal-Wallis		DTHS (p = 0.000, avec 0.79 kg au Centre, 1.19 kg au Nord et 2.86 au Sud)	DNS (p = 0.005, avec 6.46 kg au Centre, 5.03 kg Nord et 0.78 kg au Sud)	DTHS (p = 0.000 avec 2.80 kg au Centre, 3.54 kg au Nord et 1.33 kg au Sud)
T. de Levène	Strate de profondeur	Variances hétérogènes quelle que soit l'espèce (p = 0.000)		
Test de Kruskal-Wallis		DTHS (p = 0.000) entre les strates A (0.17 kg), B (1.23 kg), C (1.87 kg) et D (2.43 kg)	DTHS (p = 0.000) entre les strates A (0.02 kg), B (0.03 kg), C (2.30 kg) et D (20.41 kg)	DTHS (p = 0.002) entre les strates A (1.191 kg), B (3.277 kg), C (3.571 kg) et D (1.562 kg)
<b>Campagnes profondes</b>	<b>Facteurs</b>	<b>Brotule</b>	<b>Saint-Pierre argenté</b>	<b>Saint-Pierre</b>
Test de Levène	Saison	Variances hétérogènes (p = 0.043)	Variances homogènes (p = 0.067 pour le saint-pierre argenté et p = 0.075 pour le saint-pierre)	
T test		Non indiqué	DNS (p = 0.540), avec 10.68 kg en saison froide et 8.09 kg en saison chaude	DNS (p = 0.319, avec 0.72 kg en saison froide et 0.31 kg en saison chaude)
Test de Kruskal-Wallis		DNS (p = 0.214) 4.169 kg en saison froide, 1.804 kg en saison chaude	Non indiqué	Non indiqué
Test de Levène	Zone	Variances homogènes (p = 0.003)	Variances hétérogènes (p = 0.180 pour ZC et p = 0.108 pour ZFM)	
T test		DS (p = 0.034) avec 4.82 kg au nord, 0.64 kg au centre, 5.44 au sud		
Test de Kruskal-Wallis			DNS (p = 0.627) avec 9.08 kg au nord, 10.21 kg au centre et 4.27 au sud	DNS (p = 0.478) avec 0.27 kg au nord, 0.74 kg au centre, 0.83 au sud
Test de Tukey		DNS entre le centre et le nord (p=0.98), entre le centre et le sud (p = 0.23) et entre le nord et		

		le sud (p = 0.97)		
T. de Levène	<b>Strates de profondeur</b>	V. hétérogènes (p = 0.040)		V. homogènes (p = 0.195)
T test				DNS (p = 0.679) entre les strates E (12.17 kg), F (6.54 kg), G (10.96 kg), G (4.63kg) et I (2.43kg)
Test de Kruskal-Wallis		DS (p = 0.010) entre les strates E (5.89 kg), F (1.93 kg), G (3.38 kg), H (0 kg) et I (0.89 kg)		
Test de Tukey				DNS entre les strates E, F, G, H et I prises 2 à 2
Test de Levène	<b>Radiales</b>	V. hétérogènes avec p = 0.002 pour la brotule, p = 0.004 pour le saint-pierre argenté et p = 0.004 pour le saint-pierre		
Test de Kruskal-Wallis		DHS (p = 0.046) entre Mbour (0.69 kg), Nord Mbour (1.22 kg), Palmarin (0.5 kg), Sangomar (0.62 kg), Gandiole (9.52 kg), Kayar (3.96 kg), Lompoul (2.4 kg), Mboro nord (1.42 kg) et Cap Skiring (11.80kg).	DNS (p=0.334) entre Mbour (6.62 kg), Nord Mbour (12.56 kg), Palmarin (3.14 kg), Sangomar (11.36 kg), Gandiole (20.39 kg), Kayar (3.14 kg), Lompoul (5.23 kg), Mboro nord (10.02 kg) et Cap Skiring (0 kg)	DS (p=0.642) entre les radiales Mbour (0.08 kg), Nord Mbour (0.96 kg), Palmarin (0.21 kg), Sangomar (0.16 kg), Gandiole (1.45 kg), Kayar (0.40 kg), Lompoul (0.50 kg), Mboro nord (0.36 kg) et Cap Skiring (1.25 kg)

**Analyses en Composantes Principales : Inertie captée :** La proportion de l'inertie du nuage de points initial captée par les 4 premiers axes factoriels est, respectivement, de 44 % et de 58 % dans le cadre de l'ACP côtière et de l'ACP profonde (**Figure 2**). Ces axes

seront retenus pour la suite de l'analyse pour les raisons liées à l'importance du pourcentage capté, de la qualité de représentation des taxons ciblés ou des contributions de celles-ci sur les axes.



Fi = Axe factoriel i

**Figure 2 :** Histogramme des valeurs propres des ACP côtière (gauche) et profonde (droite)

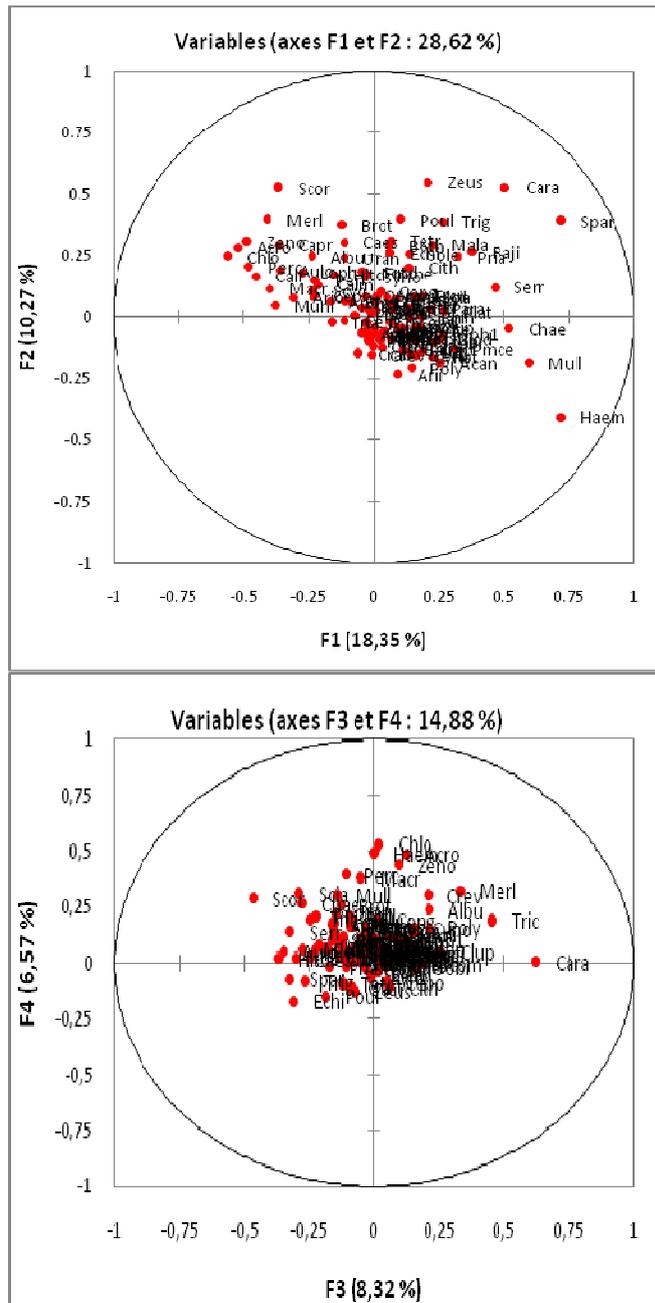
**Contributions :** Les 3 espèces ciblées font partie des 10 taxons ayant le plus contribué – sur une base minimale de 10 % – à l’édification des axes factoriels dans les cadre des ACP côtière et profonde (**Tableau 6**)

**Tableau 6 :** Listing des 10 plus fortes contributions taxonomiques côtières (%) par type d'ACP

Rang	Espèces côtières	Axe 1	Espèces côtières	Axe 2	Espèces côtières	Axe 3	Espèces côtières	Axe 4
1	Haemullidae	24.411	Carangidae	23.337	Carangidae	41.894	Haemullidae	35.188
2	Sparidae	23.690	Sparidae	13.158	Sparidae	10.485	Chlorophthalmidae	12.238
3	Carangidae	12.077	Haemullidae	10.542	Scorpaenidae	8.150	Acropomatidae	8.700
4	Chlorophthalmidae	5.302	Scorpaenidae	9.075	Trichuridae	6.021	<i>Zenopsis conchifer</i>	7.807
5	Mullidae	5.230	<i>Zeus f. mauritanicus</i>	5.864	Sciaenidae	4.127	Sciaenidae	4.916
6	Acropomatidae	3.848	Céphalopodes	4.764	Merluccidae	3.632	Mullidae	4.058
7	<i>Zenopsis conchifer</i>	3.824	Merluccidae	3.902	Echinodermes	3.198	Merluccidae	3.807
8	Scorpomatidae	2.547	Triglidae	3.192	Serranidae	1.915	Scorpaenidae	3.532
9	Merluccidae	2.450	<i>Zenopsis conchifer</i>	2.986	Ariomatidae	1.871	Sparidae	2.570
10	Rajidae	1.983	<i>Brotula barbata</i>	2.269	Caesionidae	1.790	Percophidae	1.875
Rang	Espèces profondes	Axe 1	Espèces profondes	Axe 2	Espèces profondes	Axe 3	Espèces profondes	Axe 4
1	Chlorophthalmidae	22,827	Carangidae	21,866	Merluccidae	27,577	Chlorophthalmidae	14,945
2	Acropomatidae	19,046	Crustacés	11,998	<i>Zenopsis conchifer</i>	18,111	<i>Brotula barbata</i>	13,730
3	Aulopidae	8,074	Setarchidae	10,988	Macrouridae	8,230	Trachuridae	11,073
4	Crustacés	5,800	Scorpaenidae	7,804	Aulopidae	7,633	Sciaenidae	10,624
5	Merluccidae	4,956	Sparidae	7,381	Caproidae	5,595	Macrouridae	7,155
6	Scorpaenidae	4,648	<i>Brotula barbata</i>	5,936	Echinodermes	4,232	Scorpaenidae	6,708
7	Carangidae	3,344	Macrouridae	3,943	Scorpaenidae	3,766	Moridae	5,244
8	Scylliorhinidae	3,248	Bothidae	3,408	Moridae	3,732	Aulopidae	3,157
9	<i>Zenopsis conchifer</i>	2,808	<i>Zenopsis conchifer</i>	2,950	Ariomatidae	2,180	Rajidae	3,100
10	Poulpes	2,434	Scylliorhinidae	2,553	Bothidae	2,172	Setarchidae	2,876

**Essai d'interprétations des axes :** Dans l'ACP côtière (i) l'axe 1, vertical, oppose des taxons de la Communauté à Sparidés profonds (*Scorpaenidae*, *Zeus faber mauritanicus*, *Carangidae*, etc.) à des représentants majeurs de la faune à Sciaenidae, les sompatt de la famille des *Haemullidae* (ii) l'axe 2, horizontal, oppose des taxons profonds (*Chlorophthalmidae*, *Acropomatidae*, *Percophidae*, *Merluccidae*, *Callionymidae*, *Scorpaenidae*,

*Zenopsis conchifer*, etc.) et des taxons plus côtiers (*Sparidae*, *Mullidae*, *Haemullidae*, *Serranidae*, *Carangidae*, *Chaetodontidae*, etc.) (iii) le 3<sup>ème</sup> axe, vertical, est assez difficile à décrire en termes d'axe d'opposition ou caractéristique d'un taxon ou d'un groupe de taxons (iii) le 4<sup>ème</sup> axe factoriel, horizontal, oppose les Carangidés (chinchards noirs et jaunes) aux *Scorpaenidae* (rascasses) (**Figure 3**)



**Figure 3 :** Cercle de corrélation des plans factoriel 1,2 et 3,4 pour l'ACP côtière

Dans l'ACP profonde (i) le 1<sup>er</sup> axe oppose, principalement, les Crustacés, *Scorpaenidae*, *Macrouridae*, *Bothidae* et *Scyllaridae* aux *Setarchidae*, *Sparidae*, à la brotule, au saint-pierre argenté et aux *Carangidae* (ii) l'axe 2 est caractéristique de nombreux taxons à fortes coordonnées positives incluant les 3 espèces ciblées (brotule = Brot, saint-pierre = Zeus et

saint-pierre argenté = Zéno). Ces taxons s'opposent à d'autres en nombre et à très faibles coordonnées négatives (*Trachuridae*, *Stomias boa*, *Squatina* sp, *Moridae*, *Congridae*, etc.) (Figure 4). On peut se passer ici du plan factoriel 3, 4 vu la bonne représentation des espèces cibles sur le plan factoriel 1, 2.

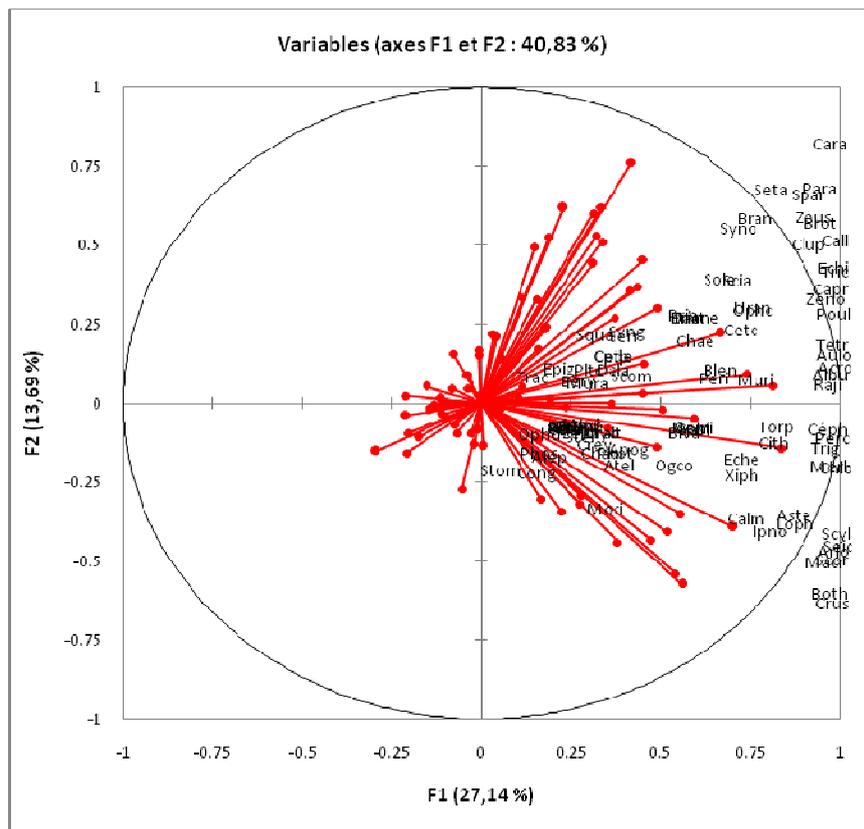


Figure 4 : Cercle de corrélation du plan factoriel 1, 2 de l'ACP profonde

## DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

La répartition bathymétrique des espèces étudiées (brotule *Brotula barbata*, saint-pierre *Zeus faber mauritanicus* et saint-pierre argenté *Zenopsis conchifer*) est très large : de 14 à 200 m sur le plateau continental, jusqu'à 823 m sur le talus continental. Le saint-pierre est l'espèce la moins profonde des trois car capturé à des profondeurs moyennes de 99 m pour les campagnes côtières et de 228 m pour les campagnes profondes (contre, respectivement 110 et 273 m pour la brotule, 156 et 302 m pour le saint-pierre argenté). Cette chronologie dans la distribution bathymétrique est confirmée par divers auteurs dont Séret et Opic (1981). La suprématie au plan pondéral du saint-pierre argenté (60 % des captures des espèces cibles, contre 18 % pour le saint-

pierre et 22 % pour la brotule) s'explique surtout par les captures de ce taxon sous forme de bancs plus ou moins importants, notamment entre Kayar et Saint-Louis. Le fait que les 3 espèces soient plus importantes en campagnes profondes (9 % du total) que côtières (4 %) confirme leur plus grande affinité pour le talus continental ou ses environs (Domain, 1980 – Caverivière, 1993 – Laurans, 2005). Toutefois, ces taxons peuvent évoluer aussi à des profondeurs plus côtières, comme la brotule dont les juvéniles sont observés jusqu'à 20 – 30 m (CNROP/FAO, 1985). Le fait que cette espèce soit pêchée par les chalutiers dakarois dans les fonds de 60 à 100 m (Domain, 1974) est une illustration de son abondance particulière dans cette tranche bathymétrique. Elle ne

contredit pas les résultats de pêche scientifique qui obéissent à un protocole rigoureux n'excluant aucune zone et/ou tranche bathymétrique. Relativement aux résultats de l'ANOVA-1, la prédominance des effets non significatifs dans les campagnes profondes par rapport aux campagnes côtières peut s'expliquer de diverses manières. D'abord, il y a beaucoup plus de données et moins de déséquilibre dans le 1<sup>er</sup> type de campagnes (8 missions dont 4 pour chaque saison, 488 stations) par rapport au second (3 missions dont 2 de saison chaude et 1 de saison froide, 73 stations). Ensuite, il est possible que les facteurs étudiés (saison, zone, tranche bathymétrique et radiale) aient moins d'effets au niveau du talus continental connu pour être un milieu plus stable que le plateau continental. Dans un tel contexte, l'effet significatif de la « radiale » et de la zone sur les captures de la brotule suggère que cette espèce-ci est surtout abondante à Gandiole au nord et au Cap Skiring au sud. Pour ce qui est de la tranche bathymétrique, relativement à *Zeus faber mauritanicus*, cette espèce serait beaucoup plus abondante au niveau de la strate la plus côtière, c'est-à-dire celle des 150 – 249 m avec 1.63 kg en moyenne. Un tel résultat corrobore ce qui a été déjà dit sur la répartition plus côtière de cette espèce par rapport à *Brotula barbata* et à *Zenopsis conchifer* qui sont, selon Caverivière (1993), plutôt abondantes sur la partie profonde du plateau continental, soit entre 150 et 199 m. Pour ce qui est des données côtières, la brotule serait

beaucoup plus une espèce de saison froide de la zone sud ; ce qui est confirmé par les travaux du CNROP/FAO (1985) qui en font une espèce de saison froide, à plus grande affinité méridionale (Domain, 1974). Dans le même sillage, le saint-pierre abonderait plus en saison chaude au nord et au centre. Un tel résultat semble contredire ceux de Dah et al. (1991) pour qui le saint-pierre est une espèce d'eau froide qui s'enfonce sur le talus continental en saison chaude ; d'où, la faiblesse de ses prises en cette période. En réalité, la prédominance de la saison chaude dans nos résultats s'explique par le contexte de pêche scientifique avec usage d'un maillage plus petit que dans la pêche commerciale. Ensuite, après la reproduction qui se fait en saison froide, les juvéniles deviennent accessibles à un tel maillage en saison chaude ; d'où la justification de l'instauration du repos biologique pour la plupart des espèces démersales en octobre – novembre au Sénégal. L'Analyse en Composantes Principales mise en œuvre a permis également de préciser la faune associée aux fonds de pêche des 3 espèces cibles (cf. proximités spécifiques au niveau des axes factoriels). Elle souligne également l'importance notable du saint-pierre argenté dont la contribution à l'édification des axes est la plus importante parmi ces taxons. Les oppositions et corrélations notées s'expliquent principalement par de saisons bioécologiques dictant la répartition spatio-temporelle des taxons.

## RÉFÉRENCES

- Bellemans M., Sagna A., Fischer W. et Scilabba N. 1988. Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres). *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*. Rome, FAO, 277 pages.
- Blache J., Cadenat et Stauch A., 1970. Clé de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique Oriental entre le 20<sup>ème</sup> parallèle Nord et le 15<sup>ème</sup> Sud. *Editions de l'ORSTOM*, 479 pages
- Caverivière A. 1993. Les peuplements ichthyologiques démersaux, écologie et biologie. In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome I : Le milieu marin. ORSTOM Editions, pp. 271 - 319.
- CNROP/FAO, 1985. Rapport du Groupe de travail CNROP/FAO/ORSTOM. Nouadhibou, Mauritanie : 16-27 septembre 1985.
- Coulibaly, D., Cunningham S., Inejih O. C. et Bodiguel C. 2008. Rapport de synthèse final sur les pêcheries profondes au Sénégal : Saly Portudal, 15 - 22 janvier 2008, Annexe 8, pp. 67 – 76.
- Dah A., Girardin M. & M. Vall, 1991 – Les poissons de la communauté des sparidés. Bull. Cent. Nat. Rech. Océanogr. Pêche, Nouadhibou (23) : 99-116.
- Desbrosses P. 1937. Note sur le Saint-Pierre de Mauritanie, du Sénégal et de Guinée - nouvelle race locale. *Zeus faber L. mauritanicus*, (natio nova). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 10(3), 379-414. Open Access version: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/5764/>
- Domain F. 1980. Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégal-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du Golfe de Guinée. Thèse de Doctorat d'État, Université Paris VI et Muséum National Histoire Naturelle, 342 pages +Annexes.

- Domain. F. 1974. Les fonds de pêche du plateau continental ouest africain entre 17°N et 12°N. Doc Scientifique du CRODT, 61, 23 pages.
- Fall, M. 2008. Rapport de la campagne de chalutages démersaux profonds de saison chaude. Code SAGPS-4 : 11 – 28 septembre 2008. Document CRODT/UE/DPM/SAGPS : 50 pages.
- Laurans M. 2005. Ressources et exploitations « démersales » en Afrique de l'Ouest : Évaluation des stocks, dynamique des populations et approche écosystémique. Thèse de doctorat, ENSA de Rennes, 311 pages.
- Levenez, J. J. et Potier, M. 1983. Premiers éléments sur la biométrie et la pêche de la brotule *Brotula barbata* (Bloch et Sneider 1801) au Sénégal. Document Scientifique du CRODT, 41 pages.
- Ndiaye K. R. 2010. Analyse des données de campagnes scientifiques sur la brotule (*Brotula barbata*) et les Zeidés (*Zeus faber mauritanicus* et *Zenopsis conchifer*) des côtes sénégalaises. Mémoire de DESS en pêche et aquaculture, Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture : 41, 60 pages
- Omnes M. H. 2003. Le Saint-Pierre (*Zeus faber*) : biologie, pêche, marché et potentiel aquacole *Ressources de la mer*, ISSN 0986-3907. Editions Quae, 39 pages
- Séret B. et Opic P. 1981. Poissons de mer de l'ouest africain tropical. Initiations – documentations techniques, Editions ORSTOM, 49, 416 pages