



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Variation spatiotemporelle de la biomasse zooplanctonique et de l'ichtyoplancton de petits pélagiques en relation avec les caractéristiques environnementales dans l'AMP (Aire Marine Protégée) d'Abéné, Sénégal

Luc Bonaventure BADJI^{1*}, Alassane SARR¹, Ousmane DIANKHA², Waly NDIAYE¹, Aliou FAYE³ et Ousseynou SAMBA¹

¹ Enseignant-Chercheur, Sénégalais, Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture (IUPA), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), BP 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

² Enseignant-Chercheur, Sénégalais, Département Hydro Sciences et Environnement, UFR Sciences et Technologies, Université Iba Der THIAM de Thiès, BP A967 Thiès, Sénégal.

³ Enseignant-Chercheur, Sénégalais, Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), BP 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

* Auteur correspondant ; E-mail : badjiluc@yahoo.fr, Tel. : 00221 775191792

Received: 24-02-2023

Accepted: 08-07-2023

Published: 31-08-2023

RÉSUMÉ

Les connaissances sur les zones de nourricerie et de frayère des poissons sont nécessaires pour appuyer et orienter les politiques de gestion des ressources halieutiques. Le but de cette étude était de caractériser la distribution spatiotemporelle des œufs et larves de petits pélagiques mais aussi de l'ensemble du zooplancton en relation avec les facteurs environnementaux dans l'AMP d'Abéné, au Sénégal. L'échantillonnage a été réalisé lors de quatre campagnes de collecte en saison froide et chaude. Une sonde multi-paramètres a été utilisée pour la collecte des variables environnementales et un filet bongo pour le zooplancton. Les données environnementales ont montré que la température et la salinité présentaient la plus grande variabilité spatiotemporelle. En ce qui concerne le plancton, l'analyse des échantillons a permis d'identifier 15 groupes zooplanctoniques durant la saison froide et 14 pendant la saison chaude, avec une nette dominance des copépodes, principalement en saison froide (7796,17 indiv.m⁻³). Pour l'ichtyoplancton, les œufs et larves de *Engraulis encrasicolus* étaient globalement plus abondants en zone de haute-mer pendant la saison froide et chaude, avec des valeurs respectives de 42,46 et 24,84 indiv.m⁻³. Ces résultats permettent de confirmer le rôle de frayère et de nurserie que joue l'AMP d'Abéné, mais aussi de corroborer l'initiative de sa délimitation prenant en compte la zone de haute-mer.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Abondance, répartition, ichtyoplancton, petits pélagiques, AMP Abéné, Sénégal.

Spatiotemporal variation of zooplankton biomass and small pelagic ichthyoplankton in relation to environmental characteristics in the MPA (Marine Protected Area) of Abéné, Senegal

ABSTRACT

Knowledge of fish nursery and spawning areas is needed to support and guide fisheries resource management policies. The aim of this study was to characterize the spatiotemporal distribution of small pelagic fish eggs and larvae, and of zooplankton as a whole, in relation to environmental factors in the MPA of Abéné, Senegal. Sampling was carried out during four collection campaigns in the cold and warm seasons. A multi-parameter probe was used to collect environmental variables, and a bongo net for zooplankton. Environmental data showed that temperature and salinity had the greatest spatiotemporal variability. For plankton, sample analysis identified 15 zooplankton groups in the cold season and 14 in the warm season, with a clear dominance of copepods, mainly in the cold season (7796,17 indiv.m⁻³). With regard the ichthyoplankton, *Engraulis encrasicolus* eggs and larvae were more abundant overall in the open sea during the cold and warm seasons, with respective values of 42.46 and 24.84 indiv.m⁻³. These results confirm the spawning and nursery role played by the MPA of Abéné, but also corroborate the initiative of its delimitation that takes the open sea area into consideration.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Abundance, distribution, ichthyoplankton, small pelagics, Abéné MPA, Senegal.

INTRODUCTION

La dispersion zooplanctonique, qui constitue la première étape du cycle de vie de la plupart des organismes marins, apparaît comme un phénomène central dans l'écologie des populations de poissons en zone côtière et marine (Brochier, 2009 ; Lelièvre, 2010 ; Badji, 2018).

En Afrique de l'Ouest, les stades précoces de vie des poissons sont peu connus car sont insuffisamment décrits (Aka et al., 2018). Les principales recherches qui ont été menées sur le zooplancton ou la distribution de l'ichtyoplancton (Arkhipov, 2015 ; Tiedemann and Brehmer, 2017 ; Badji, 2018), concernaient essentiellement la zone de haute mer, le long de la côte ouest africaine. En revanche, peu de recherches ont été conduites à proximité des rivages ou à l'intérieur des cours d'eaux qui ressortent comme étant des zones optimales pour la ponte de plusieurs espèces de poissons (Kane, 2006 ; Sadio et al., 2015).

Le rôle du zooplancton en tant que lien trophique est aujourd'hui bien connu dans les écosystèmes côtiers, marins ou océaniques ainsi que son impact sur la dynamique des communautés de petits pélagiques (Fiogbe,

2009 ; Badji, 2018 ; Boukary et al., 2022). En effet, de légers changements dans l'abondance et la répartition du zooplancton peut avoir un impact sur la reproduction et la migration des petits pélagiques. Ces modifications peuvent également entraîner des taux de mortalité variables chez les œufs et les larves de poissons, conduisant ainsi à une forte variabilité temporelle et spatiale du recrutement (Tiedemann and Brehmer, 2017 ; Fofana et al., 2019). Les premiers stades de vie des poissons constituent des étapes de vie très importantes dans leur cycle de vie. Ils constituent des phases critiques qui déterminent le renouvellement de la population adulte (Hofstede et al., 2007).

La création d'Aires Marines Protégées (AMP) au Sénégal est une stratégie pour renforcer les régimes de gestion intégrée des zones marines et côtières. Celles-ci jouent un rôle essentiel en tant que nurseries et frayères pour la plupart des espèces de petits pélagiques, particulièrement du fait de leur richesse planctonique (Sadio et al., 2015 ; Badji, 2018). Ces écosystèmes, à travers les biens et services offerts aux populations, constituent de véritables sources de revenus, notamment grâce aux nombreuses activités

génératrices de revenus durables, développées au profit des populations en contrepartie de leur investissement dans la gestion de la biodiversité marine et côtière. La mise en place de l'AMP d'Abéné en 2004 entre dans le cadre de la conservation et de la protection de la biodiversité marine et côtière tout en impactant de façon positive sur le plan socio-économique et environnemental (Mingou, 2019). Elle s'inscrit ainsi dans la continuité de la politique nationale du Sénégal en matière de conservation des ressources marines et côtières afin d'en assurer une meilleure gestion et une utilisation rationnelle. Par ailleurs, pour déterminer l'impact de cette aire protégée sur les ressources, l'étude des caractéristiques ichtyoplanctoniques pourrait donner une bonne indication.

L'objectif de cette étude était de caractériser la distribution spatiotemporelle des œufs et larves de petits pélagiques mais aussi de l'ensemble du zooplancton en relation avec les facteurs environnementaux dans l'AMP d'Abéné.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

L'étude a été menée dans l'AMP d'Abéné située entre 13°02'.3 et 12°55'.3 latitudes Nord et 16°49'.5 et 16°50'.3 longitudes Ouest. Le village d'Abéné est localisé dans le département de Bignona, à cheval entre les Communes de Kataba 1 et de Kafountine dans la région de Ziguinchor (basse Casamance) au sud du Sénégal (Figure 1). Les prélèvements hydrologiques et planctoniques ont été effectués sur quatre campagnes d'échantillonnage dont deux en saisons froide (allant de novembre à mai) correspondant à la saison d'upwelling et deux en période chaude (entre juin et octobre) qui coïncide avec la saison des pluies au Sénégal. Le site de collecte était divisé en 12 stations réparties sur trois zones qui se compose d'une zone de haute mer à substrat sablo-vaseux et d'une zone marine proche de la côte à substrat sablo-rocheux (zones nord et sud).

Hydrographie

La collecte de facteurs environnementaux est effectuée pour caractériser la répartition horizontale des paramètres physicochimiques de l'eau. Au niveau de chaque station de collecte, une sonde multiparamètres est déployée dans l'eau pour la mesure des variables telles que la température, la salinité, le pH, la conductivité, la teneur d'oxygène dissous et le pourcentage d'oxygène.

Collecte, tri et identification du zooplancton

Le zooplancton a été collecté à l'aide d'un filet bongo équipé d'un collecteur de 280 µm de maille. Les échantillons de zooplancton, recueillis à chaque station, ont été filtrés à travers un maillage de 70 µm, puis rincés avec de l'eau douce et préservés dans une solution d'alcool 70%. Le tri, effectué sous stéréoscope binoculaire Leica, a permis d'isoler et de compter les différents taxons. L'identification des espèces concernait uniquement les œufs et les larves de poissons et ciblait trois espèces de petits pélagiques à savoir *Sardinella sp*, *Engraulis encrasicolus* et *Ethmalosa fimbriata*. Elle a été faite à partir de critères morphologiques, principalement les caractères méristiques (nombre de vertèbres, de branchio-spines, la pigmentation, la flexion, etc.) pour les larves, et pour les œufs, la forme, la taille, la présence et le nombre de globule huileux, la taille et la segmentation du vitellus (Munk and Nielsen, 2005 ; Lelièvre, 2010).

Calcul d'abondance

Pour chaque station d'échantillonnage, l'abondance des œufs a été calculée selon la formule (Smith and Richardson, 1977) :

$$Y = \frac{x}{v} \quad (\text{Eq.1})$$

où Y est le nombre d'individus par unité de volume (nombre individus/m³), x est le nombre d'individus collectés par taxon et v est le volume d'eau filtré (m³).

Le volume d'eau filtré (v) est obtenu selon la formule :

$$v = \pi * r^2 * d \quad (\text{Eq. 2})$$

où : r = rayon de l'ouverture du filet, d = la profondeur maximale de capture (m) et $\pi = 3,1416$

Analyses statistiques

Une corrélation entre facteurs biotiques et abiotiques a été effectuée à partir d'une analyse RDA (analyse de redondance). Ceci a

permis d'estimer les relations entre les variables environnementales (température, salinité, pH, conductivité, taux d'oxygène, pourcentage d'oxygène et quantité d'oxygène dissous) d'une part, et l'influence de celles-ci sur l'abondance et la distribution de l'ichtyoplancton (œufs et larves de poissons), d'autre part.

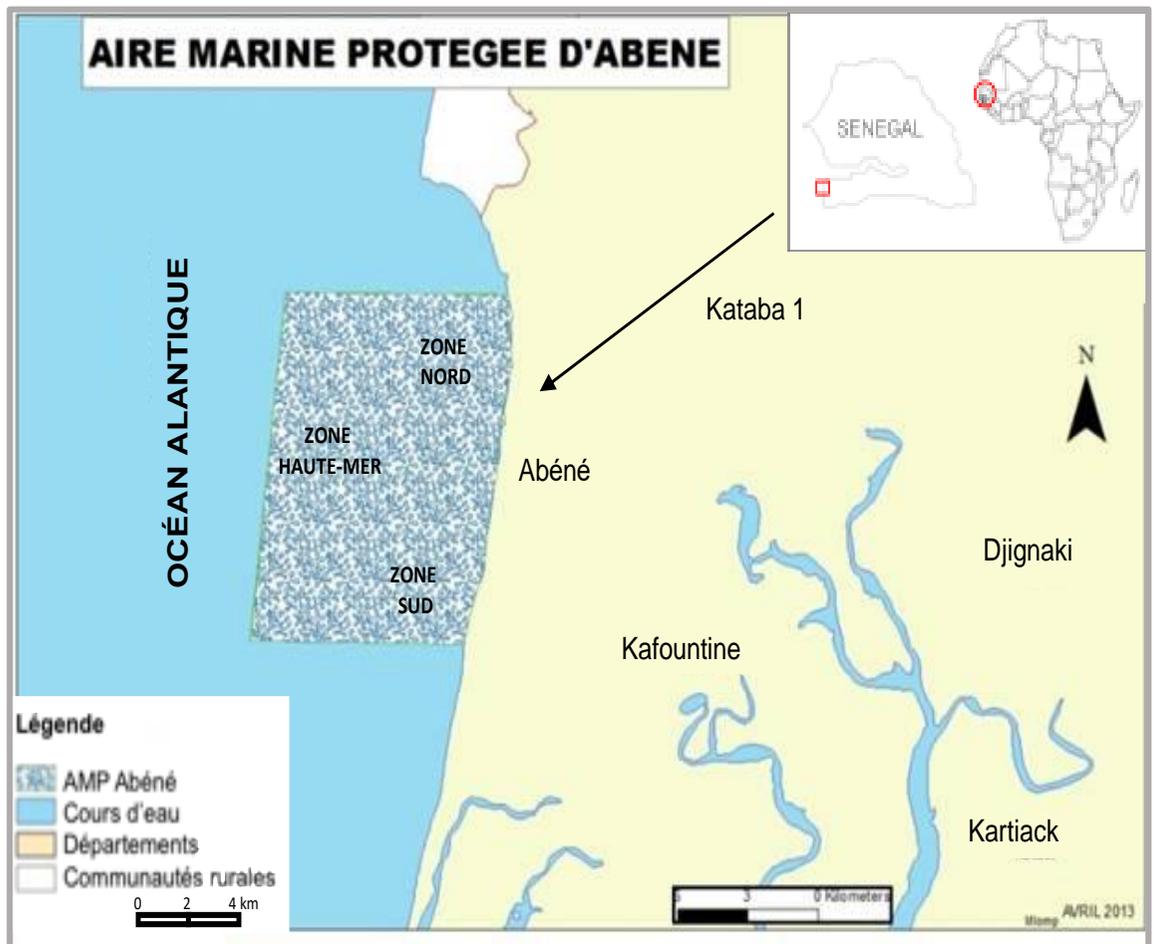


Figure 1 : Localisation de l'AMP d'Abéné et des trois zones de prélèvement des échantillons : zone de haute-mer, zone nord et zone sud.

RÉSULTATS

Hydrographie

Pour chaque zone de collecte, les valeurs moyennes ont été calculées pour la température, la salinité, le pH, la conductivité (CE), le pourcentage d'oxygène (O₂) et le teneur d'oxygène dissous (DO) en saison froide et en saison chaude.

Saison froide

Les variations saisonnières des paramètres physico-chimiques mesurés in situ sont enregistrées dans le Tableau 1. Les profils des moyennes de température indiquent des valeurs plus élevées en zone nord (23,59°C) et plus faible en haute-mer (21,70°C). La salinité affiche par contre des valeurs plus élevées en haute-mer avec une moyenne de 33,04 psu. Pour le pH, la conductivité, la teneur d'oxygène et le pourcentage d'oxygène dissous, les valeurs maximales sont aussi notées en haute-mer.

Saison chaude

Les profils de température et de salinité mettent en évidence l'occurrence de la saison chaude sur la zone d'étude. Les valeurs moyennes de température sont relativement élevées dans la zone sud avec une valeur moyenne de 28,22°C contre 21,8°C en zone nord. En outre, les eaux semblent plus salées et plus basiques dans la zone sud avec des valeurs moyennes respectivement de 37,42 psu et 9,2.

Abondance et distribution du zooplancton

Totalité du zooplancton

Saison froide

Une large diversité planctonique a été notée en saison froide avec 15 groupes zooplanctoniques (Figure 2). L'abondance maximale a été notée pour les copépodes avec une valeur de 7796,17 indiv.m⁻³ en zone de haute mer. Les cirripèdes, les cladocères et les mysidacés sont secondairement majoritaires avec des abondances respectivement de 1080,042 indiv.m⁻³, 694,26 indiv.m⁻³ et 695,79 indiv.m⁻³ en zone sud. Cette zone sud enregistre également les densités les plus élevées de larves de crustacées (crabes et crevettes) avec des valeurs supérieures à 450 indiv.m⁻³.

Saison chaude

Une faune diversifiée constituée de 14 groupes d'organismes zooplanctoniques est notée au niveau des sites étudiés pendant la saison chaude (Figure 3). Les copépodes représentent le groupe le plus abondant dans l'AMP d'Abéné avec une valeur de 7917,19 indiv.m⁻³ en zone nord. Exceptés les mysidacés et les cladocères relativement aussi abondants dans l'AMP, les autres groupes de zooplancton tels que les chaetognates, les larves de bivalves, de gastéropodes et de crustacés ont des abondances faibles en cette saison chaude.

Les œufs et larves des espèces étudiées

Saison froide

Pendant la saison des alizés, une densité relativement élevée d'œufs de *Engraulis encrasicolis* (42,46 indiv.m⁻³) a été notée dans la zone de haute mer (Figure 4), mais également des quantités assez importantes d'œufs de *Ethmalosa fimbriata* (20,06 indiv.m⁻³) et de *Sardinella sp* (14,01 indiv.m⁻³). Leurs valeurs les plus basses ont été trouvées dans la zone sud. Pour les larves, les densités les plus élevées ont été trouvée pour *E. encrasicolis* avec des valeurs de 29,29 indiv.m⁻³ dans la zone nord, 14,01 indiv.m⁻³ dans la zone sud et 11,46 indiv.m⁻³ en haute mer.

Saison chaude

La présence d'œufs et de larves de *Engraulis encrasicolis* est notée au niveau de toutes les zones d'échantillonnage (Figure 5). Cependant, les plus fortes concentrations d'œufs sont enregistrées dans la zone de haute mer (24,84 indiv.m⁻³) et les densités élevées de larves en zone nord (19,74 indiv.m⁻³). Les œufs et larves de *Ethmalosa fimbriata* sont également abondants en haute mer. Pour *Sardinella sp*, seule une faible quantité de larves a été trouvée en zone de haute mer.

Influence des paramètres

environnementaux sur l'abondance des œufs et larves des espèces cibles

Les résultats de la RDA montrent des corrélations entre les facteurs environnementaux et les abondances de l'ichtyoplancton des trois espèces étudiées en saison froide et en saison chaude.

Saison froide

La température et la salinité sont les paramètres qui semblent influencer le plus la distribution de l'ichtyoplancton dans l'AMP d'Abéné en saison froide. L'impact de la conductivité, de la teneur d'oxygène dissous et du pourcentage d'oxygène n'est pas non plus négligeable. Suivant l'axe factoriel 1, l'ordination en RDA sépare les sites et les espèces sous influence ou pas des paramètres physicochimiques. Le groupe 1 (à droite) renferme toutes les espèces à savoir *Engraulis encrasicolis*, *Sardinella sp* et *Ethmalosa fimbriata*. Ce groupe d'espèces, positivement corrélé à l'axe 1, est associé au site de haute-mer. Cette zone est caractérisée par des valeurs faibles du pH, mais relativement élevées de la conductivité, de la teneur d'oxygène et du pourcentage d'oxygène dissous. Le deuxième groupe (à gauche), négativement corrélé à l'axe 1, ne renferme aucune espèce. Il est associé à

la zone sud et est caractérisé par des valeurs élevées de la température de l'eau.

Saison chaude

La variable qui semble plus influente en saison chaude est le pourcentage d'oxygène. Néanmoins, les autres paramètres tels la température, la salinité, la conductivité et la teneur d'oxygène dissous ont également une influence relativement importante sur la distribution de l'ichtyoplancton dans l'AMP. L'ordination en RDA, suivant l'axe factoriel 1, permet de distinguer deux groupes : le premier groupe, renfermant toutes les trois espèces (*Engraulis encrasicolis*, *Sardinella sp* et *Ethmalosa fimbriata*), est associé au site de haute-mer. Celui-ci ne subit l'influence d'aucun paramètre. Le deuxième groupe, ne renfermant aucune espèce, est associé à la zone sud. Il est caractérisé par des valeurs relativement élevées de la température, du pH, de la conductivité, de la teneur d'oxygène dissous et du pourcentage d'oxygène.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres environnementaux mesurés dans l'AMP de Abéné en saison froide.

Zone	Temp	Sal	pH	CE	DO	O ₂
Zone de haute mer	21,70	33,04	7,63	49,46	4,60	63,03
Zone nord	23,05	31,90	7,50	48,70	4,05	51,40
Zone sud	22,63	32,43	7,40	48,97	4,24	55,37

Temp = température, Sal= salinité, pH = potentiel hydrogène, CE = conductivité, DO = teneur d'oxygène dissous, O₂ = pourcentage d'oxygène.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres environnementaux mesurés dans l'AMP de Abéné en saison chaude.

Zone	Temp	Sal	pH	CE	DO	O ₂
Zone de haute mer	24,34	34,96	8,01	52,55	4,21	61,16
Zone-Nord	21,8	33,5	7,94	50,7	4,3	59,2
Zone-Sud	28,22	37,42	9,2	56,36	4,17	66,25

Temp = température, Sal= salinité, pH = potentiel hydrogène, CE = conductivité, DO = teneur d'oxygène dissous, O₂ = pourcentage d'oxygène.

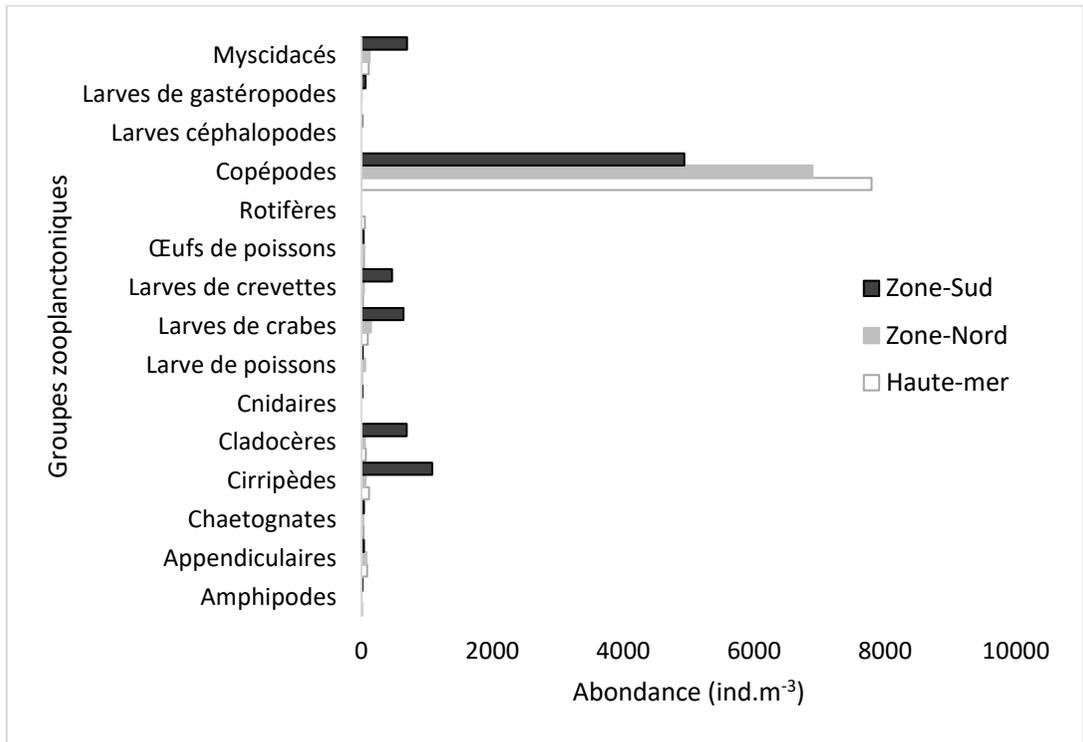


Figure 2 : Abondance du zooplancton dans les zones sud, nord et de haute mer de l'AMP d'Abéné en saison froide.

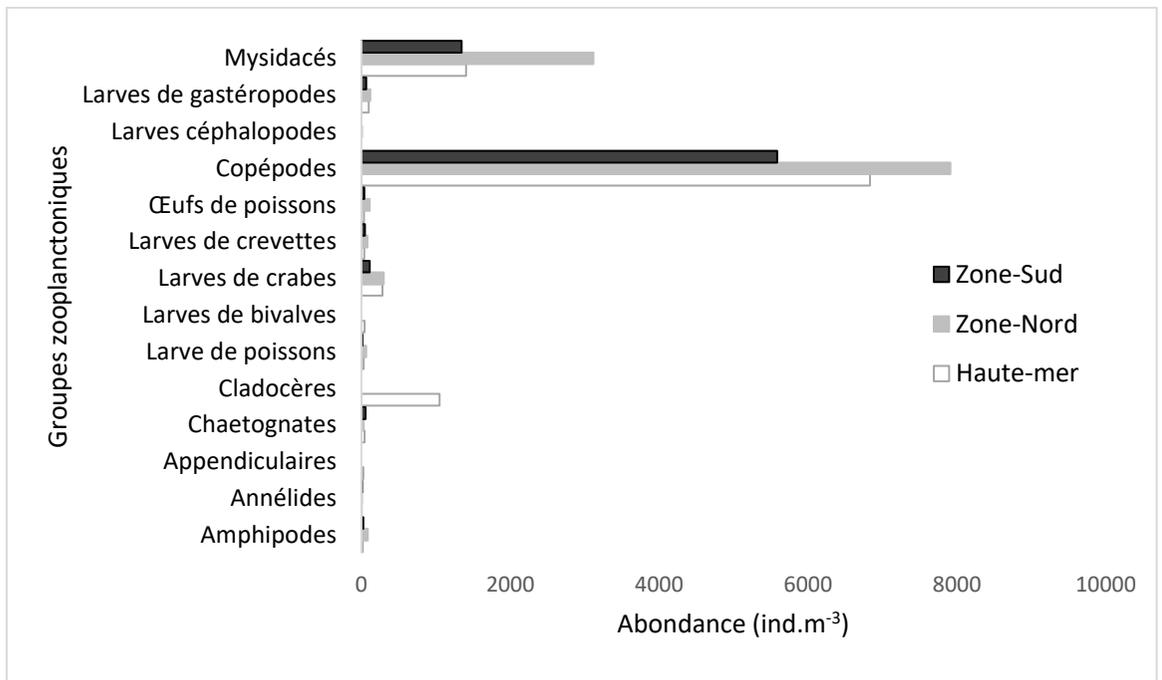


Figure 3 : Abondance du zooplancton dans les zones sud, nord et de haute mer de l'AMP d'Abéné en saison chaude.

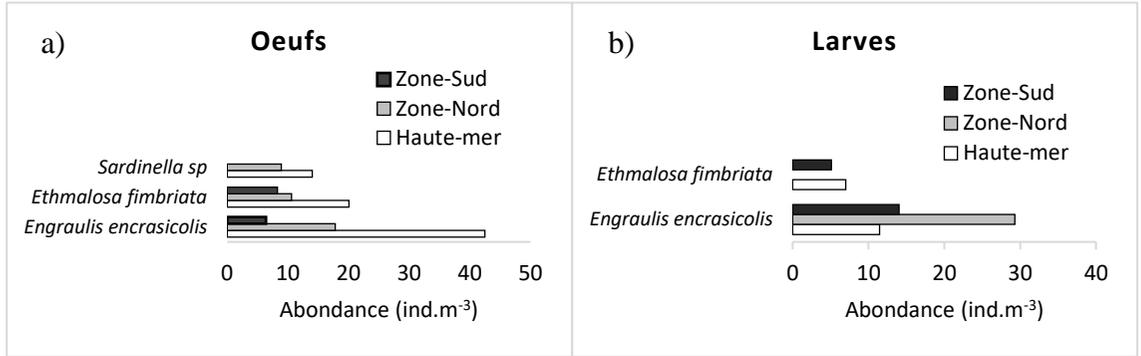


Figure 4 : Abondance et distribution spatiale des œufs et larves de *Engraulis encrasicolis*, *Sardinella sp* et *Ethmalosa fimbriata* dans les zones sud, nord et de haute mer de l’AMP d’Abéné en saison froide.

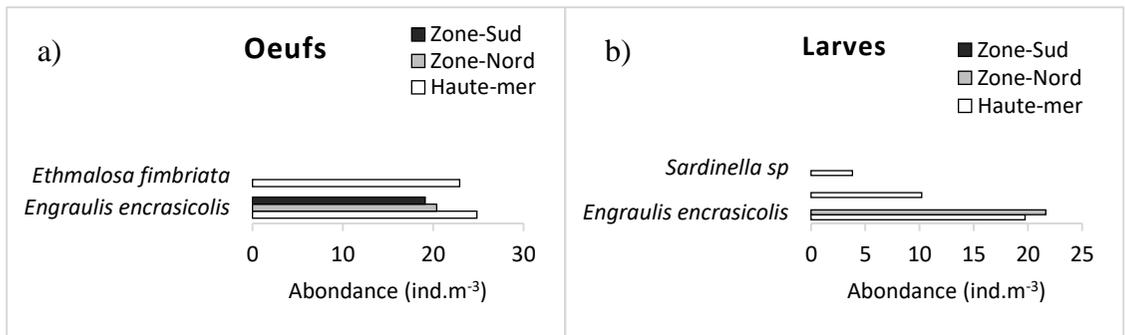


Figure 5 : Abondance et distribution spatiale des œufs et larves de *Engraulis encrasicolis*, *Sardinella sp* et *Ethmalosa fimbriata* dans les zones sud, nord et de haute mer de l’AMP d’Abéné en saison chaude.

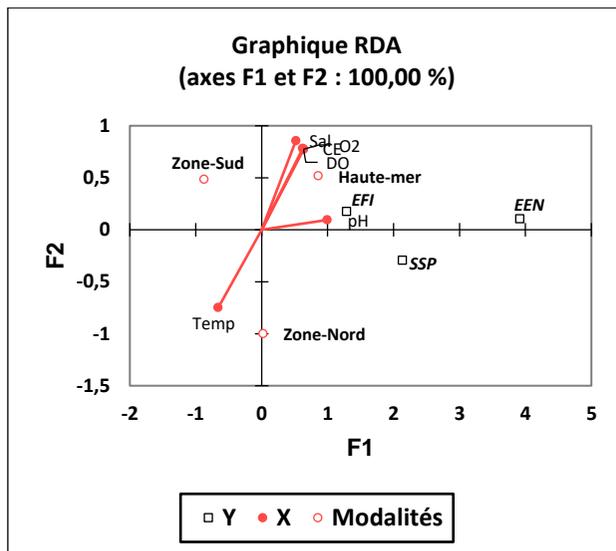


Figure 6 : Analyse de Redondance (RDA) montrant les relations entre les variables environnementales, les sites d’échantillonnage et les taxons dans l’AMP d’Abéné en saison froide. (Variables environnemental : Temp = température, Sal= salinité, pH = potentiel hydrogène, CE = conductivité, DO = teneur d’oxygène dissous, O2 = pourcentage d’oxygène ; Variables biologiques : EEN= *Engraulis en crasicolis*, SSP = *Sardinella sp*, EFI = *Ethmalosa fimbriata*).

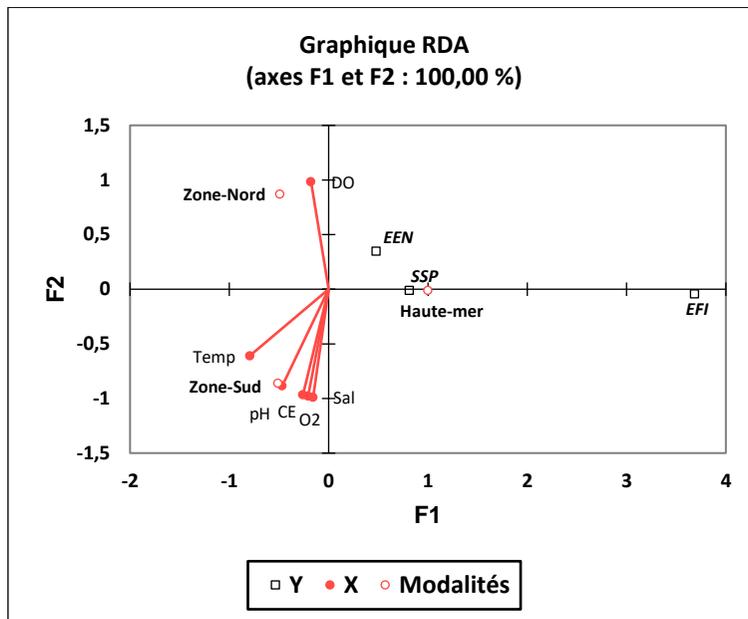


Figure 7 : Analyse de Redondance (RDA) montrant les relations entre les variables environnementales, les sites d'échantillonnage et les taxons dans l'AMP d'Abéné en saison chaude. (Variables environnemental : Temp = température, Sal= salinité, pH = potentiel hydrogène, CE = conductivité, DO = teneur d'oxygène dissous, O2 = pourcentage d'oxygène ; Variables biologiques : EEN= *Engraulis encrasicolis*, SSP = *Sardinella sp*, EFI = *Ethmalosa fimbriata*).

DISCUSSION

Les résultats sur les moyennes de température, de salinité, de pH, de conductivité, de teneur d'oxygène dissous et de pourcentage d'oxygène ont mis en évidence les conditions environnementales se produisant dans les trois zones de l'AMP d'Abéné en saison chaude et froide, et éventuellement leur rôle dans l'abondance et la distribution des œufs et larves des petits poissons pélagiques. La température et la salinité présentent la plus grande variabilité spatiotemporelle. Les eaux dans la zone de haute mer avaient des températures plus adoucies par rapport aux zones périphériques (zone nord et zone sud), en revanche la salinité y était plus élevée, surtout en saison chaude correspondant à la saison des pluies au Sénégal où la concentration de sels diminue avec la distance de la côte (Michel, 2006). Par ailleurs, les valeurs d'oxygène dissous variaient de 4,21 à 4,6 mg.L⁻¹ et la saturation en oxygène est restée autour de

51,40 à 66,25% pendant la période d'échantillonnage, ce qui démontre que l'oxygène n'est pas un facteur limitant pour les espèces pélagiques dans l'AMP d'Abéné.

L'analyse des échantillons a permis d'identifier 15 groupes zooplanctoniques durant la saison froide et 14 groupes pendant la saison chaude avec une nette dominance des copépodes. Cette richesse taxinomique est légèrement différente de celle observée par Ndour et al. (2018) qui ont identifié 19 groupes de zooplankton sur une étude menée le long de la côte sénégal-guinéenne. Ces derniers ont, en effet, considérés certains groupes de micro-zooplankton tels que les foraminifères, les radiolaires, etc. qui n'ont pas été pris en compte dans la présente étude. Cette diversité et abondance zooplanctonique serait liée aux caractéristiques de la côte ouest africaine soumise à une action d'upwelling qui génère une grande richesse en espèces (Brochier, 2009). L'AMP d'Abéné fait partie de cet

écosystème qui se caractérise par un upwelling saisonnier avec une activité maximale en saison froide (Mbaye, 2015 ; Badji, 2018).

Sur le plan spatial, la zone de haute mer semble présenter une plus grande diversité planctonique. En effet, les zones proches des côtes dans l'AMP d'Abéné (zones nord et sud) sont sous influence des houles Sud-Ouest en provenance de l'Atlantique Sud, affectant la côte sud du Sénégal en saison des pluies (Mingou, 2019). Cette hydrodynamisme serait responsable de la dispersion des populations de zooplancton et leur rétention dans la zone de haute mer (Tiedemann and Brehmer, 2017.; Ndour et al., 2018). En outre, la présence relativement importante d'œufs et de larves de poissons et de crustacés dans cette zone permet de l'identifier comme une aire de reproduction et de nurserie.

Pendant la saison des alizés, une densité relativement élevée d'œufs et de larves de petits pélagiques a été notée dans la zone de haute mer. Cette répartition permet de consolider le statut de zone critique pour cette partie de l'aire protégée d'Abéné (Sadio et al., 2015). De plus, cette zone à forte abondance serait favorable à la reproduction des petits pélagiques, un caractère décrit comme une stratégie développée par ces espèces pour optimiser la survie des larves et le recrutement (Ettahiri et al. 2003 ; Brochier, 2009).

Les calculs d'abondance de l'ichtyoplancton des espèces cibles ont révélé que les œufs et larves de *Engraulis encrasicolus* sont globalement plus abondants aussi bien en saison froide qu'en saison chaude. En effet, plusieurs études (Ba, 1991 ; Badji, 2018), ont montré que l'anchois se reproduit toute l'année sur la région sénégal-mauritanienne, ce qui expliquerait en grande partie les fortes abondances de ses œufs et larves observées durant les deux saisons. Par ailleurs, une quantité non négligeable d'œufs de *Ethmalosa fimbriata* a été aussi notée surtout en saison chaude. Cette situation, qui semble contradictoire vue la dominance de l'ethmalose et de la sardinelle dans les débarquements, pourrait s'expliquer par le fait que l'anchois n'est pas très exploité par la pêche artisanale au Sénégal, mais plutôt par

la flotte industrielle nationale ou les bateaux de pêche étrangers (DPM, 2017).

La collecte des données de température, de salinité, de pH, de teneur d'oxygène dissous et de pourcentage d'oxygène a été déterminant pour relier les variations spatiotemporelles des œufs et des larves des petits pélagiques avec l'environnement. En effet, ces facteurs hydrographiques ont été décrits comme d'une importance fondamentale dans le processus de reproduction des poissons, d'incubation des œufs et de développement larvaire (Brochier, 2009 ; Lelièvre, 2010). Dans la présente étude, leur influence sur l'abondance de l'ichtyoplancton a été déterminée à partir d'une ordination RDA. La température et la salinité sont les paramètres qui influenceraient le plus la distribution de l'ichtyoplancton dans l'AMP d'Abéné en saison froide, en revanche la variable la plus influente en saison chaude est le pourcentage d'oxygène dissous. Plus généralement, dans de nombreuses études, les variations de température et de profondeur de l'eau ont été identifiées comme des facteurs importants responsables du frai et de la distribution des œufs des poissons pélagiques (Hofstede et al., 2007 ; ICES, 2015 ; Buhungu et al., 2018). De plus, la température de l'eau serait un paramètre qui influence la variation des autres variables telles que la teneur d'oxygène, le pH, la salinité, etc. (Mbaye, 2015; Jeyid, 2016 ; Badji, 2018).

Par ailleurs, la zone de haute mer semblait avoir plus de corrélations avec les paramètres écologiques que les zones nord et sud. Ces résultats permettent ainsi de corroborer l'initiative de délimitation de l'AMP d'Abéné prenant en compte la zone de haute mer dont les données de paramètres physicochimiques semblent optimales dans le processus de reproduction des poissons, d'incubation des œufs et de développement larvaire (Roy et al., 1989 ; Mbaye, 2015).

Conclusion

La quantité relativement importante de zooplancton et la présence d'œufs et larves de *Engraulis encrasicolis*, *Sardinella sp* et *Ethmalosa fimbriata* dans toutes les zones d'échantillonnage démontrent clairement que

l'AMP d'Abéné est une aire de frayère et de nurserie pour ces espèces. Cependant, la plus forte concentration d'œufs et de larves est rencontrée dans la Zone de haute mer. Par conséquent, cette zone peut être considérée comme l'aire principale de frayère et de nurseries de l'AMP d'Abéné. Les autres zones (nord et sud) semblent être des sites secondaires de ponte et de nurserie.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

LBB a élaboré le protocole, effectué la collecte et l'analyse des données et rédigé le manuscrit. AS et OD ont supervisé les travaux de recherche. WN, AF et OS ont participé à la collecte des données et à la rédaction du manuscrit. Les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction Nationale des Aires Marines Communautaires Protégées (DAMPC) ainsi que le Réseau Régional des Aires Marines Protégées en Afrique de l'Ouest (RAMPAO) pour leur soutien technique lors des campagnes d'échantillonnage.

RÉFÉRENCES

Aka NM, Etile RN, Joany T, N'da K. 2018. Peuplement zooplanctonique du plateau continental ivoirien: diversité, abondance et biomasse. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 129-140. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.10>

Arkipov AG, Mamedov AA, Simonova TA, Shnar VN. 2015. Species composition and features of ichthyoplankton distribution in the waters of Senegal and Guinea-Bissau. *Journal of Ichthyology*, **55**(3): 346-354. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0032945215030017>

Ba IC. 1991. Biologie et dynamique des populations d'anchois *Engraulis encrasicolus* des côtes mauritaniennes.

Université de Bretagne occidentale, p. 132.

- Badji LB. 2018. Variation spatiotemporelle des œufs de poissons pélagiques des côtes ouest africaines. Thèse de Doctorat unique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p. 270.
- Brochier T. 2009. Stratégie de reproduction des petits poissons pélagiques dans les zones d'upwelling : une approche par modélisation individu-centrée appliquée aux systèmes de courant de Humbolt et des Canaries. Thèse d'Université, Paris VI, p. 170.
- Boukari OT, Dovonou FE, Chouti WK, Dagnon DK, Adjadjihoue E, Abou Y, Mama M, Bawa LM. 2022. Biomasse planctonique et qualité de l'eau du lac Ahémé au Sud-Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(3): 1350-1364. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.35>
- Buhungu S, Montchowui E, Barankanira E, Sibomana C, Ntakimazi G, Bonou CA. 2018. Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 576-595. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.44>
- DPM. 2017. Résultats généraux-pêche maritime. Direction des Pêches Maritimes, MPEM, Dakar, 154 pp.
- Ettahiri O, Berraho A, Vidy G, Ramdani M, Dochi T. 2003. Observation on the spawning of sardina and sardinella off the south moroccan atlantic coast (21-26 °n). *Fisheries Research*, **60**(2-3): 207-222. DOI:10.1016/S0165-7836(02)00172-8
- Fiogbe ED. 2009. Variation of whole body amino acid profile in Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared in an inorganic fertilized pond. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(1): 117-124.
- Fofana NM, Etile RN, Goore Bi G. 2019 : Répartition saisonnière du zooplancton en relation avec les caractéristiques environnementale dans le lac Kaby (Bongouanou, Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **140**: 14256 – 14267. DOI: <https://dx.org./10.4314/jab.v140i1.5>

- Hofstede R, Dickey-Collas M, Mantingh I, Wague A. 2007. The link between migration, the reproductive cycle and condition of *Sardinella aurita* off Mauritania, Northwest Africa. *J. Fish Biol.*, **71**: 1293–1302. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01577.x>
- ICES. 2016. Report of the Workshop on Egg staging, Fecundity and Atresia in Horse mackerel and Mackerel (WKFATHOM), 12-16 October 2015 and 9-12 November. ICES CM 2015/SSGIEOM: 01, Hamburg, Germany and Bergen Norway, p.72.
- Jeyid MAA. 2016. Relations environnement et évolution spatio-temporelle des petits poissons pélagiques dans le système d'upwelling de la zone NW Africaine. Thèse de doctorat de l'Université du Littoral, Côte d'Opale, p. 174.
- Kane IO. 2006. Contribution à l'étude des Aires Marines Protégées : L'exemple de Bamboung dans la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum. Eléments d'approche biologique et socio-économique. Mémoire DEA/Chaire UNESCO, dép. Géo. UCAD, p. 61.
- Lelièvre S. 2010. Identification et caractérisation des frayères hivernales en Manche Orientale et la partie sud de la mer du Nord : identification des œufs de poissons, cartographie et modélisation des habitats de ponte. Thèse de doctorat, Université de Nantes, p. 334.
- Mbaye BC. 2015. Étude de l'impact de l'environnement biophysique sur les premiers stades de vie de *Sardinella aurita* dans le système d'upwelling sénégal-mauritanien : modélisation saisonnière et interannuelle, Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Cury, Paris, p. 171.
- Medina-Gaenner M. 1985. Étude du zooplancton côtier de la baie de Dakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture. Thèse Doctorat 3ème cycle Université Bretagne Occidentale, p. 141.
- Michel S. 2006. Télédétection de la salinité à la surface des océans. Doctorat Océanographie Physique et Spatiale, Université Paris VII – Denis Diderot, p. 353.
- Mingou J. 2019. L'aire marine protégée d'Abéné en basse Casamance : gouvernance, exploitation des ressources, impacts environnementaux et socio-économiques. Mémoire de Master, Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal, p. 151.
- Munk P, Nielsen J. 2005. Eggs and Larvae of North Sea Fishes. Frederiksberg, Denmark: Biofolia, p. 215.
- Ndour I, Berraho A, Fall M, Ettahirib O, Sambe B. 2018. Composition, distribution and abundance of zooplankton and ichthyoplankton along the Senegal-Guinea maritime zone (West Africa). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, **44**(2): 109-124. DOI: 10.1016/j.ejar.2018.04.001
- Roy C, Cury P, Fontana A, Belveze H. 1989. Stratégies spatio-temporelles de la reproduction des Clupéidés des zones d'upwelling d'Afrique de l'Ouest. *Aquat. Living. Resour.*, **2**: 21-29. DOI: <https://doi.org/10.1051/alr:1989003>
- Sadio O, Simier M, Ecoutin JM, Raffray J, Lae R, Tito de Morais L. 2015. Effect of a marine protected area on tropical estuarine fish assemblages: Comparison between protected and unprotected sites in Senegal. *Ocean & Coastal Management*, **12**: 257-269. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.08.004>
- Smith PE, Richardson SL. 1977. Standard Techniques for pelagic Fish eggs and larval survey. FAO, Rome, Italy.
- Tiedemann M, Brehmer P. 2017. Larval fish assemblages across an upwelling front: Indication for active and passive retention. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, Elsevier*, 118-133. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.12.015>.