

Contribution à l'étude de caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines au Parc National du Delta du Saloum (PNDS, Sénégal) : cas des herbiers d'Ansoukala

Contribution to the characterization study of marine turtle feeding areas in the Saloum Delta National Park (PNDS, Senegal): the case of Ansoukala meadows

Faye Amath¹, Touré Mamoudou Abdoul¹, Diop Alioune Badara^{1,2*}, Ndour Amadou Abou¹, Diouck Djibril³, Faye Mame Abdou³, Cissé Ousmane^{1,2}, Faye Mamadou Moustapha¹, Mansaly Sana¹, Barry Mamadou¹

¹Département Productions Forestières, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale, Université Alioune Diop, Sénégal

²Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, RD Congo, BP.15.373.

³Direction des parcs nationaux (DPN), Ministère de l'Environnement et de la Transition Ecologique (METE), Sénégal

(*Auteur correspondant : aliounebadaradiop36@gmail.com)

ORCID des auteurs

Faye Amath : <https://orcid.org/0009-0008-1595-8170> ; Touré Mamoudou Abdoul : <https://orcid.org/0009-0004-1141-4441> ; Diop Alioune Badara : <https://orcid.org/0009-0009-1547-8350> ; Ndour Amadou Abou : <https://orcid.org/0009-0006-7326-9141> ; Diouck Djibril : <https://orcid.org/0009-0007-6896-4518> ; Faye Mame Abdou : <https://orcid.org/0009-0007-6580-819X> ; Cissé Ousmane : <https://orcid.org/0009-0009-3942-9692> ; Faye Mamadou Moustapha : <https://orcid.org/0009-0008-2112-3161> ; Mansaly Sana : <https://orcid.org/0009-0005-8418-025X> ; Barry Mamadou : <https://orcid.org/0009-0002-5458-434X>

How to cite article: Faye Amath, Touré Mamoudou Abdoul, Diop Alioune Badara, Ndour Amadou Abou, Diouck Djibril, Faye Mame Abdou, Cissé Ousmane, Faye Mamadou Moustapha, Mansaly Sana, Barry Mamadou (2024) Contribution à l'étude de caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines au Parc National du Delta du Saloum (PNDS, Sénégal) : cas des herbiers d'Ansoukala. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 4(2) : 1-14, e-ISSN (Online) : 2790-3230
Doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4211>

Reçu : 30 septembre 2024

Accepté : 15 décembre 2024

Publié : 30 décembre 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the

Résumé

Le Parc National du Delta du Saloum (PNDS) est une zone humide d'importance internationale pour la conservation des tortues marines et des herbiers. Cependant, peu d'études ont été effectuées sur la caractérisation des zones d'alimentation des tortues du PNDS. Cette étude est une contribution à la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines de l'herbier d'Ansoukala au PNDS. Pour ce faire, une fiche de suivi a été utilisée pour une collecte de données au niveau des herbiers marins à partir de trois (3) transects comportant six (6) quadrats. Des suivis des plages de ponte ont également été effectués. Les résultats ont montré que la faune de l'herbier est composée de : *Ocyropode brevicornis* (Crabe fantôme), *Callinectes sapidus* (Crabe bleu) et *Paracentrotus lividus* (Oursin). La profondeur du tapis d'herbier varie entre 56 et 106 cm. L'herbier *C. nodosa* peut atteindre des hauteurs allant de 10 à 30 cm avec une couverture de canopée qui varie entre 40 et 100 %. Il est noté la présence de 3 nids de tortues vertes en 2022. L'analyse des paramètres physicochimiques révèle une eau légèrement salée ($2,9 \pm 0,1$ ‰), avec un pH légèrement acide ($6,7 \pm 0,8$), une forte teneur en oxygène ($38,7 \pm 2,3$ mg/L) avec des températures moyennes pouvant atteindre $30,5 \pm 0,4$ °C. Seule l'espèce

terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Cymodaceae nodosa est présente dans l'herbier. Ces résultats sur la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines devraient être un outil d'aide à la prise de décision pour une bonne gestion et suivi des tortues marines au niveau du PNDS. En perspectives des études complémentaires devraient être réalisées afin d'identifier les raisons de la présence d'une seule espèce d'herbier dans le site d'Ansoukala.

Mots clés : *Cymodaceae nodosa*, Transect, Tortue marine, Ansoukala, PNDS.

Abstract

The Saloum Delta National Park (PNDS) is a wetland of international importance for the conservation of marine turtles and sea grass beds. However, few studies have been carried out on the characterization of turtle feeding areas in the PNDS. This study is a contribution to the characterization of marine turtle feeding areas in the Ansoukala meadow in the PNDS. To this end, a monitoring form was used to collect data on the sea grass beds from three (3) transects comprising six (6) quadrats. Spawning beaches were also monitored. Results showed that the seagrass fauna is composed of: *Ocypode brevicornis* (Ghost crab), *Callinectes sapidus* (Blue crab) and *Paracentrotus lividus* (Sea urchin). The depth of the herbarium mat varies between 56 and 106 cm. The *C. nodosa* meadow can reach heights ranging from 10 to 30 cm, with canopy coverage varying from 40 to 100%. The presence of 3 green turtle nests was noted in 2022. Analysis of physico-chemical parameters reveals slightly salty water (2.9 ± 0.1 ‰), with a slightly acidic pH (6.7 ± 0.8), high oxygen content (38.7 ± 2.3 mg/L) and average temperatures of up to 30.5 ± 0.4 °C. Only the species *Cymodaceae nodosa* is present in the herbarium. These results on the characterization of sea turtle feeding areas should be a decision-making tool for the proper management and monitoring of sea turtles in the PNDS. Further studies should be carried out to identify the reasons for the presence of a single species of sea grass in the Ansoukala site.

Keywords : *Cymodoceae nodosa*, transect, sea turtle, Ansoukala, PNDS.

1. Introduction

Le continent africain abrite une richesse floristique et faunique impressionnante (Folega et al. 2023). Le Sénégal, grâce à sa position géographique particulière, présente une importante diversité biologique. La flore comme la faune sont relativement riches avec des écosystèmes variés allant du type sahélien au type soudano-sahélien (DPN 2021). On dénombre cent quatre-vingt-douze (192) espèces de mammifères, six cent vingt-deux (622) espèces d'oiseaux, quatre cents (400) espèces de poissons, cent (100) espèces de reptiles et deux mille quatre cents (2400) espèces de plantes à fleur (DPN 2021).

Pour la conservation de cette importante biodiversité, l'État du Sénégal a mis en place un réseau d'aires protégées représentatif des différents écosystèmes et géré par la Direction des Parcs Nationaux (DPN) (DPN 2021). Ce réseau comprend six (06) parcs nationaux et cinq (05) réserves. L'ensemble de ces aires protégées couvre une superficie de 16.149.400 ha, soit plus de 8 % du territoire national (DPN 2021). L'essentiel de ce réseau est composé de zones humides représentatives des écosystèmes terrestres, marins, côtiers, lagunaires et estuariens du pays (DPN 2021). Ces zones humides se distinguent par leur fort potentiel en biodiversité et notamment par le rôle important qu'elles jouent (i) dans la migration des oiseaux du Palé arctique occidental ; (ii) dans le cycle hydrologique mondial et ; (iii) dans la fourniture de l'eau pour la conservation de la diversité biologique, la consommation humaine, la production agricole et les loisirs.

Malheureusement, ces zones ont été longtemps considérées comme des zones insalubres ou non rentables, entraînant leur assèchement dans plusieurs endroits à l'échelle mondiale (Dournel et Sajaloli 2012). Cette dégradation est aussi due aux diverses activités anthropiques qui s'y déroulent, notamment la pêche, l'agriculture, l'élevage, la chasse, l'extractivisme, l'urbanisation, ainsi que la pollution qui en résulte (Aimée et al. 2018 ; Mabafei et al. 2021). A toutes ces pressions viennent s'ajouter les changements climatiques qui accroissent la vulnérabilité et augmentent la vitesse de disparition de ces zones

humides par l'entremise de l'irrégularité pluviométrique et de l'augmentation des températures qui accroît l'évaporation de l'eau et par conséquent affecte négativement les zones humides (Aimée et al. 2018 ; Ndao 2012 ; Mabafei et al. 2021)

Du point de vue politique internationale, le Sénégal a ratifié de nombreuses conventions internationales notamment : Ramsar (1977), Bonn (1983), Berne (1987), Biodiversité (1994), CITES (1977), etc. et cela représente des gages non négligeables pour l'adhésion indispensable des partenaires au développement dans l'élaboration et la mise en œuvre de programmes pour un développement durable (MEPN 1997). Cette politique lui confère alors le devoir de conservation et de gestion durable des zones humides. La résilience des zones humides dépendant fortement des facteurs biotiques et abiotiques qui y règnent, il devient alors crucial de faire une caractérisation phytosociologique et écologique des formations végétales qu'elles hébergent (Mabafei et al. 2021 ; Folega et al. 2017). Les mesures de gestion doivent être adaptées selon l'espèce, car chaque espèce a son propre statut (selon la liste rouge de l'UICN) et ses propres besoins.

Au PNDS, l'identification exacte des espèces de tortues marines ainsi que leur habitat formé d'herbier marin est donc essentielle pour étudier, suivre la dynamique de chacune d'entre elles. Dès lors, pour une maîtrise actuelle de la gestion de ces écosystèmes, il convient de maîtriser la dynamique des effectifs de tortues marines, les relations intra et extra spécifiques vis-à-vis de leur habitat, mais aussi d'accroître nos connaissances sur les herbiers marins. Toutefois, des informations manquent sur l'état actuel de leurs évolutions et les facteurs influençant leurs dynamiques pour une gestion durable. L'objectif global de cette étude est de contribuer à la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines de l'herbier d'Ansoukala au PNDS. De façon plus spécifique, elle vise à identifier les différents types d'herbiers d'Ansoukala ; à caractériser la faune benthique inféodée à cet écosystème ; à produire une carte de distribution des herbiers du PNDS et à identifier les sites de ponte et d'alimentation des tortues marines.

2. Méthodes

2.1. Description du milieu d'étude

Le PNDS occupe l'aire centrale de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS). Celle-ci est située au centre-ouest du Sénégal jusqu'à la frontière gambienne. Elle couvre la zone côtière sur la façade atlantique, entre 13°35' et 14°15' de latitude nord et 16°03' et 16°50' de longitude ouest (Djigo 2000). Elle correspond à la partie estuarienne du bassin hydrographique du Saloum, du Diomboss et du Bandiala (Figure 1).

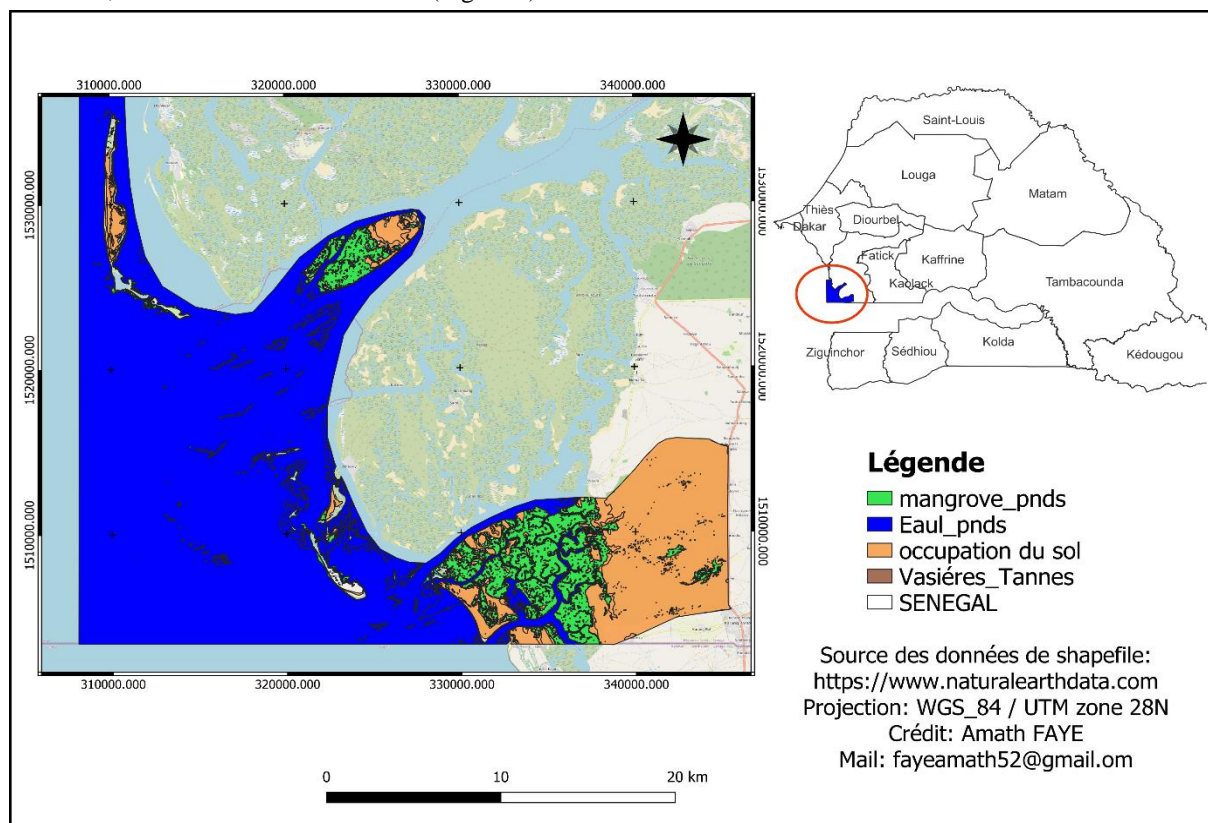


Figure 1 : Carte d'occupation du Parc National du Delta du Saloum

L'étude a été conduite sur une large zone allant de l'île aux oiseaux jusqu'à Fadiongue en passant par l'île d'Ansoukala. Celle-ci se situe à 6 km au nord de Bettenty. Elle constitue la limite entre d'une part une étendue d'eau peu profonde et de vase et d'autre part l'océan atlantique. Cette île change continuellement de forme sous l'influence de l'eau et du vent (Diop 2012). Elle représente une aire de reproduction de la tortue verte, cela est étayé par la présence des nids de ponte (Figure 2).

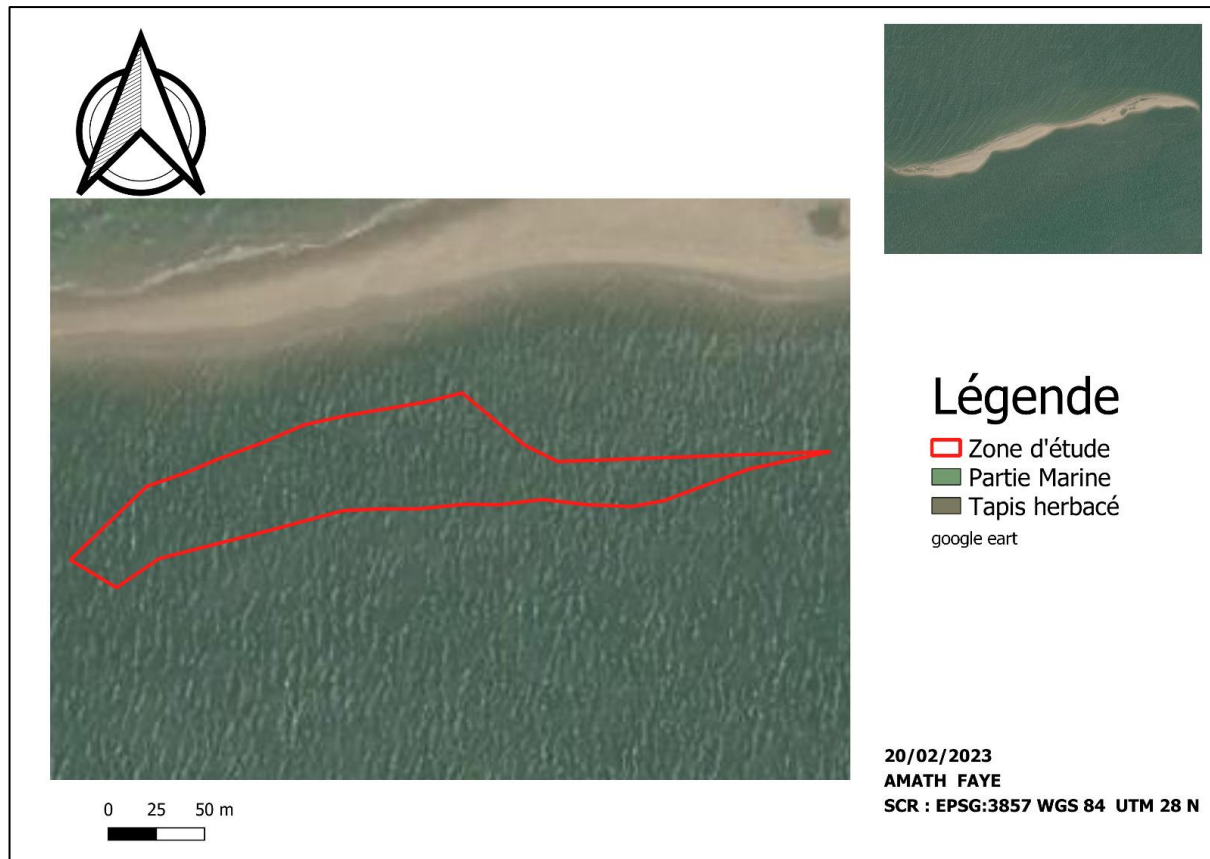


Figure 2 : localisation du site d'alimentation des tortues marines à Ansoukala

Le climat du parc national du delta du Saloum, de type soudanien avec une influence canarienne littorale, est caractérisé par une saison sèche (froide de novembre à mars, chaude de mars à juin) et une saison des pluies chaude et humide (juillet à octobre). La pluviométrie dans la zone a évolué de 600-900 mm pour la période 1931-1960 à moins de 400-600 mm actuellement (PNDS 2021). D'après les travaux de l'ISRA et de l'IRD (PNDS 2021), la couverture pédologique du bassin du PNDS et de ses bordures comprend les sols ferrugineux tropicaux lessivés, sols sulfatés acides des tannes et sols hydromorphes organiques peu évolués des vasières actuelles, sols minéraux et sols peu évolués et sols calcimorphes de type rendzine riches en matière organique. La végétation varie des forêts galeries aux savanes arborées en passant par des savanes boisées et arbustives, une strate herbacée clairsemée dans les zones exondées mais aussi des écosystèmes mangroves (Diop et al. 2024b). L'île d'Ansoukala est couverte d'une végétation dense composée de *Ipomoea pes-caprae*, *Sporobolus pitatus*, *Canavalia pes-caprae* avec des buissons épais, ainsi que d'étendues couvertes d'un tapis dense formé de plante grasse *Sesuvium portulacastrum*. Le potentiel faunique de la zone est constitué par les crustacés, les mollusques, les poissons, les reptiles, les oiseaux et les mammifères (DPN 2021). Les activités menées par la population sont entre autres la chasse, l'exploitation des coquillages, l'exploitation du miel, etc.

2.2. Collecte des données

Détermination de la base du sondage

La prise de données sur les herbiers marins a été faite au niveau des transects au courant du mois d'août à Bettenty. Afin d'assurer un gain de temps et de coût considérable, les transects peuvent être avantageusement utilisés dans le cadre des

inventaires fauniques (Mathot 2003). En effet, l'échantillonnage par layon linéaire est actuellement considéré par de nombreux auteurs comme la meilleure méthode pour assurer le suivi de la grande et moyenne faune en forêt tropicale humide, en particulier si l'utilisation de layons préexistants est envisageable (Mathot et Doucet 2006).

Le nombre de transects a été prédéterminé selon la méthode de collecte du Seagrass-Watch pour un site sub-tidal qui est de trois (3) transects distants de 25 m l'un de l'autre. Chaque transect est composé de six (6) quadras de (50 cm x 50 cm) qui sont distants les uns des autres de 10 m. Suivant un critère de répartition spatiale et les principaux axes cardinaux, huit (8) transects ont été choisis pour assurer une couverture intégrale de la zone d'herbier. Les transects ont été choisis systématiquement selon une meilleure pénétration dans le milieu étudié (De losSantos et al. 2022).

Suivi de la reproduction des tortues marines

Cette méthode de suivi s'est effectuée par un comptage exhaustif du nombre de nids de tortues dans le site lors de chaque visite. Les paramètres pouvant avoir des effets sur la reproduction tels que l'alimentation, les pressions d'origines naturelles ou anthropiques et les paramètres physicochimiques de l'eau ont été enregistrés. Les données physicochimiques de l'eau (salinité, conductibilité, oxygène dissous, pH et la température) ont été prises grâce à une sonde multiparamètre de marque PCE-PHD 1.

Méthode de suivi en mer

Le suivi en mer s'effectue par un décompte de toutes les tortues qui remontent à la surface pour respirer pendant 20 minutes. Chaque tortue qui sort au cours de ces 20 minutes est différente de l'autre. Ainsi, le ralliement d'un point de décompte à l'autre se fait par intervalles de 20 minutes pour éviter le double comptage (PNDS 2021).

Méthode de suivi en plage de ponte

Des patrouilles sont faites régulièrement pendant la saison de ponte des tortues marines. Durant ces patrouilles, les équipes de terrain ont réalisé le suivi en avançant sur la plage et en cherchant les traces d'un passage de tortues (sable retourné, nid). Cette méthode s'effectue au lever du jour (30 minutes après le lever du soleil), au moment où le soleil encore bas sur l'horizon projette des ombres qui amplifient le relief des traces. Les patrouilles doivent s'effectuer à la même heure, ce qui permet d'éliminer d'emblée la trop grande variation du facteur luminosité pouvant affecter les résultats (RAMPAO 2022).

Le suivi est fait par équipe de deux, la première personne se déplace au niveau de la limite de la végétation en se concentrant donc sur la partie haute de la plage et la deuxième marche sur les niveaux bas de la plage à proximité de l'eau (Dinq et al. 2011).

Méthode de mesure des différents paramètres de l'herbier

Les mensurations ont porté sur la hauteur de la canopée, la couverture de la canopée et sur la profondeur. La hauteur de la canopée a été mesurée depuis la base du rhizome de l'herbier de *Cymodocea nodosa* jusqu'à l'extrémité de la feuille à l'aide d'un ruban mètre de type *stanley*. La couverture de la canopée a été estimée à partir de la subdivision du quadra en 4 carrés de 25 cm². La profondeur, quant à elle, a été déterminée à l'aide du ruban mètre selon la méthode suivante : on fixe l'extrémité d'un ruban mètre au centre du quadra et l'autre extrémité est tendue hors de l'eau. La profondeur correspond à la valeur qui apparaît lorsque la surface de l'eau effleure le ruban mètre (De los Santos et al. 2022).

Ces mesures sont suivies par une identification de la nature du substrat du site. La nature des sédiments a été déterminée par des observations directes et des opérations de toucher.

Traitement des données

Les données ont été consignées sur des fiches d'enquêtes puis saisies sur le tableur Excel. Les données biophysiques ont été soumises à un test de Kruskal-Wallis à l'aide du logiciel R 4.2.2. Elles ont été aussi soumises à une analyse de variance (ANOVA) pour le test de significativité entre les transects, suivie d'une comparaison des moyennes (en cas de différences significatives entre les transects) pour identifier les transects significativement différents.

Un GPS de type *Garmin* a permis la prise des coordonnées géographiques de chaque plage de ponte et la délimitation du site d'alimentation d'Ansoukala. Ces données géographiques ont été traitées grâce au logiciel Qgis pour la confection des cartes.

3. Résultats

3.1. Paramètres physicochimiques de l'eau

L'analyse des paramètres physicochimiques montre que le site d'Ansoukala présente une eau légèrement salée ($2,9 \pm 0,1$ %), une forte teneur en oxygène ($38,7 \pm 2,3$ mg/L) et une conductivité moyenne de $47,6 \pm 2$ mS. Le pH moyen est légèrement acide ($6,7 \pm 0,8$) avec une température moyenne optimale de ($30,5 \pm 0,4$ °C) (Tableau 1).

Tableau 1 : les paramètres physico-chimiques de l'eau

Paramètres statistiques	pH	Oxygène dissout (mg/L)	Conductivité (mS)	Salinité (%)	Température (°C)
Moyenne	6,7±0,8	38,7±2,3	47,6±2	2,9±0,1	30,5±0,4
CV (%)	11,5	5,8	4,1	4,3	1,3

CV : Coefficient de Variation

Source : Faye et al. (2024)

3.2. Composition des espèces d'herbiers du site

L'analyse de la composition des espèces d'herbiers montre que seule l'espèce d'herbier *Cymodocea nodosa* est présente sur place.

3.3. Composition de la macrofaune

La macrofaune de l'herbier du site d'Ansoukala est composée de : *Ocypode brevicornis* (Crabe fantôme), *Callinectes sapidus* (Crabe bleu), *Paracentrotus lividus* (Oursin). Des coquilles de gastéropode ont aussi été trouvées.

3.4. Hauteur canopée

La hauteur de la canopée ne varie pas en fonction des transects (P-value = 0,07319) (Tableau 2). Néanmoins, cette hauteur varie entre 30,4 et 10,6 cm. En moyenne, la hauteur de canopée pour l'ensemble des transects est de 16,22 cm.

Tableau 2 : hauteur canopée en fonction des transects

Transects	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Hauteur max (cm)	28,2	16,33	22,33	30,4	20,3	28,8	28	28
Hauteur min (cm)	0	0	10,6	14,2	0	0	17	15,33
Hauteur moyenne (cm)	14,1	8,16	16,46	22,3	10,15	14,4	22,5	21,66
P-value = 0,07319								

3.5. Couverture canopée

La figure 4 montre que la couverture de la canopée varie significativement en fonction des transects (P-value = 0,01099). En effet, la couverture la plus élevée a été obtenue au niveau du transect T4 (100 %). Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre les transects T1 (50 %), T2 (40 %), T3 (62,5 %), T5 (50 %), T6 (50 %), T7 (75 %) et T8 (62,5 %) qui, par ailleurs, présentent les couvertures les plus faibles.

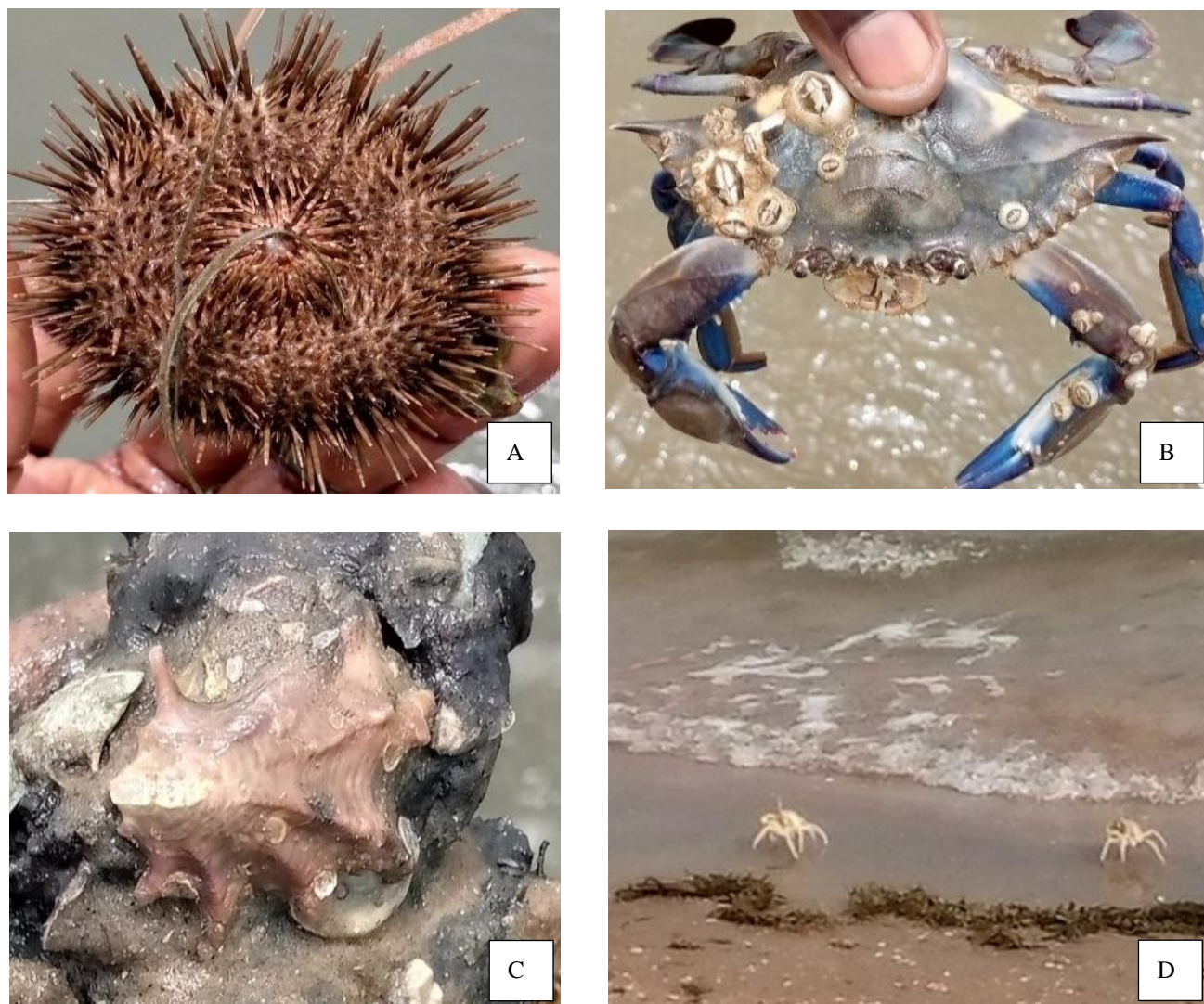


Figure 3 : *Paracentrotus lividus* (A) ; *Callinectes sapidus* (B) ; Coquille de gastéropode (C) ; *Ocyropsis brevicornis*(D)

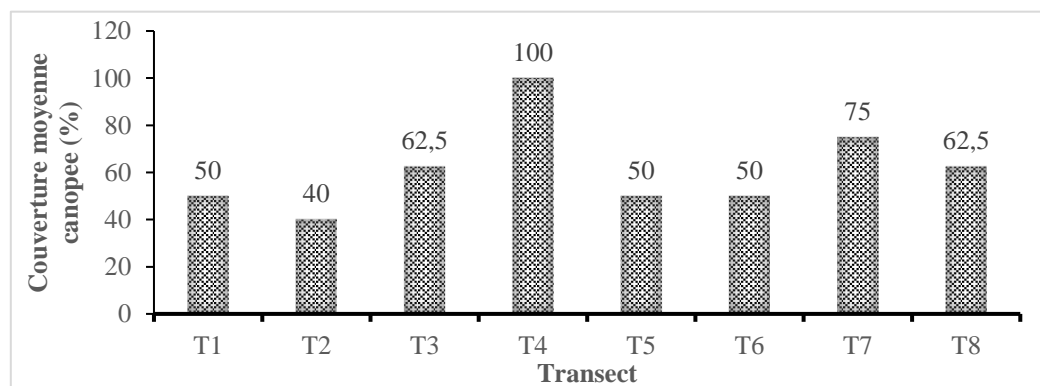


Figure 4 : Couverture de la canopée en fonction des transects

3.6. Profondeur de la canopée

Une différence très hautement significative a été observée entre la profondeur de la canopée et les transects (P-value = 0,0001). En effet, les profondeurs les plus importantes ont été observées au niveau de T1 (96,5 cm), T4 (94,55 cm) et T7 (88,25 cm) suivis des transects T3 (88 cm), T6 (84 cm) et T2 (80,2 cm). Cependant, les plus faibles profondeurs ont été enregistrées au niveau des transects T5 (73,1 cm) et T8 (69,85 cm) (Figure 5).

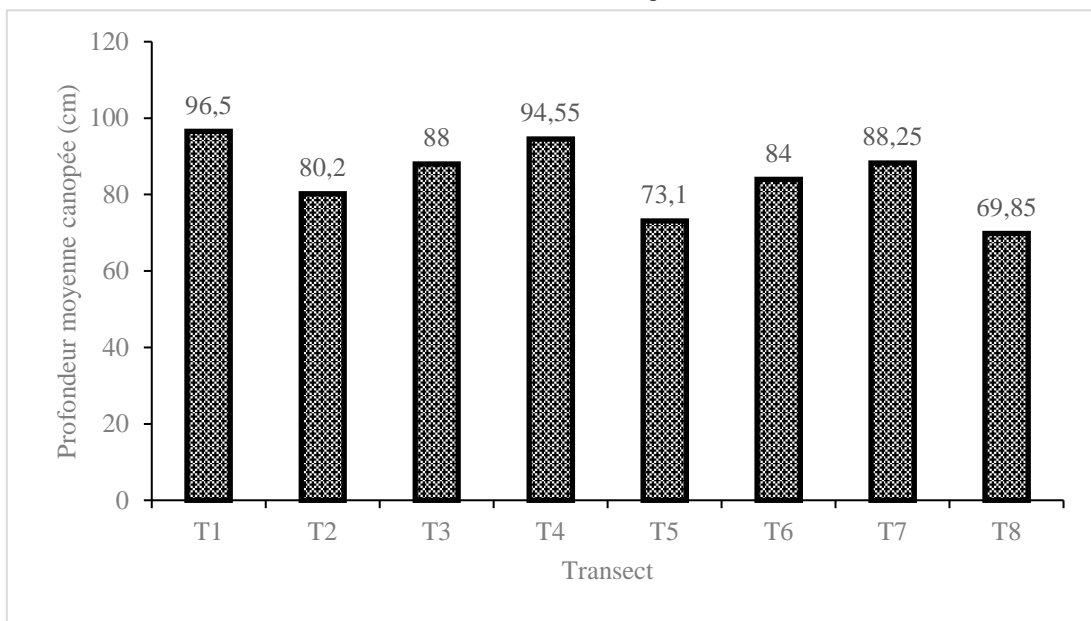


Figure 5 : Profondeur canopée en fonction des transects

3.7. Les différents sédiments du site

L’identification des différents types de sédiments a été faite suite aux opérations de touchées et d’observations directes. Ainsi, quatre (4) types de sédiments ont été identifiés dans le site d’Ansoukala : vaseux ; sableux ; sablo-vaseux et vaso-sableux.

3.8. Suivis des plages de ponte au PNDS

Le tableau 3 montre la situation biannuelle 2021 et 2022 concernant le suivi des plages de ponte. Le nombre de nids de tortues a connu une baisse, passant de 18 à 3 nids respectivement entre 2021 et 2022.

Tableau 3 : Nombre de nids entre 2021 et 2022 au PNDS

Années	Nombre de nids
2021	18
2022	3

La carte de distribution (figure 6) montre que pour la tortue verte les sites de ponte se situent au niveau d’Ansoukala, l’île aux oiseaux et de Djinack.

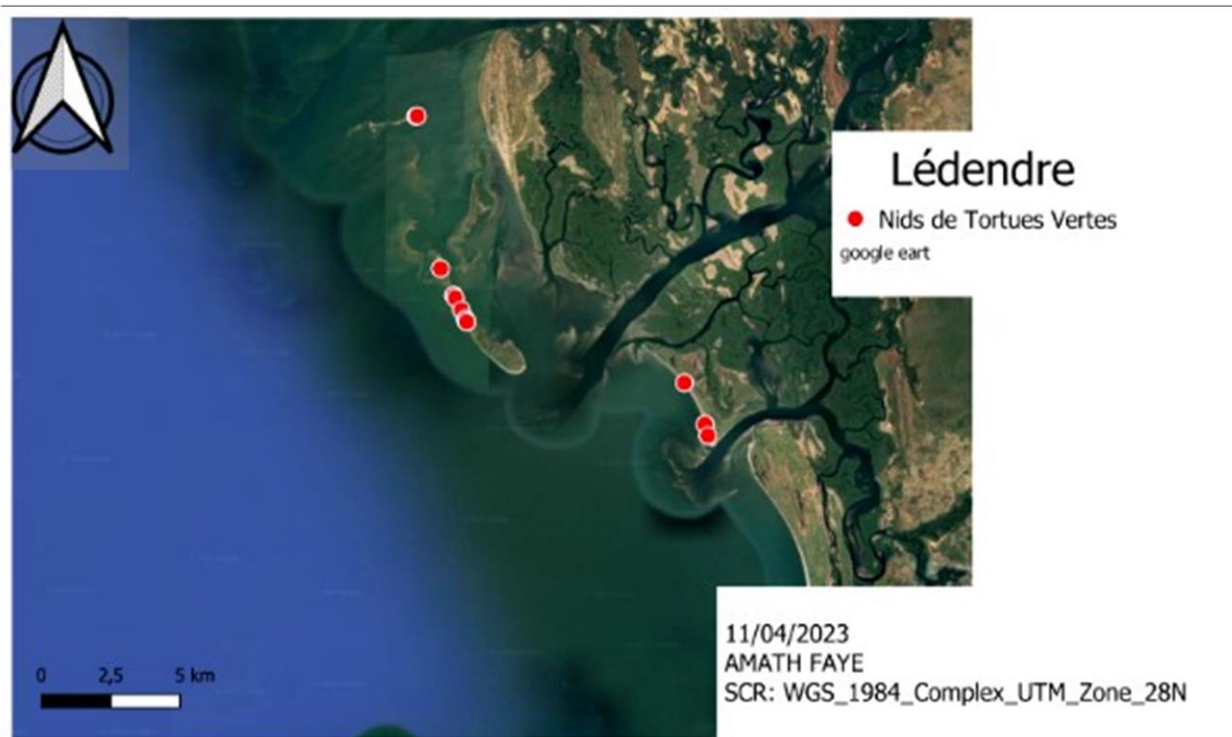


Figure 6 : Carte de distribution des nids de tortues vertes au PNDS en 2022

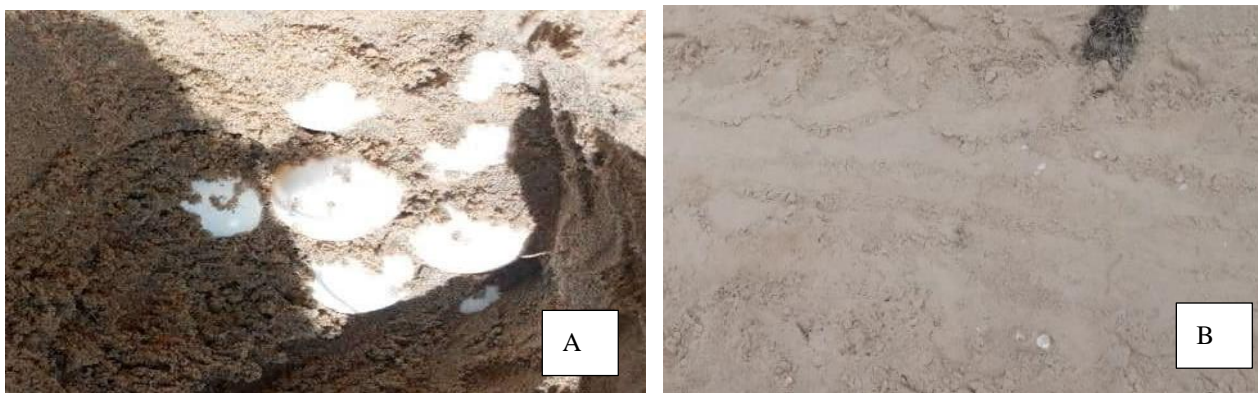


Figure 7 : Nid de tortue marine (A) ; Trace de remontée (B)

(Crédit photo : PNDS)

4. Discussion

Les résultats de l'étude montrent que les herbiers sont très développés au niveau du site d'Ansoukala empêchant même par endroit la navigation. Cela pourrait s'expliquer par le fait que cet herbier se développe dans le PNDS, donc protégé aux risques de dégradation. Une seule espèce d'herbier a été retrouvée dans le site : *Cymodocea nodosa* dans un support vaseux à très vaseux en passant parfois de sableux à sablo-vaseux ou vaso-sablo en plus des fragments de coquillage. Cette espèce d'herbier apparaît dans la liste des espèces retrouvées dans la même zone lors d'une étude faite par le DAMCP (2020).

L'analyse des paramètres physicochimiques de la colonne d'eau de l'herbier *Cymodocea nodosa* a montré que l'espèce est sensible aux variations de température et de la salinité de l'eau. La température moyenne de l'eau à Ansoukala est de $30,5 \pm 0,4$ °C. Cette valeur plus ou moins élevée de température atteste la capacité de l'espèce *Cymodocea nodosa* à se développer dans des eaux à hautes températures. Ces résultats corroborent ceux de Diagne (2010) selon qui, la température optimale de

croissance des espèces d'herbiers tempérés s'étend de 11,5 °C à 26 °C, tandis que celle des espèces tropicales et subtropicales comme *Cymodocea nodosa* va de 23 °C à 32 °C. Augier et al. (1980) ont prouvé que cette espèce (*Cymodocea nodosa*) peut se développer dans des eaux dont la température est comprise entre 9 °C et 29 °C, même si elle est capable de subir ponctuellement des températures supérieures. La salinité de l'eau varie entre 2,8 ‰ et 3,0 ‰. Ces résultats corroborent ceux de Diop et al. (2024a) qui ont trouvé une salinité moyenne de 3,79 ‰ dans les eaux du PNDS.

Les valeurs de pH observées lors de nos différentes sorties (5,8 à 7,2) sont dans la fourchette des eaux marines protégées qui se situent entre 7,0 et 8,5. Ces valeurs de pH enregistrées peuvent s'expliquer par la dilution des eaux par les précipitations durant la période de prélèvement. Elles pourraient également être dues à l'évaporation et à l'activité des micro-organismes qui conduisent à la consommation d'oxygène et à l'augmentation du taux du CO₂ tel que montré par Harch (2012). Elles sont par ailleurs liées aux variations de la température, de la salinité, de l'oxygène dissous, du taux de CO₂ et des terrains traversés (Harch 2012).

La mesure de la conductivité électrique, quant à elle, a permis d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température. La conductivité observée lors de la première sortie est 45,6 mS et celle de la deuxième sortie 49,5 mS, soit une moyenne de 47,6 ± 2 mS qui est largement inférieure aux valeurs seuils des eaux marines naturelles comprises entre 50 et 1500 µS/cm (UE 2006). Ces valeurs de conductivité observées peuvent s'expliquer par le lessivage des sols environnants lors des fortes précipitations telles que montrées par Mutchler et Dunton (2007). En effet, les prélèvements ont été effectués en saison de pluie, avec en plus la chaleur qui provoque une augmentation en minéraux dissous par évaporation de l'eau. De plus, ces valeurs dénotent d'une minéralisation faible de l'eau qui aura pour impact une diminution des processus de photosynthèse de ces herbiers marins. Par ailleurs, cette minéralisation faible de la matière organique s'expliquerait par la capacité auto-épuratoire des eaux côtières. Situation qui pourrait affecter dans d'autres conditions l'absorption d'ions à travers les racines de ces herbiers marins (Hemminga 1998).

Une forte teneur en oxygène a été observée dans la zone avec des moyennes de 36,9 mg/l et 41,2 mg/l. Ceci pourrait s'expliquer par l'abondance d'herbier dans cette zone et l'existence d'une importante biomasse d'herbier marin à ce niveau. Cette concentration est largement au-dessus de la norme de qualité des eaux marines protégées (classe 1) qui définit la limite d'oxygène dissous à pas moins de 4 mg/l. De même, cette importante teneur en oxygène dissous pourrait provoquer une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments et ayant un impact nocif sur ces herbiers tel que montré par Smith en 2003.

La profondeur du tapis d'herbier de *Cymodocea nodosa* d'Ansoukala varie entre 56 et 106 cm. Ceci pourrait s'expliquer selon De los Santos et al. (2022) par le fait que les herbiers marins se retrouvent généralement dans des zones peu profondes. Elkalay et al. (2003) ont trouvé dans leur étude des herbiers à des profondeurs de quarantaine de mètres (40 m), ce qui est imputable à la transparence de la colonne d'eau. Ces résultats sont en accord avec ceux de Short et al. (2016) selon qui, *Cymodocea nodosa* peut vivre entre 0 et 90 m de profondeur.

La couverture de la canopée de l'herbier *Cymodocea nodosa* varie entre 40 et 100 % au niveau du site d'Ansoukala. Ces résultats sont en conformité avec ceux trouvés par Resilien Sea en 2021 dans le même site, avec des taux de couverture allant de 30 à 100 %. Concernant la hauteur de la canopée, elle varie entre 10 et 30 cm. Ces résultats sont en phase avec ceux de Phillips et Menez (1988) selon qui les faisceaux foliaires de *Cymodocea nodosa* sont constitués de deux à cinq feuilles rubanées de 10 à 30 cm de hauteur.

Les observations faites sur la nature du sédiment ont révélé que *Cymodocea nodosa* se développe sur des substrats de nature différente qui peuvent aller de vaseux ; sablo-vaseux ; sableux à très vaseux. Ces conclusions rejoignent celles des études de DAMCP (2020) ; Resilien Sea (2018) ; Hemminga and Duarte (2000) ; McKenzie (2007) selon lesquelles, *C. nodosa* se développe sur des sols allant de nature vaseuse, sablo-vaseuse, à très vaseuse. Selon De los Santos et al. (2022), les herbiers marins se développent principalement sur des fonds vaseux ou sableux dans des conditions environnementales variées, allant de zones abritées comme les lagunes ou les estuaires à des habitats exposés à de forts mouvements d'eau. Certaines espèces (par exemple *Phyllospadix spp.*) constituent des exceptions notables, car elles se fixent sur des substrats rocheux (de los Santos et al. 2022). En plus du substrat vaseux, il a été constaté par endroit la présence des fragments de coquillage de gastéropodes sur certains de nos quadrats. Cette présence de coquilles de gastéropodes est en phase avec les rapports de DAMPC (2020) ; Resilien sea (2018). Plusieurs études ont montré que les caractéristiques des sédiments jouent un rôle dans la croissance des rhizomes, la germination, la survie et donc la distribution des espèces (Short 1987 ; Barko et al. 1991 ; Terrados et al. 1998 ; Halun et al. 2002 ; Van Katwijk et Wijgengangs 2004 ; Bradley et Stolt 2005). Ces sédiments contiennent de la matière organique qui est un élément important pour les herbiers, car elle augmente de manière significative la capacité d'échange cationique du sédiment et retient les nutriments assimilables par les plantes (Hemminga et Duarte 2000). Concernant la faune inféodée à l'herbier de *C. nodosa*, elle est composée des espèces telles que : des oursins (*Paracentrotus lividus*) ; des crabes fantômes (*Ocypode brevicornis*) ; crabe bleu (*Callinectes sapidus*) ; des poissons comme le tilapia, la

seiche. En somme, l'herbier de *C. nodosa* présente des caractéristiques biométriques, biotiques et abiotiques qui lui sont propres ainsi que des conditions environnementales spécifiques. C'est aussi un site d'alimentation et de reproduction pour les tortues vertes adultes.

Le PNDS abrite au moins cinq (5) espèces de tortues marines parmi les sept (7) (la tortue verte, la tortue caouanne, la tortue imbriquée, la tortue olivâtre, la tortue Kemp, la tortue luth et le natator depressa). Lors de cette étude, nous avons noté une forte présence des tortues marines au niveau de l'herbier d'Ansoukala. Le delta Saloum, avec ces herbiers marins, constitue aussi un important site d'alimentation pour les tortues vertes adultes. Les sorties en mer des agents du parc ont permis de décompter 3 054 tortues marines (850 tortues en août ; 263 tortues en septembre ; 386 tortues en octobre ; 740 tortues en novembre et 815 tortues en décembre) en 2021 entre l'île Leba, Bassédia et Ansoukala (PNDS 2021). À cela s'ajoute le suivi de 2022 où au total 700 tortues ont été observées au point fixe (PNDS 2022). Cela démontre davantage que l'herbier d'Ansoukala constitue un site d'alimentation pour les tortues vertes.

Pour la reproduction des tortues marines, le PNDS constitue l'un des sites de reproduction les plus importants au Sénégal pour la tortue verte (Diouck 2022). Les résultats obtenus entre l'île aux oiseaux, l'île Léba et l'île d'Ansoukala ont donné 3 nids en 2022 (un nid découvert à Ansoukala) contre 18 nids de tortues entre l'île aux oiseaux et l'île Leba en 2021 (PNDS 2021). En 2020, 22 nids ont été découverts dans le cadre du suivi des plages de ponte au delta du Saloum (Diouck 2020). Cette diminution des nids serait imputable aux activités humaines. Selon Billes (2004), les populations de tortues marines ne cessent de décroître. Victimes d'une surexploitation depuis des centaines d'années (à des fins alimentaires ou pour une utilisation superflue en cosmétologie, marqueterie, lunetterie, maroquinerie...), elles sont désormais sous l'emprise de menaces encore plus inquiétantes : les pollutions des océans provoquent chez elles de graves troubles physiologiques, elles sont souvent victimes des grands filets entonnoirs des crevettiers et leurs sites de ponte tropicaux sont menacés par l'implantation d'infrastructures touristiques, industrielles ou militaires.

5. Conclusion

Le delta du Saloum dans son ensemble est une grande zone humide tant importante pour la diversité de ses milieux que pour la diversité des espèces animales qu'elle héberge. Ce travail est une contribution à la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines de l'herbier d'Ansoukala au PNDS. Les résultats obtenus ont montré qu'au niveau de l'île d'Ansoukala, seule *Cymodocea nodosa* est observée. Ces mêmes résultats ont montré que les paramètres physico-chimiques relevés sont à des niveaux optimaux pour permettre son bon développement. La hauteur est de l'ordre de 40 cm, avec des profondeurs pouvant atteindre 106 cm. La couverture peut atteindre 100 % par endroits avec parfois une couverture nulle à cause de la discontinuité du tapis de l'herbier. Une macrofaune très riche est relevée, composée d'espèces telles que : les crabes (fantôme et bleu), l'oursin, la seiche et certains poissons. À cela s'ajoute une présence très importante de tortues marines au niveau des sites d'herbiers. Les résultats du suivi montrent que le PNDS constitue un site majeur de reproduction des tortues au Sénégal et également un site important d'alimentation des tortues vertes lié à la présence des trois espèces d'herbiers : *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* et *halodule wrightii*. Ces résultats sur la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines devraient être un outil d'aide à la prise de décision pour une bonne gestion et un suivi des tortues marines au niveau du PNDS. En perspectives des études complémentaires devraient être réalisées afin d'identifier les raisons de la présence d'une seule espèce d'herbier dans le site d'Ansoukala.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Etat du Sénégal d'avoir bien accepté de financer cette recherche. Les remerciements vont aussi à l'endroit des gestionnaires et des populations de Bagadadji pour l'appui constant dans le cadre cette étude.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Faye A, Touré MA, Diouck D, Faye MA
Gestion des données	Faye A, Cissé O, Diop AB, Ndour AA
Analyse formelle	Faye A, Cissé O, Diop AB, Ndour AA
Enquête et investigation	Faye A, Faye MM, Sana M
Méthodologie	Faye A, Diouck D, Diop AB, Ndour AA

Supervision Validation	Faye A, Touré MA, Diouck D, Faye MA, Diop AB
Écriture – Préparation	Diop AB, Ndour AA, Faye A, Barry M
Écriture – Révision	Diop AB, Ndour AA, Faye A, Barry M

Références

- Aimée D, Sambou H, Diop C, Ntiranyibagira E, Dacosta H, Sambou B (2018) Dynamique d'occupation du sol des zones humides urbanisées de Dakar (Sénégal) de 1942 à 2014. *VertigoO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 18(1).
- Augier H, Robert P, Maffre R (1980) Etude du régime thermique annuel des eaux au niveau des peuplements de Phanérogames marines de la baie de Port-Cros (îles d'Hyères, Méditerranée, France). *Travaux Scientifiques du Parc National de Port-Cros* 6 : 69-131PP VOL 6. <https://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PAS-CAL82X0209478>.
- Barko JW, Gunnison D, Carpenter SR (1991) Interactions des sédiments avec la croissance des macrophytes submergés et la dynamique des communautés. *Botanique aquatique*, 41 (1-3), 41-65. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(91\)90038-70](https://doi.org/10.1016/0304-3770(91)90038-70).
- Bergeron P, Courtois S, Masse P (2009) De nouveaux outils analytiques au service d'une gestion active de la qualité des eaux de baignade : application en eaux douces et marines. *European journal of water quality*, 40(2)151-164. <https://doi.org/10.1051/water/20090100>.
- Billes A (2004) Sur les traces des tortues marines d'Afrique centrale... : Un petit guide pour savourer un grand moment d'émotion nocturne ; ECOFAC, Programme Kudu, ADiE, FFEM, 64 p.
- Bradley D, Stolt MH (2006) Relations herbiers marins-sédiments à l'échelle du paysage dans un lagon côtier. *Botanique aquatique*, 84 (2), 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.08.003>.
- CODE FORESTIER du Sénégal (2018) Chapitre II : des définitions 6p.
- CONVENTION RAMSAR (1971) Annexe 2 cadre d'application de la convention de ramsar 5p.
- DAMCP (2007) Rapport sur EBSAS sud du Sénégal 8p.
- DAMPC (2020) Mission de prospection des sites d'herbiers du Sénégal 4p.
- DAMPC (2021) Mission de sensibilisation des acteurs et de complément de la cartographie au niveau de la petite côte et du PNDS 3p.
- De los Santos CB, de la Hoz Schilling C, Queiroga H, Sidi Cheikh MA, Barri I, Araujo A, Frade D, Antunes L, Serrão E (2022) Manuel de formation pour le suivi et la gestion des herbiers marins dans la région RAMPAAO. Centre des Sciences Marines de l'Algarve, Faro 60p.
- Dia IMM (2003) Elaboration et mise en œuvre d'un plan de gestion intégrée- La Réserve de Biosphère du Delta du Saloum, Sénégal. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. + 130p.
- Diagana FA (1999) Etude sur la problématique du crédit sur la zone du Parc Banc d'Arguin (PNBA). Rapport de consultation.
- Diagne A (2010) Métabolisme benthique des herbiers du Banc d'Arguin (Mauritanie). Rapport de stage Master Océanographie. Université de la Méditerranée – Aix-Marseille.
- Diagne A, Samba AO, Niang A (2012) Inventaire des différentes espèces de poissons juvéniles des herbiers de la baie de l'Etoile. Rapport de Mission, IMROP, 12 p.
- Dinq S, Petit M (2011) Protocole de suivi des pontes de tortues marines. Guide méthodologique à destination des éco-volontaires de polynésie française, 5p.
- Diop AB, Samb CO, Ndour AA, Barry M, Cissé O, Ahouandjinou SDITK, Kouagou SR, Mate MJP, Diansambu MI, Bogaert J (2024a) Caractérisation de la mangrove du Saloum. *REB-PASRES* 8(2) 2023 : 59-68.
- Diop AB, Samb CO, Barry M, Ndour AA, Cissé O, Mukenza MM, Kouagou SR, Mate MJP, Diansambu MI, Bogaert J (2024b) Dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Parc National du Delta du Saloum (PNDS), Sénégal. *Revue Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 4 (1) : 1-17. e-ISSN (Online) : 2790- 3230 Doi: <https://doi.org/10.59384/reco-pays.tg4102>.
- Diouck D (2007) Rapport situation des tortues marines en Afrique atelier URTOMA 31p.
- Diouf PS, Barry MD, Coly S (1994) La Réserve de la Biosphère du Delta du Saloum : l'environnement aquatique, les ressources halieutiques et leur exploitation. Rapport de mission pour la conservation de la nature, République du Sénégal, 1998, 94p.

- Djachou DS (2013) Mémoire de fin de cycle : gestion intégrée et durable des écosystèmes d'herbiers de l'AMP de Joal-fadiouth (Sénégal) : étude de l'impact des polluants, 57p.
- Dournel S, Sajaloli B (2012). Les milieux fluviaux et humides en ville, du déni à la reconnaissance de paysages urbains historiques. *Urban History Review / Revue d'histoire urbaine*, 41(1), 5-21. doi: <https://doi.org/10.7202/1013761ar>.
- Duarte CM (2000) Biodiversité marine et services écosystémiques : un lien insaisissable. *Journal de biologie et d'écologie marine expérimentales*, 250 (1-2), 117-131. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00194-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00194-5).
- Duarte CM, Dennison WC, Orth RJ, Carruthers TJ (2008) Le charme des écosystèmes côtiers : remédier au déséquilibre. *Estuaires et côtes*, 31, 233-238. <https://doi.org/10.1007/s12237-008-9038-7>.
- Elkalay K, Frangoulis C, Skliris N, Goffart A, Gobert S, Lepoint G, Hecq JH (2003) Un modèle de la dynamique saisonnière de la biomasse et de la production de l'herbier *Posidonia oceanica* dans la Baie de Calvi (Méditerranée Nord-Ouest). *Modélisation écologique*, 167 (1-2), 1-18. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00074-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00074-7).
- Folega F, Dagoua DP, Badjaré B, Atakpama W, Kanda M, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2023) biodiversité et structure des peuplements du complexe d'aires protégées de togodo au Togo *Revue Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 03(1): 78–93, e-ISSN (Online): 2790- 3230 doi: <https://doi.org/10.59384/recopays2023- 3-1>.
- Folega F, Rakotondrasoa Miaratiana Andrianamenoso, Wala Kperkouma, Woegan Y. Agbelessessi, Kanda Madjouma, Perreki Hodabalo, Polo-Akpisso Aniko, Batawila Komlan et Akpagana Koffi (2017) « Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo », *VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Volume 17 numéro 3 |; DOI : 10.4000/vertigo.18791
- Halun Z, Terrados J, Borum J, Kamp-Nielsen L, Duarte CM, Fortes MD (2002) Évaluation expérimentale des effets des changements des conditions sédimentaires dus à l'envasement sur les herbiers marins des Philippines, *Cymodocea rotundata*. *Journal de biologie et d'écologie marines expérimentales*. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00366-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00366-0).
- Harch, rass A, Elkharrim K, Belghyti D (2012) Analyse physico-chimiques des eaux du site Ramsar Sidi Boughaba (Maroc). *ScienceLib Editions Mersenne*, vol 4 (120607).
- Hemminga MA (1998) Le système racine/rhizome des herbiers marins : un atout et un fardeau. *Journal de recherche maritime*, 39 (3-4), 183-196. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(98\)00004-5](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(98)00004-5).
- Hemminga MA, Duarte CM (2000) Écologie des herbiers marins. La presse de l'Université de Cambridge (157P).
- IUCN Rapport (2012) Rapport méditerranéen seagrass meadows les herbiers de Magnoliophytes marines de Méditerranée : résilience et contribution à l'atténuation des changements climatiques 16p.
- Mabafei A, Diwediga B, Wala K, Folega F, Akpagana K (2021) Caractérisation phytosociologique des zones humides de la plaine de l'Ogou. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, N° 01, vol 01 ; 43-57 pp e-ISSN : 3790-3230. https://www.researchgate.net/publication/357187963_Caracterisation_phytosociologique_des_zones_humides_de_la_plaine_de_l'Ogou_Phytosociological_characterization_of_the_wetlands_of_the_Ogou_plain
- Mathot L, (2003) Étude sur la diversité et la distribution de la faune dans l'Ufa 10-030. Rapport d'inventaire, *Nature Plus*, Projet Réseau de partenariats pour la gestion durable des forêts en Afrique centrale, Société R. Pallisco, 19 p.
- Mathot L, Doucet JL (2006) Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicale. *Bois et forêt des tropiques* N° 287 (1).
- McKenzie LJ (2007) Relationships between seagrass communities and sediment properties along the Queensland coast. Progress report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Ltd, Cairns
- MEPN (1997) Profil du Sénégal. Examen de l'application 21 : examens des progrès accomplis depuis la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement.
- Mutchler T, Dunton KH, Townsend-Small A, Fredriksen S, Rasser MK (2007) Indicateurs isotopiques et élémentaires des sources de nutriments et de l'état des habitats côtiers de la mer des Caraïbes, péninsule du Yucatan, Mexique. *Science des estuaires, des côtes et du plateau continental*, 74 (3), 449-457. <http://hdl.handle.net/2152/40251> <https://repositories.lib.utexas.edu/items/5b5bd5ca-3045-4805-9a5e-f91e2a4c71bc>.
- Ndao M (2012) Dynamiques et gestion environnementales de 1970 à 2010 des zones humides au Sénégal: étude de l'occupation du sol par télédétection des Niayes avec Djiddah Thiaroye Kao (à Dakar), Mboro (à Thiès et Saint-Louis).
- Phillips RC, Meñez EG (1988) *Seagrasses*. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press, 34: 104 p.
- PNDS (2018) Rapport de suivi des oiseaux marins du mois de Novembre à l'Île Aux Oiseaux et à Ansoukala, 16p.
- PNDS (2021) Mission de prospection sur le site de ponte des tortues marines 3p.
- PNDS (2021) Plan d'aménagement et de gestion du parc National du delta du Saloum (PNDS) (2021-2025) 5p.
- PNDS (2022) Mission de surveillance des sites de ponte des tortues marines 4p.
- RAMPAO (2022) Manuel de formation pour la conservation des tortues marines en Afrique de l'Ouest, 116p.

- Short FT (1987) Effets des nutriments des sédiments sur les herbiers marins : revue de la littérature et expérience en mésocosme. *Botanique aquatique*, 27 (1), 41-57 [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(87\)90085-4](https://doi.org/10.1016/0304-3770(87)90085-4).
- Short FT, Kosten S, Morgan PA, Malone S, Moore GE (2016) Impacts du changement climatique sur les plantes submergées et émergentes des zones humides. *Botanique aquatique*, 135, 3-17. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2016.06.006>.
- Smith JA (2003) *Psychologie qualitative : Un guide pratique des méthodes de recherche*. Smith, Jonathan A. (éd.), 81-1. https://www.researchgate.net/profile/Gerard-Pergent/publication/281386418_Les_herbiers_de_Magnoliophytes_marines_de_Mediterranee_Resilience_et_contribution_a_l'attenuation_des_changements_climatiques/links/55f6a32908ae7a10cf8ba0fb/Les-herbiers-de-Magnoliophytes-marines-de-Mediterranee-Resilience-et-contribution-a-l'attenuation-des-changements-climatiques.pdf.
- SNAPS (2011) *Stratégie Nationale de Gestion des Aires Protégées au Sénégal*, 42 p.
- Terrados J, Duarte CM, Fortes MD, Borum J, Agawin NSR, Bach S, Vermaat J (1998) Changements dans la structure des communautés et la biomasse des communautés d'herbiers marins le long des gradients d'envasement en Asie du Sud-Est. *Science des estuaires, des côtes et du plateau continental*, 46 (5), 757-768. <https://doi.org/10.1006/ecss.1997.0304>.
- Tina MG, Binzer T (2004) Which factors regulate seagrass growth and distribution. In E. s. a. i. t. m. a. management (Series Ed.) J. e. a. Borum (Ed.) (Pp. 23).
- Union Européenne (UE) (2006) *Directive sur la qualité des eaux de baignade (côtière)*. Directive 2006/7/CE.
- Van Katwijk MM, Wijgertgangs LJM (2004) Effects of locally varying exposure, sediment type and low-tide water cover on *Zostera marina* recruitment from seed. *Aquatic Botany*, 80(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.04.003>.