

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 de Fandiong

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

Amath Faye¹, Essétchi Paul Kouamelan¹, Alioune Badara Diop³, Djibril Diouck², Mame Abdou Faye², Mamadou Moustapha Faye⁴

¹Centre d'excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD), Université Felix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte D'Ivoire

²Direction des parcs nationaux (DPN), Ministère de l'Environnement et de la Transition Ecologique (METE), Sénégal

³Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, RD Congo, BP.15.373.

⁴Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR) Bambey, BP 54, Université Alioune DIOP de Bambey (UADB), Diourbel, Sénégal

(*)Corresponding author : aliounebadaradiop36@gmail.com

ORCID et E-mail des auteurs

Faye Amath :ORCID : <https://orcid.org/0009-0008-1595-8170> ; E-mail : fayeamath52@gmail.com ; Kouamelan Essétchi Paul :ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0349-8583> ; E-mail : kessetch2012@gmail.com ; Diop Alioune Badara : OCID : <https://orcid.org/0009-0009-1547-8350> ; E-mail : aliounebadaradiop36@gmail.com ; Diouck Djibril : ORCID : <https://orcid.org/0009-0007-6896-4518> ; E-mail : djibrildiouck@gmail.com ; Faye Mame Abdou : ORCID : <https://orcid.org/0009-0007-6580-819X> ; E-mail : mamabdoufaye@gmail.com ; Faye Mamadou Moustapha : ORCID : <https://orcid.org/0009-0008-2112-3161> ; E-mail : mamadoumoustaphafaye575@gmail.com

How to cite article: Faye, A., Kouamelan, E. P., Badara Diop, A., Diouck, D., Faye, M. A., & Faye, M. M. (2026). 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 de Fandiong. *Revue Ecosystèmes Et Paysages*, 6(1).
<https://doi.org/10.59384/recopays.tg.v6i1.194>

Reçut : 30 septembre 2025

Accepté : 20 février 2026

Publié : 30 juin 2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

Le Parc National du Delta du Saloum (PNDS) est crucial pour la conservation des tortues marines et des herbiers marins. Cependant, le parc accueille un certain nombre d'espèces de tortues marines qui viennent s'y reproduire et se nourrir dans les sites d'alimentations où l'on retrouve l'herbier marin constituant leur principale source d'alimentation. Cependant, peu d'études ont été effectuées sur la caractérisation des zones d'alimentation des tortues du PNDS. L'objectif de cette étude est de (i) identifier les différents types d'herbiers de fandiong, (ii) caractériser la faune benthique inféodée à cet écosystème, (iii) produire une carte de distribution des herbiers du PNDS et (iv) identifier les sites ponte et d'alimentation des tortues marines. 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 onze (11) quadrats. Des suivis des plages de ponte ont également été effectués. Les résultats *Tympanotonus radula* (gastéropode), *Chelonia mydas* (Tortue verte), *Semifusus morio* (mollusque gastéropode) et *Paracentrotus lividus* (Oursin) ont été recensées. La profondeur du canopée, elle est de zéro mètre (0m) car le site est intertidal. L'herbier marin composé de trois (3) espèces : *Cymodoceae. nodosa*, *Zostera noltii* et *Halodule wrightii* atteignent parfois des hauteurs de 14,49 cm. Il est noté la présence de 8 nids de tortues vertes en 2024. Une carte témoigne une homogénéité des paramètres physico-chimiques entre les différents transects. Pour la macrofaune, les espèces telles que la distribution de l'herbier ont également été produites. Ces résultats préliminaires sur la caractérisation des zones d'alimentation des tortues marines pourraient servir d'outils d'aide à la prise de décision pour une bonne gestion et suivi des tortue marines au niveau du PNDS.

Mots clés : PNDS, Fandiong, Herbier marin, Tortue marine, alimentation

Abstract

The Saloum Delta National Park (PNDS) is crucial for the conservation of sea turtles and seagrass beds. However, the park is home to a number of sea turtle species that come here to breed and feed in feeding grounds where seagrass beds, their main source of food, are found. However, few studies have been conducted on the characterization of turtle feeding areas in the PNDS. The objective of this study is to (i) identify the different types of seagrass beds in De Fandiong, (ii) characterize the benthic fauna dependent on this ecosystem, (iii) produce a distribution map of the seagrass beds in the PNDS, and (iv) identify the nesting and feeding sites of sea turtles. To do this, a monitoring form was used to collect data on seagrass beds from three (3) transects comprising eleven (11) quadrats. Monitoring of nesting beaches was also carried out. The results *Tympanotonus radula* (gastropod), *Chelonia mydas* (green turtle), *Semifusus morio* (gastropod mollusk), and *Paracentrotus lividus* (sea urchin) were recorded. The canopy depth is zero meters (0m) because the site is intertidal. The seagrass bed, composed of three (3) species: *Cymodoceae. Nodosa*, *Zostera noltii*, and *Halodule wrightii*, sometimes reaches heights of 14.49 cm. The presence of eight green turtle nests was noted in 2024. A map shows the homogeneity of the physical and chemical parameters between the different transects. For macrofauna, species such as seagrass distribution were also produced. These preliminary results on the characterization of sea turtle feeding areas could serve as decision-making tools for the proper management and monitoring of sea turtles at the PNDS level.

Keywords: PNDS, Fandiong, Seagrass, sea Turtle, Feeding

1. Introduction

Le Parc National du Delta du Saloum (PNDS) constitue un écosystème d'une richesse écologique exceptionnelle, reconnu pour son importance dans la conservation de la biodiversité notamment des tortues marines. Ces dernières jouent un rôle clé dans l'équilibre des écosystèmes marins, mais elles sont de plus en plus menacées par divers facteurs anthropiques et environnementaux (Wallace *et al.*, 2010). En raison de leur vulnérabilité, plusieurs conventions internationales, telles que la Convention de Ramsar et la Convention de Bonn, appellent à leur protection et à la gestion durable de leurs habitats (Mazaris *et al.*, 2017 ; Cormier-Salem, 2006).

L'un des habitats essentiels des tortues marines est constitué par les herbiers marins. Ces écosystèmes subaquatiques, composés principalement de phanérogames marins, fournissent une source de nourriture et un refuge à de nombreuses espèces marines, y compris les tortues vertes (*Chelonia mydas*) qui s'en nourrissent (Bjorndal, 2017). Les herbiers marins jouent également un rôle fondamental dans la séquestration du carbone et la stabilisation des littoraux, renforçant ainsi leur importance dans le contexte du changement climatique (Fourqurean *et al.*, 2012). Malgré leur importance, la diversité et la répartition des herbiers marins au sein du Delta du Saloum restent encore peu étudiées, ce qui constitue un frein à la mise en place de stratégies de conservation adaptées. Cette étude vise à combler cette lacune de connaissances en caractérisant les herbiers marins présents dans la zone de Fandiong, au sein du PNDS, et en analysant leur rôle écologique dans la conservation des tortues marines. En particulier, il s'agit d'évaluer la diversité spécifique des herbiers, leur distribution spatiale ainsi que leur interaction avec les populations de tortues marines. Une meilleure compréhension de ces interactions permettra d'identifier des indicateurs écologiques pertinents pour guider les actions de conservation (Hays *et al.*, 2018 ; Cormier-Salem, 2003).

Dans cette optique, et pour des besoins de recherche scientifique, le Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) de l'Université Felix Houphouët-Boigny de Côte d'Ivoire et la Direction des Parcs Nationaux (DPN) conjointement travaillent sur la caractérisation des zones d'alimentations des tortues marines au Parc National du Delta du Saloum (PNDS).

L'objectif global de cette recherche est de contribuer à une meilleure compréhension des interactions entre les herbiers marins et les tortues marines dans le PNDS afin de renforcer les efforts de conservation. De façon plus spécifique, elle vise à identifier les différents types d'herbiers de Fandiong ; à caractériser la faune benthique inféodée à cet écosystème ; à produire une carte de distribution des herbiers du PNDS et à faire le suivi en mer et des sites de ponte 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.

L'étude a été conduite sur une large zone allant de l'Île Aux Oiseaux (IAO) 13°65 de latitude nord et 16°65 de longitude ouest jusqu'à Ansoukala 13°69 de latitude nord et 16°65 de longitude ouest, et se termine au site de Fandiong 13°76 de latitude nord et 16°65 ouest de longitude. Ce dernier est situé à 10 km au nord de Bettenty et marque la frontière entre une étendue d'eau peu profonde et vaseuse, et l'Océan Atlantique. Fandiong est un site d'herbier intertidal couvrant une grande superficie (1 346.001 hectares). 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 (PAG 2021 - 2025). D'après les travaux de l'ISRA et de l'IRD (PAG, 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 du PNDS est caractérisée par la présence des strates herbacées, arbustives et arborées et de la mangrove (Diop *et al.* 2011 ; DPN, 2021).

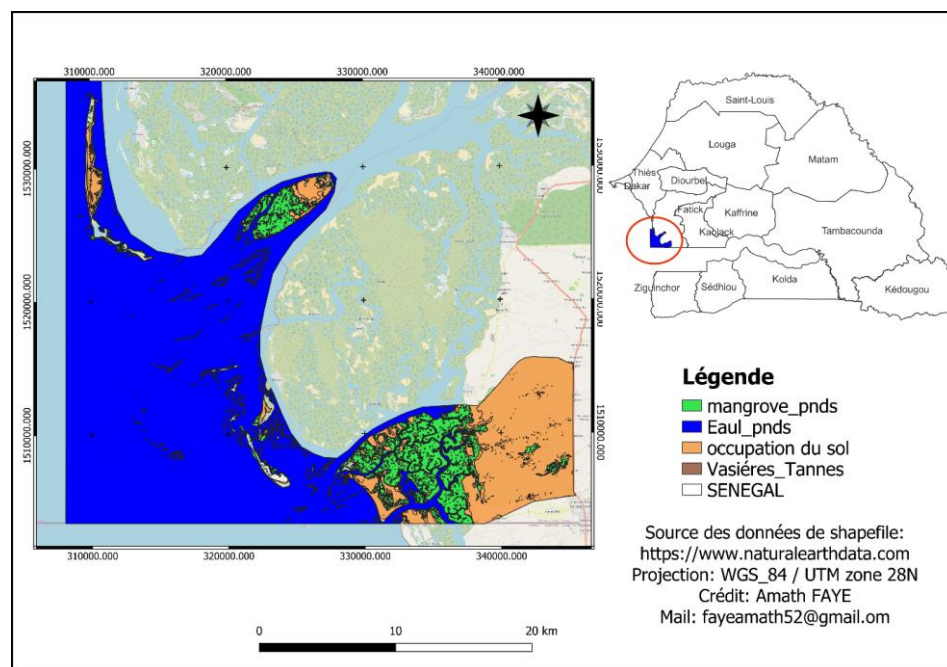


Figure 1. Carte d'occupation du Parc National du Delta du Saloum

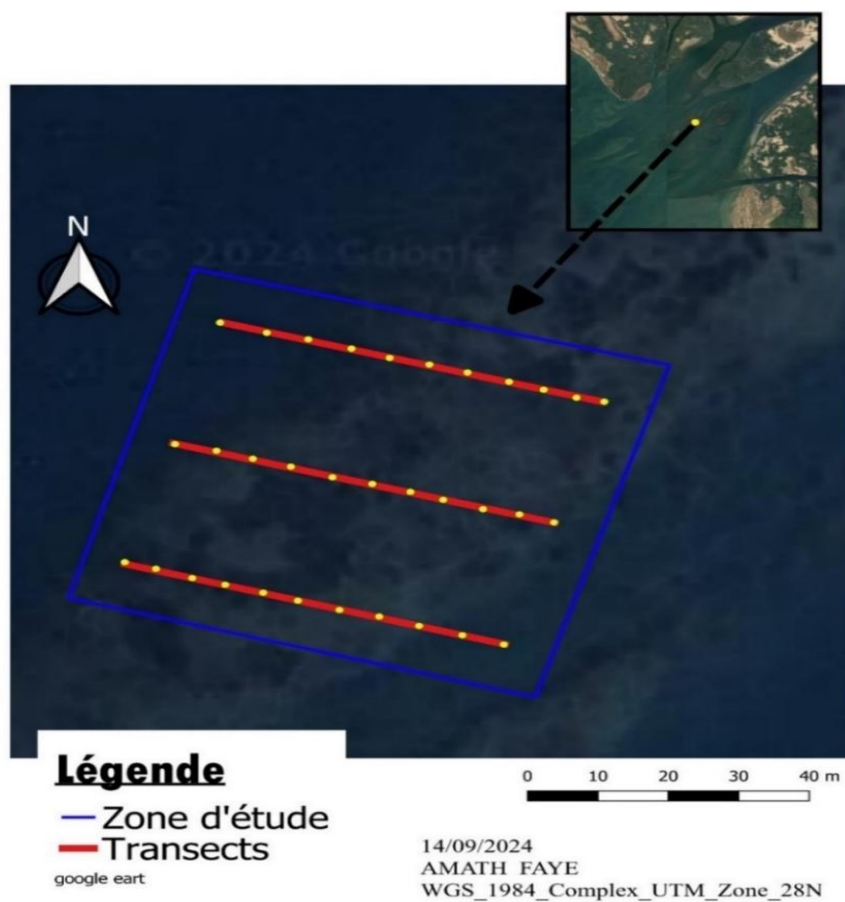


Figure 2. Localisation du site d'alimentation des tortues marines à Fandiong

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 Fandiong. Le nombre de transects a été prédéterminé selon la méthode de collecte du Seagrass-Watch (2003) pour un site intertidal qui est de trois (3) transects de 50 m de long, distants de 25 m l'un de l'autre. Sur chaque transect, on détermine onze (11) quadras de (50 cm x 50 cm) distants les uns des autres de 5 m suivant un critère de répartition spatiale et les principaux axes cardinaux. Les transects ont été choisis systématiquement selon une meilleure pénétration dans le milieu étudié (Santos *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 AQUAREAD AP-700.

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 mn. Chaque tortue qui sort au cours de ces 20 mn est différente de l'autre. Ainsi, le ralliement d'un point de décompte à l'autre se fait par intervalles de 20 mn 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). Le suivi est fait par une 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 Petit, 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 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 (Santos *et al.*, 2022).

Des observations directes sur le substrat du site ont aussi été effectuées pour déterminer la nature des sédiments

2.3. Traitement des données

Les données ont été consignées sur des fiches d'enquêtes puis saisies sur le tableur Excel. Les données 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.

3. Résultats

3.1. Paramètres physicochimiques de l'eau

Le tableau 1 présente les résultats obtenus sur les différentes mesures prises sur le terrain concernant les paramètres chimiques de l'eau. L'analyse des résultats montre que le milieu est acide avec un pH de $6,5 \pm 0,6$. L'oxygène dissoute moyen est de $35,5 \pm 1,8$ mg/L. la salinité et la conductibilité sont respectivement $44,5 \pm 1$ mS et $5,17 \pm 0,1$. Toutefois la température est relativement élevée avec une moyenne de $30,5 \pm 0,4$ °C

Tableau 1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

Paramètres statistiques	pH	Oxygène (mg/L)	dissout	Conductibilité (mS)	Salinité (g/l)	Température (°C)
Moyenne	6,5±0,6	35,5±1,8		44,5±1	5,17±0,1	30,5±0,4

3.2. Composition des espèces d’herbiers du site

Les résultats de l’étude sur la composition des espèces indiquent trois espèces d’herbier : *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae), *Zostera noltii* (Zosteraceae) et *Halodule wrightii* (Cymodoceaceae) sur le site d’échantillonnage.

3.3. Composition macrofaune et des sédiments

Les espèces recensées sont : *Tympanotonus radula* (gastéropode), *Semifusus morio* (mollusque gastéropode), *Paracentrotus lividus* (Oursin) et *Chelonia mydas* (tortue verte). Nous avons identifié deux types de sédiments qui sont : vaseux et sablo-vaseux.

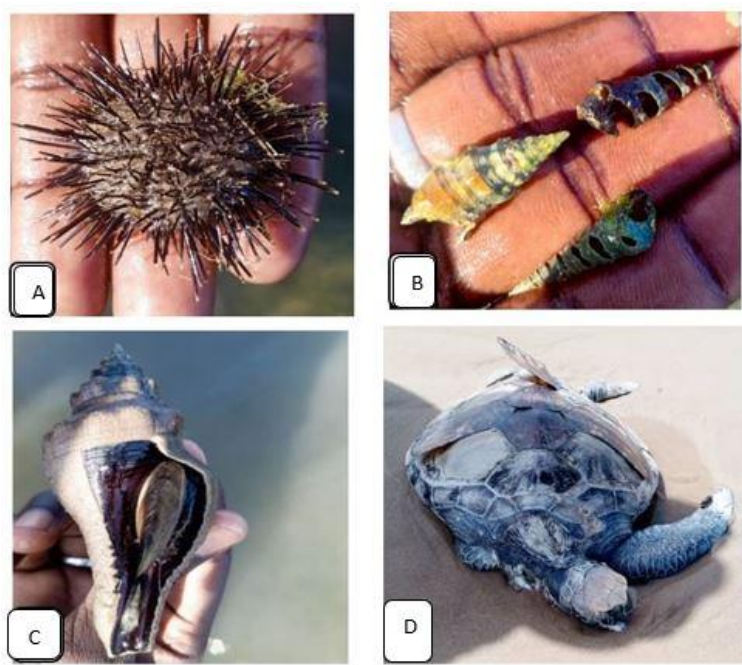


Figure 3. La faune inféodée à l’herbier (A = *Paracentrotus lividus* ; B = *Tympanotonus radula* ; C = *Semifusus morio* ; D = *Chelonia mydas*)

3.4. Hauteur canopée et couverture de l’herbier marin au niveau des transects

Le Tableau 2 montre que les valeurs de couverture de l’herbier pour les trois transects (T1, T2, T3) sont assez similaires, avec des moyennes respectives de 86,50%, 83,50% et 86,11%. La p-value de 0,906 de l’ANOVA indique qu’il n’y a pas de différence significative entre les transects en termes de couverture de l’herbier. Cela signifie que la couverture de l’herbier est relativement uniforme à travers les différents transects étudiés.

Tableau 2. Hauteur canopée et couverture de l’herbier en fonction des transects

Transects	Couverture herbier (%)	Hauteur de canopée (cm)
T1	86,50±19,13 ^a	10,76±3,06 ^a
T2	83,50±27,53 ^a	13,10±2,89 ^{ab}
T3	86,11±21,39 ^a	14,49±3,97 ^b
P-Value	0,906	0,00385

Les hauteurs moyennes de la canopée varient entre les transects : T1 (10,76 cm) ; T2 (13,10 cm) et T3 (14,49 cm). La p-value de 0,00385 indique une différence statistiquement significative entre les transects pour la hauteur de la canopée. Cela signifie qu'il existe des variations notables dans la hauteur de la canopée entre les différents transects.

3.5. Couverture et hauteur de canopée des espèces d'herbiers marins

Le Tableau III montre que les valeurs de couverture de canopée pour les trois types d'herbier (*Cymodocea nodosa*, *Halodule wrightii*, *Zostera noltii*) sont relativement similaires, avec des moyennes de 80,00%, 88,13% et 85,45% respectivement. La p-value de 0,697 indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les types d'herbier en termes de couverture. Cela signifie que la couverture de l'herbier est relativement uniforme parmi les différents types étudiés. Les hauteurs moyennes de la canopée varient entre les types d'herbiers : *Cymodocea nodosa* (15,90 cm), *Halodule wrightii* (11,81 cm) et *Zostera noltii* (12,31 cm). La p-value de 0,012 indique une différence statistiquement significative entre les types d'herbiers pour la hauteur de la canopée. Cela signifie qu'il existe des variations notables dans la hauteur de la canopée entre les différents types d'herbiers.

Tableau 3. Couverture de l'herbier et hauteur de canopée en fonction des types d'herbiers

Types d'herbiers	Couverture herbier (%)	Hauteur de canopée (cm)
<i>Cymodocea nodosa</i>	80,00±28,61 ^a	15,90±3,13 ^a
<i>Halodule wrightii</i>	88,13±32,04 ^a	11,81±2,76 ^b
<i>Zostera noltii</i>	85,45±22,44 ^a	12,31±3,69 ^b
P-Value	0,697	0,012

3.6. Pourcentage des substrats en fonction des transects

La Figure 4 représente des pourcentages de deux types de substrats : sablo-vaseux et vaseux, en fonction de trois transects (T1, T2 et T3). Les transects T1 et T2 sont entièrement dominés par un substrat vaseux, avec une couverture de 100 % de ce type de substrat. En revanche, le transect T3 présente une composition mixte, avec une répartition équilibrée entre substrat sablo-vaseux environ 50 % et substrat vaseux environ 50 %.

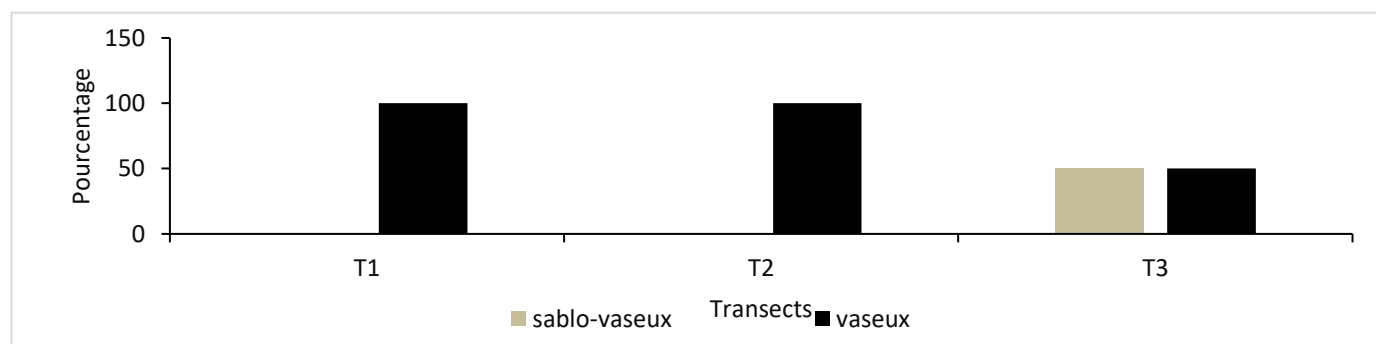


Figure 4. Pourcentage des substrats en fonction des transects

3.7. Pourcentage de couverture des substrats par les espèces d'herbiers

La Figure 5 présente les pourcentages d'abondance de différents types d'herbiers marins (*Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, *Halodule wrightii*) dans deux types de substrats : sablo-vaseux et vaseux. *Zostera noltii* est principalement présente dans les substrats vaseux environ 80 % et moins dans les substrats sablo-vaseux environ 20 %. *Cymodocea nodosa* préfère également les substrats vaseux environ 75 %, mais montre une tolérance légèrement plus élevée aux substrats sablo-vaseux environ 25 % par rapport à *Zostera noltii*. *Halodule wrightii* est presque exclusivement présente dans les substrats vaseux environ 95 % et très peu dans les substrats sablo-vaseux environ 5 %.

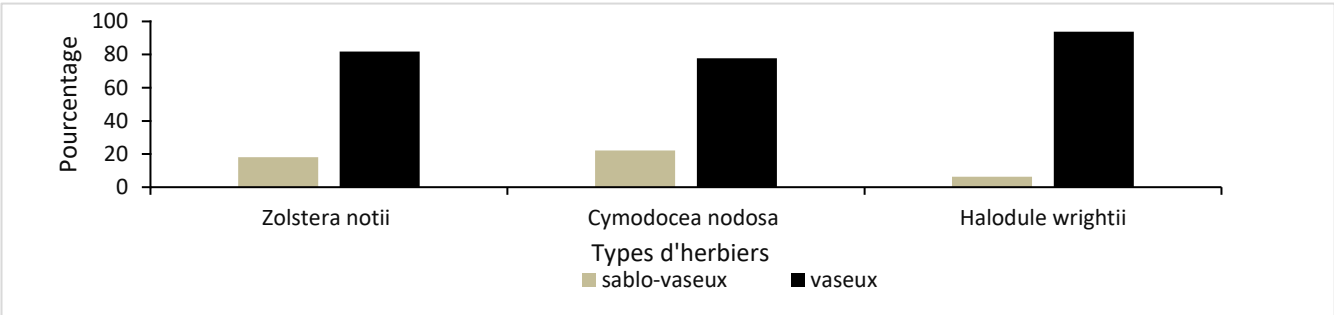


Figure 5. Pourcentage de couverture des substrats par les espèces d’herbiers

3.8. Suivi en mer et des plages de ponte au PNDS

Le Tableau 2 montre que le nombre de nids des tortues marines et le cumul des observations en mer varient d’une année à une autre. On note ainsi 18 nids en 2021 ; 3 en 2022 ; 13 en 2023 et 8 en 2024. Parallèlement, le cumul des observations en mer connaît également des fluctuations avec 3054 tortues en 2021 ; 700 en 2022 ; 4675 en 2023 et 96 en 2024.

Tableau 2. Nombre de nids entre 2021 et 2024 au PNDS

Années	Nombre de nids	Cumul du nombre de tortues compté en mer
2021	18	3054
2022	3	700
2023	13	4675
2024	8	96

La carte de distribution (figure 5) montre que pour la tortue verte les sites de ponte se situent au niveau d’Ansoukala, l’île aux oiseaux et de Djinack.

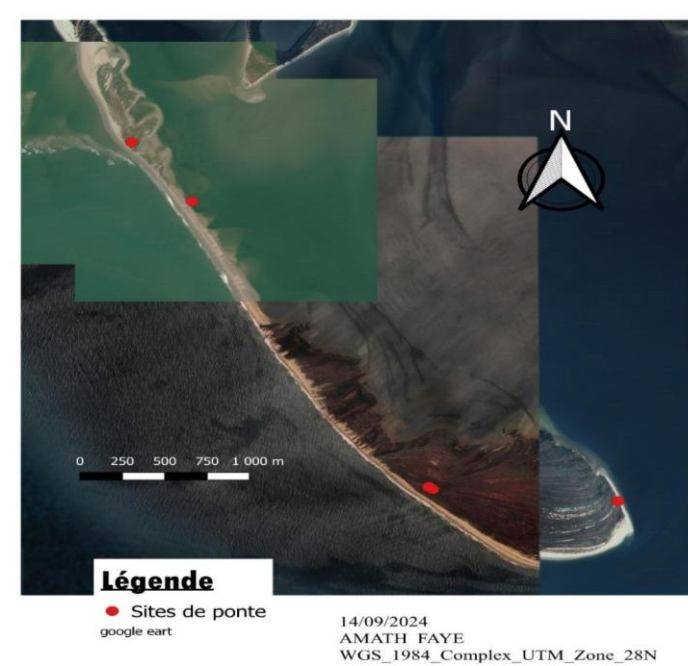


Figure 5. Carte de distribution des nids de tortues vertes au PNDS en 2024

4. Discussion

Cette étude avait pour objectif de caractériser les herbiers marins de la zone de Fandiong au sein du Parc National du Delta du Saloum (PNDS) et d'évaluer leur rôle écologique dans l'alimentation et la reproduction des tortues marines, en particulier la tortue verte (*Chelonia mydas*). Nous allons à présent présenter et discuter en détail les résultats obtenus.

4.1. Paramètres physico-chimiques

Nos résultats montrent une température moyenne de l'eau de $30,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, qui est idéale pour les herbiers marins tropicaux et subtropicaux. Cette valeur montre qu'il n'y a pas de stress mortel immédiat pour *Zostera noltii* et *Halodule wrightii*, mais elle indique que *Cymodocea nodosa* est plus vulnérable car elle approche de sa température limite. Cela peut affecter ses fonctions importantes comme la photosynthèse. Ces observations confirment que les températures idéales se situent entre 23 et 32°C , comme l'ont montré Diagne (2010) et Lee *et al.* (2007) pour les herbiers de ces latitudes, et les modèles de sensibilité thermique différentielle établis par Greve et Binzer (2004), confirmant la position écologique particulière de *C. nodosa* face au changement climatique.

La salinité moyenne mesurée de $5,17 \pm 0,1$ g/l est égale aux valeurs vues dans l'environnement d'Ansoukala $5,10$ g/l (Faye et al., 2022), montrant l'adaptation des herbiers aux zones saumâtres où le mouvement de l'eau change la variabilité saline, selon le modèle écophysio-écologique de Duarte *et al.* (2008).

Le pH moyen $6,5 \pm 0,6$ est plus bas que les plages communes des eaux de mer protégées $7,0-8,5$. Cette acidification pourrait venir de processus d'évaporation plus forts et de l'activité métabolique des micro-organismes (Harchrass, 2012), un fait rendu plus fort par ses liens importants avec les facteurs ambiant (température, salinité, oxygène dissous et type du substrat) Harchrass (2012).

La conductivité électrique moyenne est de $44,5 \pm 1$ dS/m, ce qui est plus bas que les seuils normaux des eaux de mer naturelles $50-1500$ dS/m (UE, 2006) et un peu moins que ceux vus à Ansoukala $47,6 \pm 2$ dS/m (Faye *et al.*, 2022). Cette baisse peut être due à plus grand lessivage des sols pendant de fortes pluies mais aussi à la dilution des eaux des zones côtières soumises aux précipitations tropicales, ce qui corrobore les modèles de dilution hydrologiques (Mutchler *et al.*, 2007). En corollaire cette faible minéralisation pourrait altérer la photosynthèse d'herbiers marins en compromettant l'absorption racinaire d'ions essentiels aux mécanismes physiologiques prouvés par les travaux de Hemminga (1998).

Nos résultats révèlent une concentration en oxygène $35,5 \pm 1,8$ mg/l dans la zone de Fandiong. Cette forte concentration pourrait s'expliquer par l'abondance des herbiers marins, notamment des espèces *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* et *Halodule wrightii*, qui contribuent à une forte production d'oxygène via la photosynthèse. Bien que ces valeurs soient bien supérieures au seuil minimal de 4 mg/l défini pour la qualité des eaux marines protégées (classe 1), elles ne constituent pas une anomalie mais corroborent plutôt un état d'oxygénation optimal caractéristique des herbiers productifs (Duarte *et al.*, 2010). Cependant, une forte concentration d'oxygène dissous pourrait influencer la chimie des sédiments, en modifiant la solubilité de certains éléments, comme les nutriments et les métaux, ce qui pourrait indirectement impacter la croissance des herbiers marins (Smith, 2003).

4.2. Couverture et la hauteur de canopée des herbiers marins dans les trois transects (T1, T2, T3)

Les résultats concernant la couverture et la hauteur de la canopée des herbiers marins dans les trois transects (T1, T2, T3) révèlent des informations significatives sur l'état de ces écosystèmes. La couverture moyenne observée respectivement $86,50$ % ; $83,50$ %, et $86,11$ % indique une uniformité notable entre les transects, corroborée par une P-valeur de $0,906$, suggérant qu'il n'existe pas de différence significative. Cette uniformité s'explique par l'absence de stress hydrique majeur (Duarte *et al.*, 2010), des taux de sédimentation optimaux favorisant l'expansion clonale des rhizomes (Marbá et Duarte, 1998), et l'équilibre prédateur-proie limitant le broutage excessif (Heck et Valentine, 2006). Ces résultats sont conformes aux valeurs de couverture rapportées par Resilien Sea en 2021b 30 à 100 % et par Faye *et al.* (2022) pour l'herbier d'Ansoukala 40 à 100 %, renforçant ainsi la validité des observations sur le terrain et suggérant des conditions environnementales stables dans cette région du Delta du Saloum (Fandiong). En revanche, la hauteur moyenne de la canopée présente des variations plus marquées : T1 à $10,76$ cm ; T2 à $13,10$ cm et T3 à $14,49$ cm. La p-valeur de $0,00385$ indique une différence statistiquement significative pour ce paramètre, s'inscrivant dans les fourchettes connues pour *Cymodocea nodosa* $10-30$ cm selon Phillips et Menez (1988), *Halodule wrightii* $3-30$ cm selon Espinosa *et al.* (2017) et *Zostera noltii* atteignant une longueur maximale de 25 cm (Borum *et al.*, 2004). Cette variabilité pourrait s'expliquer par des gradients d'exposition hydrodynamique modulant l'élongation foliaire (Fonseca et Bell, 1998), à une compétition interspécifique différentielle pour la lumière (Olesen et Sand-Jensen, 1994) et des perturbations physiques causées par des ancrages de bateaux et des activités de pêche destructrices, entraînant des accumulations massives de feuilles d'herbiers coupées (Santos *et al.*, 2022). Ces résultats sont en accord avec les observations antérieures Resilien Sea 2021a a (DAMCP, 2021).

4.3. Couverture et hauteur de canopée en fonction des trois espèces d'herbiers marins

Les résultats obtenus montrent que la couverture de canopée des trois types d'herbiers marins (*Cymodocea nodosa*, *Halodule wrightii*, *Zostera noltii*) est relativement similaire, avec des moyennes de 80,00 % ; 88,13 % et 85,45 %. La p-value de 0,697 indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative en termes de couverture, suggérant une uniformité dans la couverture des herbiers. Cela pourrait s'expliquer par des conditions environnementales optimales favorisant l'expansion clonale des herbiers avec l'équilibre prédateur-proie limitant le broutage excessif. Ces résultats sont en accord avec les données précédentes qui rapportent des valeurs de couverture variant entre 30 et 100 % observées dans les écosystèmes stables du delta du saloum (Resilien Sea, 2021b). En revanche, les hauteurs moyennes de la canopée varient davantage : *Cymodocea nodosa* mesure en moyenne 15,90 cm, tandis que *Halodule wrightii* et *Zostera noltii* mesurent respectivement 11,81 cm et 12,31 cm. La p-value de 0,012 indique une différence significative pour la hauteur de la canopée entre les types d'herbiers. Ces différences s'expliquent par l'hétérogénéité des stocks nutritifs sédimentaires modulant l'élongation foliaire et l'adaptation aux substrats vaseux à sablo-vaseux influençant l'ancrage rhizomal (Koch, 2001) validant le rôle clé des propriétés sédimentaires sur les échanges cationiques, la croissance et la rétention d'ions essentiels des herbiers en contexte de dynamique côtière variable. Les valeurs observées sont cohérentes avec celles rapportées par Phillips et Menez (1988), qui indiquent que les faisceaux foliaires des herbiers mesurent généralement entre 3 et 70 cm. Enfin, ces espèces se développent sur divers types de substrats allant du vaseux au sablo-vaseux (DAMCP, 2021a ; DAMCP, 2020).

4.4. Répartition des types d'herbiers marins en fonction des substrats

Les résultats obtenus montrent la répartition des types d'herbiers marins (*Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*, *Halodule wrightii*) en fonction de deux types de substrats : sablo-vaseux et vaseux. *Zostera noltii* est majoritairement trouvée dans les substrats vaseux environ 80 %, tandis que sa présence dans les substrats sablo-vaseux est beaucoup plus faible, environ 20 %. De même, *Cymodocea nodosa* préfère également les substrats vaseux environ 75 % mais montre une tolérance légèrement plus élevée pour les substrats sablo-vaseux environ 25 %. *Halodule wrightii* est presque exclusivement présent dans les substrats vaseux environ 95 %, avec une très faible présence dans les substrats sablo-vaseux environ 5 %. Cette distribution explique l'uniformité de couverture observée dans les transects à dominante vaseuse (T1-T2 : 100 % vase), tandis que la variabilité du transect (T3: 50% vase et 50% sablo-vaseux) explique partiellement les différences de hauteur de canopée. Cela pourrait s'expliquer par l'adaptation rhizomale différentielle aux textures sédimentaires, une optimisation des échanges cationiques favorisée par les argiles et la rétention accrue des nutriments. La prédominance de *Zostera noltii* et *Halodule wrightii* dans les substrats vaseux peut être liée à leur adaptation écologique qui souligne l'importance du type de sédiment pour le développement des herbiers marins. Ces résultats sont cohérents avec ceux observés par des études antérieures (DAMCP, 2020 ; Hemminga et Duarte, 2000 ; Short, 1987) montrant que les caractéristiques sédimentaires jouent un rôle crucial dans la croissance et la répartition des espèces d'herbiers marins.

4.5. Faune inféodée aux herbiers de Fandiong

Concernant la faune inféodée à l'herbier de *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* et *Halodule Wrightii*, nous avons recensé dans nos différents quadrats les espèces telles : des oursins (*Paracentrotus lividus*) ; *Tympanotonus Radula* (gastéropode) ; *Semifusus Morio* (mollusque gastéropode) et *Chelonia mydas* (tortue verte) ont aussi été trouvées. En somme, l'herbier de Fandiong présente des caractéristiques biométriques, biotiques et abiotiques qui lui sont propres ainsi que des conditions environnementales. Ce dernier est aussi un site d'alimentation et de reproduction pour les tortues vertes adultes.

4.6. Suivi en mer et en plage de ponte des tortues marines

Au sein du PNDS et de sa périphérie, six (6) espèces de tortues marines parmi les sept (7) répertoriées au niveau mondial ont été observées : la tortue verte, la tortue caouanne, la tortue imbriquée, la tortue olivâtre, la tortue luth et la tortue de Kemp. Cependant, la présence effective de ce dernier reste à confirmer.

Le Delta abrite d'importants sites d'herbiers marins, notamment ceux de Fandiong et d'Ansoukala. Lors de cette étude, nous avons constaté une forte densité de tortues marines au niveau de l'herbier de Fandiong. Ce site constitue une zone d'alimentation essentielle pour les tortues vertes adultes (*Chelonia mydas*), en raison de l'abondance des herbiers marins.

Lors du suivi en mer réalisé en août 2024, nous avons recensé 96 tortues en un pas de temps de 30 minutes sur un point fixe à Fandiong démontrant une densité exceptionnelle de tortues sur site. Par ailleurs, les suivis menés par les agents du parc entre 2021 et 2023 montrent une présence significative des tortues marines sur plusieurs périodes de l'année. En 2021, un total de 3 054 tortues a été dénombré entre l'île Leba, Bassédia et Ansoukala (850 en août, 263 en septembre, 386 en octobre, 740 en novembre et 815 en décembre) (PNDS, 2021a). En 2022, 700 tortues ont été observées sur un point fixe (PNDS, 2022b), tandis qu'en 2023, les comptages ont totalisé 4 675 individus. Cette abondance persistante explique le rôle clé des

herbiers locaux comme sites d'alimentation privilégiés pour les tortues vertes. Ces résultats confirment ceux de Diaz-Abad *et al.* (2022) qui montrent l'importance des herbiers marins dans l'alimentation des tortues vertes, exhibant le mécanisme trophique où la biomasse des phanérogames marines détermine directement la capacité d'accueil des populations chéloniennes expliquant ainsi leur forte présence sur ces sites.

Le PNDS fait partie des sites les plus importants pour la reproduction des tortues vertes (*Chelonia mydas*) au Sénégal (Diouck, 2022). Les suivis réalisés entre l'île aux Oiseaux, l'île Léba et l'île d'Ansoukala ont permis de recenser huit (8) nids en 2024, vingt-trois (23) en 2023, trois (3) en 2022 et dix-huit (18) entre l'île aux Oiseaux et l'île Léba en 2021 (PNDS, 2021a). Ces variations saisonnières du nombre de nids s'expliquent par le caractère cyclique de la reproduction des tortues marines.

Les tortues vertes présentent une forte fidélité à leur site de ponte, comme l'ont démontré plusieurs études, notamment aux îles Éparses dans l'océan Indien et à Tortuguero (PRTMAF, 2006). De plus, Beaufort *et al.* (2015) ont confirmé cette fidélité lors de la phase de ponte, un phénomène également mis en évidence par le suivi satellitaire des tortues vertes en ponte en Guadeloupe (Delcroix, 2007).

Ainsi, le PNDS constitue un site clé pour la conservation des tortues vertes au Sénégal, non seulement pour leur reproduction mais aussi comme zone d'alimentation, en raison de la présence de trois espèces d'herbiers marins.

5. Conclusion

Le Delta du Saloum est une zone humide d'une importance capitale, tant pour la diversité de ses habitats que pour la richesse des espèces qu'il abrite. L'étude menée sur les herbiers marins du Parc National du Delta du Saloum (PNDS), en particulier dans la région de Fandiong, met en évidence la présence significative de trois espèces d'herbiers marins : *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* et *Halodule wrightii*. Ces résultats soulignent l'importance écologique de ces écosystèmes, qui s'adaptent aux conditions locales grâce à leur tolérance aux substrats vaseux et sablo-vaseux, ainsi qu'aux variations de salinité $5,17 \pm 0,1$ g/l, de température $30,5 \pm 0,4$ °C et de pH $6,5 \pm 0,6$. Ces paramètres correspondent aux valeurs optimales rapportées dans d'autres études, témoignant de la stabilité environnementale de cette région.

Avec une couverture pouvant atteindre 86,5 % et des hauteurs moyennes de canopée comprises entre 10,76 cm et 14,49 cm, ces herbiers sont en bon état de conservation, bien que des variations existent entre les transects étudiés. Par ailleurs, la forte concentration en oxygène dissout $35,5 \pm 1,8$ mg/l reflète leur biomasse abondante et leur rôle clé dans le maintien de la biodiversité locale.

L'étude met également en évidence l'importance des herbiers marins comme zone d'alimentation pour les tortues vertes (*Chelonia mydas*), avec une densité exceptionnelle d'individus observée dans la région de Fandiong. Par ailleurs, les résultats confirment le rôle du PNDS en tant que site de reproduction majeur pour cette espèce au Sénégal.

Ces observations justifient pleinement la nécessité de renforcer la protection de ces écosystèmes vulnérables face aux pressions anthropiques et aux impacts du changement climatique. À cet effet, nous recommandons aux autorités de la direction des parcs nationaux spécifiquement ceux du Delta du Saloum d'initier des travaux de recherche orientés vers (i) la réalisation d'études sur la résilience des herbiers marins face aux changements environnementaux; (ii) une évaluation approfondie de l'impact des activités humaines sur ces écosystèmes; et (iii) une analyse comparative des différentes méthodes de suivi écologique des tortues marines au Delta du Saloum afin d'identifier l'approche la plus adaptée aux réalités locales.

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 l'appui constant dans le cadre cette étude

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Faye A, Kouamelan E P, Diouck D, Faye M
Gestion des données	Faye A, Diop A B, Faye M M
Analyse formelle	Faye A, Diop A B, Faye M M
Enquête et investigation	Faye A
Méthodologie	Faye A, Kouamelan E P, Diouck D, Faye M A, Diop A B
Supervision Validation	Faye A, Diop A B
Écriture – Préparation	Faye A, Diop A B

Écriture – Révision	Faye A, Diop A B, Kouamelan E P
---------------------	---------------------------------

Références

- Beaufort, O., & Delcroix, E. (2015). *Suivi des déplacements de tortues vertes en ponte sur l'archipel guadeloupéen*. Rapport technique, Association Kap Natirel, 46 p.
- Bjorndal, K. A. (2017). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Eds.), *The biology of sea turtles* (Vol. 1, pp. 199–231). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203737088-8/foraging-ecology-nutrition-sea-turtles-karen-bjorndal>
- Borum, J., Duarte, C. M., Krause-Jensen, D., & Greve, T. M. (2004). European seagrasses: An introduction to monitoring and management. *Monitoring and Managing of European Seagrasses*, 1–8. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40966373/EuropeanSeagrasses_high-libre.pdf?1451990224=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_four_European_seagrass_species.pdf&Expires=1769793456&Signature=a5PJWgW6qU2dRcuZ6rRymfUXnQ87eSHXbwHvbxsJ8OXIyAGbv-ztqjSisQfORJLAwrQzE59bA5OZ5wbaheDW4OWwv7v50qaDNWAF7T-P067ach80dqtPpxCaYInLOefzqzQ713pbDfi83xZB~ycYgUbLXgNU~KNdDBHpwJabejFW8kSJyOo3~0qXFJ8ryoXbz-H9wn6Quv5YInZRQkeglZ9GDFM-ClcB8eEKVd5-MxvTRpoHuWr3StkI2bfBnqLhO2IilQBLK-z~94QJZzhEQwyLVA~oVA-G3cFpSc6WScKaolF9QHxNYf01NUCfnzJPKDkFltMGYR4vhpa8wi4kg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Cormier-Salem, M. C. (2003). Le littoral : un patrimoine controversé. In D. Gascuel & G. Fontenelle (Eds.), *Activités halieutiques, aménagement et gestion en zone côtière* (pp. 25–47). ENSAR-IFREMER. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00716/82823/87645.pdf#page=29>
- Cormier-Salem, M. C. (2006). Vers de nouveaux territoires de la conservation : Exemple des littoraux ouest-africains. *Annales de géographie*, 651(5), 597–617. <https://doi.org/10.3917/ag.651.0597>
- DAMPC. (2020). *Rapport de suivi des herbiers – saison froide au Parc National du Delta du Saloum*. Dakar, 8 p.
- DAMPC. (2021a). *Rapport de suivi des herbiers – saison chaude au Parc National du Delta du Saloum*. Dakar, 3 p.
- De los Santos, C. B., de la Hoz Schilling, C., Queiroga, H., Sidi Cheikh, M. A., Barri, I., Araújo, A., et al. (2022). *Manuel de formation pour le suivi et la gestion des herbiers marins dans la région RAMP AO*. Centre des Sciences Marines de l'Algarve, Faro, 52 p.
- Delcroix, E. (2007). *Suivi par satellite de la tortue verte Chelonia mydas pondant dans l'archipel guadeloupéen*. Rapport de mission 2006, Association Kap Natirel, 14 p.
- Diagne, A. (2010a). *Métabolisme benthique des herbiers du Banc d'Arguin (Mauritanie)*. Rapport de stage de Master, Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II). <https://agris.fao.org/search/en/providers/124436/records/6629128fdd0a5d0f2161934d>
- Diagne, A. (2010b). *Métabolisme benthique des herbiers du Banc d'Arguin (Mauritanie)*. Mémoire de Master, Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II), 30 p.
- Diop, M., Niang, F. D., Guirou, I., & Kane, L. (2011). *Étude de la vulnérabilité de la biodiversité dans la zone côtière du Parc National du Delta du Saloum*. Rapport de mission, Projet INTAC, Dakar, 68 p.
- Diouck, D. (2022). *Rapport annuel de décompte des tortues marines au Parc National du Delta du Saloum*. Dakar, 6 p.
- DPN. (2021). *Plan d'aménagement et de gestion du Parc National du Delta du Saloum (2021–2025)*. Dakar, 18 p.
- Duarte, C. M., Dennison, W. C., & Orth, R. J. (2008). The charisma of coastal ecosystems: Addressing the imbalance. *Estuaries and Coasts*, 31, 233–238. <https://doi.org/10.1007/s12237-008-9038-7>
- Duarte, C. M., Marbà, N., Gacia, E., Fourqurean, J. W., Beggins, J., Barrón, C., et al. (2010). Seagrass community metabolism: Assessing the carbon sink capacity of seagrass meadows. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(4), GB4032. <https://doi.org/10.1029/2010GB003793>
- Espinosa, E. C., Rivera-Guzmán, N., Moreno-Casasola, P., Ruiz, A. L., Vega, C. M., Peralta-Peláez, L. A., et al. (2017). Biological flora of coastal dunes and wetlands: *Halodule wrightii*. *Journal of Coastal Research*, 33(4), 938–948. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00162.1>
- Fonseca, M. S., & Bell, S. S. (1998). Influence of physical setting on seagrass landscapes near Beaufort. *Marine Ecology Progress Series*, 171, 109–121. <https://doi.org/10.3354/meps171109>
- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., et al. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7), 505–509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>

- Harchrass, A., Elkharrim, K., & Belghyti, D. (2012). Analyse physico-chimique des eaux du site Ramsar de Sidi Boughaba (Maroc). *ScienceLib*, 4. <https://doi.org/10.1051/limn/2017029>
- Hays, G. C., Mazaris, A. D., Schofield, G., & Laloë, J. O. (2018). Population viability at extreme sex-ratio skews produced by temperature-dependent sex determination. *Proceedings of the Royal Society B*, 285, 20181187. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1187>
- Heck, K. L., & Valentine, J. F. (2006). Plant–herbivore interactions in seagrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330(1), 420–436. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.044>
- Hemminga, M. A. (1998). The root/rhizome system of seagrasses: An asset and a burden. *Journal of Sea Research*, 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, M. A., & Duarte, C. M. (2000). *Seagrass ecology*. Cambridge University Press.
- IUCN. (2012). *Mediterranean seagrass meadows: Resilience and contribution to climate change mitigation*. Gland, Suisse, 16 p.
- Lee, K. S., Park, S. R., & Kim, Y. K. (2007). Effects of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrasses: A review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350, 144–175. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.016>
- Marbà, N., & Duarte, C. M. (1998). Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series*, 174, 269–280. <https://doi.org/10.3354/meps174269>
- Mazaris, A. D., Schofield, G., Gkazinou, C., Almpnidou, V., & Hays, G. C. (2017). Global sea turtle conservation successes. *Science Advances*, 3(9), e1600730. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600730>
- Mutchler, T. R., Dunton, K. H., & Pulich, W. (2007). *Landscape monitoring and biological indicators for seagrass conservation in Texas coastal waters*. University of Texas. <http://hdl.handle.net/2152/40251>
- Olesen, B., & Sand-Jensen, K. (1994). Patch dynamics of eelgrass (*Zostera marina*). *Marine Ecology Progress Series*, 106, 147–156. <https://doi.org/10.3354/meps106147>
- PAG-PNDS. (2021). *Plan d'aménagement et de gestion du Parc National du Delta du Saloum (2021–2025)*. Dakar, 5 p.
- Phillips, R. C., & Meñez, E. G. (1988). *Seagrasses*. Smithsonian Institution Press.
- PNDS. (2021a). *Mission de prospection sur les sites de ponte des tortues marines*. Dakar, 3 p.
- PNDS. (2022b). *Prospectus sur les tortues marines – Mission MAVA*. Dakar, 2 p.
- PRTMAF. (2006). *Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation*. 44 p.
- Resilien-Sea. (2021a). *Mission de sensibilisation et de complément de cartographie – Petite Côte et PNDS*. 3 p.
- Resilien-Sea. (2021b). *ResilienSeagrasses : Projet d'amélioration des connaissances sur les herbiers marins en Afrique de l'Ouest (PNDS)*. 4 p.
- Short, F. T. (1987). Effects of sediment nutrients on seagrasses: Literature review and mesocosm experiment. *Aquatic Botany*, 27(1), 41–57. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(87\)90085-4](https://doi.org/10.1016/0304-3770(87)90085-4)
- Union européenne. (2006). *Directive 2006/7/CE concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade*.
- Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Hurley, B. J., Finkbeiner, E. M., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., et al. (2010). Regional management units for marine turtles. *PLoS ONE*, 5(12), e15465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015465>