



HAL
open science

La variation spatiotemporelle des macroalgues dans la grande côte du Sénégal (Afrique de l'Ouest)

Modou Fall Gueye, Mame Samba Mbaye, Anna Samb, Djibril Diop, Mohamed Ali Abdou Salam, Richard Demba Diop, Kandioura Noba

► **To cite this version:**

Modou Fall Gueye, Mame Samba Mbaye, Anna Samb, Djibril Diop, Mohamed Ali Abdou Salam, et al.. La variation spatiotemporelle des macroalgues dans la grande côte du Sénégal (Afrique de l'Ouest). 2021. hal-03064004v2

HAL Id: hal-03064004

<https://hal.science/hal-03064004v2>

Preprint submitted on 14 Aug 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Variation spatiotemporelle des macroalgues dans la zone côtière Nord du Sénégal (Afrique de l'Ouest).

Modou Fall GUEYE*, Mame Samba MBAYE, Anna SAMB, Djibril DIOP, Mohamed Ali Abdou SALAM, Richard Demba DIOP, Kandioura NOBA

Laboratoire de Botanique-Biodiversité, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, B.P 5005 Dakar-Fann, Sénégal.
Coordonnées de l'auteur ; E-mail : gueyemodoufall@yahoo.fr ; Tel: +221772317333

RESUME

Cette étude vise à connaître la diversité et les variations spatiotemporelles dans les communautés de macroalgues vivant le long de la côte Nord du Sénégal à deux échelles de temps (2 saisons froides et 2 saisons chaudes). Elle est réalisée par la méthode des transects et quadrats. L'inventaire a été effectué entre 2017 et 2019 dans 5 sites se trouvant sur ladite côte. Dans chaque site, 3 transects de 500 m distant chacun de 500 m l'un à l'autre et disposés perpendiculairement à la côte ont été prédéterminés à l'aide de Google Earth et du logiciel Arc Gis. Sur chaque transect, des points d'échantillonnages espacés de 50 m les uns des autres avec leurs coordonnées ont été préétablis. Sur chaque point d'échantillonnage, 3 quadrats ont été fixés puis les algues sont récoltées et décomptées. Au total, 12 espèces réparties dans 10 genres et 8 familles ont été identifiées dans tous les sites et saisons confondus. Une variation inter-sites et intersaisons des espèces a été notée avec une diversité plus importante en saison chaude 2017 et 2018 soit, respectivement 9 et 8 espèces. Les indices de Shannon calculés renseignent sur la faible diversité de la côte Nord du Sénégal. *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata* et *Dictyopteris delicatula* ont été rencontrées qu'en saisons chaudes tout au long de l'étude. En revanche, *Caulerpa racemosa* var. *peltata* a été observé en saisons froides. D'autres ont été observée dans toutes les saisons ; il s'agit de *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium rubrum* var. *pacificum*, *Dictyota dichotoma* et *Bryopsis plumosa*.

Mots Clés : Macroalgues marines, côte Nord, Sénégal, Diversité, Distribution spatiotemporelle, Saisons.

ABSTRACT

This study aims to know the diversity and spatiotemporal variations in seaweeds communities living along the northern coast of Senegal at two time scales (2 cold seasons and 2 hot seasons). It is carried out by the method of transects and quadrats. The inventory was carried out between 2017 and 2019 in 5 sites located on the said coast. In each site, 3 transects of 500 m each 500 m apart and arranged perpendicular to the coast were predetermined using Google Earth and Arc Gis software. On each transect, sampling points spaced 50 m from each other with their coordinates have been pre-established. On each sampling point, 3 quadrats were fixed then the algae are harvested and counted. In total, 12 species distributed in 10 genera and 8 families were identified in all sites and seasons combined. An inter-site and inter-season variation of species was noted with greater diversity in the hot season 2017 and 2018, i.e. 9 and 8 species respectively. The calculated Shannon indices provide information on the low

diversity of the northern coast of Senegal. *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata* and *Dictyopteris delicatula* were found only in warm seasons throughout the study. In contrast, *Caulerpa racemosa* var. *peltata* has been observed in cold seasons. Others have been observed in all seasons; these are *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium rubrum* var. *pacificum*, *Dictyota dichotoma* and *Bryopsis plumosa*.

Keywords: Marine macroalgae, North coast, Senegal, Diversity, Spatiotemporal distribution, Seasons.

INTRODUCTION

Le Sénégal, de par sa position géographique avantageuse (ensoleillement, large façade maritime, côtes rocheuses diversifiées, upwellings, etc.), se trouve doté de grandes potentialités en matière de ressources algales exploitables (Dangeard, 1952 ; Harper et Garbary, 1997 ; Diedhiou, 2010 ; Bodian *et al.*, 2017 ; Ndao *et al.*, 2017 ; Gueye *et al.*, 2019). Producteurs primaires de la chaîne alimentaire, les algues nourrissent les premiers groupes de la chaîne (crustacés, mollusques, poissons...) (Goulard, 2011). Elles fournissent nourriture, abri et lieu de ponte à quantité d'invertébrés et de poissons. La quantité de macroalgues transformées annuellement dans le monde est de plus de 15,8 millions de tonnes (poids frais) soit 23% de toute la production aquacole et représente une valeur marchande de 7,4 Milliards de dollars US en 2008 (FAO, 2010). Au Sénégal, les exploitations varient de 08 à 10 tonnes d'algue séchée, par saison (Ndao, 2017). L'environnement dans lequel évoluent ces êtres-vivants varie constamment de manière naturelle, au cours d'une journée, au cours des saisons et dans les différents biotopes (Wang, 2008).

Malgré l'importance de toutes ces études, des efforts restent à faire dans l'étude de la dynamique spatiotemporelle des macroalgues car durant ces dernières décennies les écosystèmes aquatiques ont subi de forts bouleversements telles que des pressions d'ordre anthropique ou naturelles comme la pollution, le changement climatique et la surexploitation des ressources halieutiques (Beaugrand *et al.*, 2010). Ce déséquilibre des écosystèmes entraine une perte économique et de la biodiversité.

Il est important de mentionner que le substrat et la température étaient les seules variables environnementales prises en compte. Aucune donnée en lien avec la salinité, la turbidité ou les mouvements d'eau n'était compilée. Il est envisageable que des relations auraient pu être trouvées entre ces variables et la diversité, mais cela ne représentait pas l'objectif de cette étude.

Cette étude vise à contribuer à une meilleure connaissance de la distribution des macroalgues au Sénégal et spécifiquement ; connaître les variations spatiales et saisonnières dans les communautés de macroalgues vivant le long de la côte Nord du Sénégal à deux échelles de temps (saison froide et saison chaude).

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

Le littoral de la grande côte sénégalaise (Côte Nord) s'étend de Saint-Louis à Yoff. Les principaux centres de pêches maritimes de la zone sont du nord au sud : Saint-Louis, Loumpoul, Fass-Boye, Mboro, Kayar et Yoff.

Selon ANAM (2017), au Sénégal, les températures de l'eau les plus basses sont observées durant la saison dite froide (Novembre-Avril), elles varient, alors, entre 16,5 et 25°C. Elles sont au-delà de 25°C durant la période la plus chaude de l'année (Juillet - Octobre), mais ne dépassent pas les 35°C. La température la plus basse (16,5°C) a été enregistrée en février, et la température la plus élevée (29°C), en septembre. Les variations de la température de l'air suivent les mêmes tendances que celles de l'eau (Parfrey, 2011 ; Ndao *et al.*, 2017). Selon Malou *et al.* (1998), les températures moyennes annuelles sont respectivement 27,5°C (à Saint Louis), et 25°C (à Dakar) pour la côte Nord. Du point de vue géomorphologique, la côte Nord est sablo-vaseuse avec des alternances de banc de roche de Yoff à Kayar. Au-delà de Kayar (de Kayar à Saint Louis) disparaît le substrat rocheux (Diaw, 1984 ; MEPN, 2010).

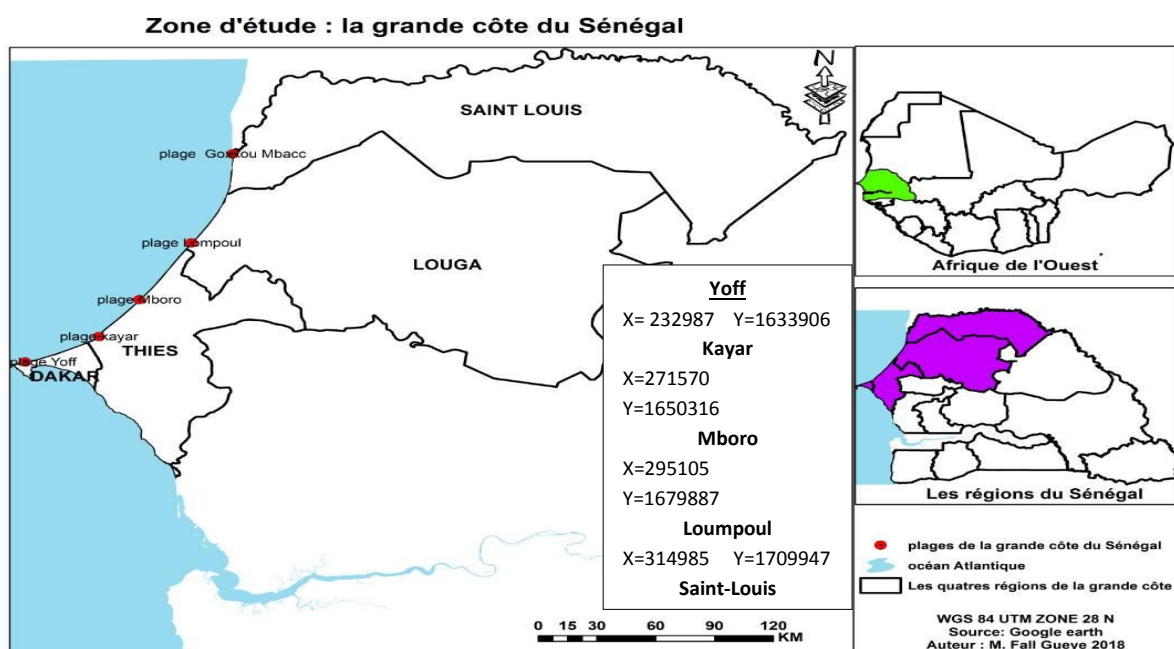


Figure 1 : La grande côte du Sénégal ou côte Nord du Sénégal (Yoff, Kayar, Mboro, Loumpoul et Saint-Louis).

Choix des sites

Les stations ont été choisies selon le cantonnement des quais de pêches sur la côte nord du Sénégal pour avoir accès aux pirogues et piroguiers et du fait que, jusque-là, elle n'a connu presque pas d'étude sur les macroalgues.

Echantillonnage

Technique d'échantillonnage

Avant d'entamer la collecte, une visite de prospection a été réalisée dans les 5 sites pour avoir une idée sur la disposition des transects, recueillir les coordonnées géographiques de base et questionner les riverains (pêcheurs) sur la disponibilité des macroalgues dans la zone. Dans chaque site nous avons, à l'aide de Google Earth et du logiciel Arc Gis prédéterminé 3 transects de 500 m de longueur distant de 500 m l'un à l'autre, disposés perpendiculairement à la côte. Sur chaque transect, 11 points d'échantillonnage espacés de 50 m sont préétablis et sur chaque point, 3 quadrats de végétation de $0,1 \text{ m}^2$ ($0,33\text{m} \times 0,33\text{m}$) ont été fixés soit 33 quadrats sur chaque transect (figure 2). Dans chaque site, 99 quadrats soit $9,9 \text{ m}^2$ ($0,1 \times 99$) ont été explorés durant chaque campagne. Au total, 495 quadrats soit $49,5 \text{ m}^2$ ont été posés tout au long de la côte Nord, pour chaque saison.

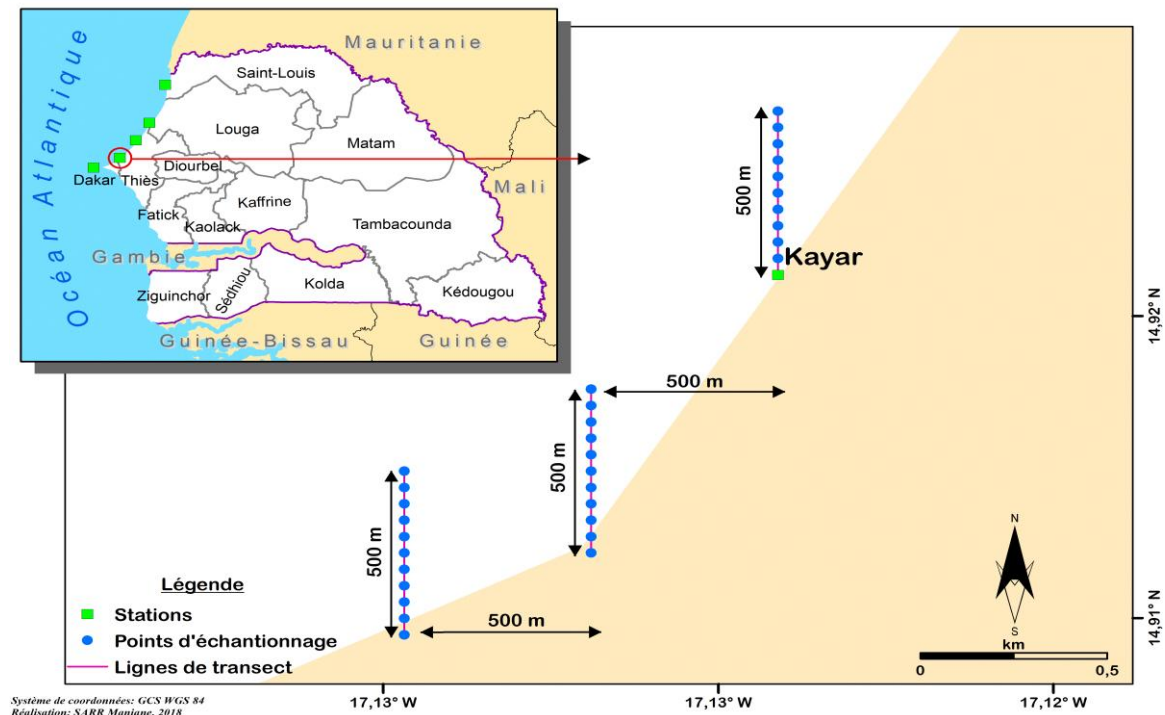


Figure 2 : La carte de l'échantillonnage le long de la côte Nord du Sénégal

Fréquence d'échantillonnage

Tout au long de la grande côte, 20 campagnes de récoltes ont été réalisées. Deux échantillonnages durant les saisons chaudes de 2017 et 2018 et deux échantillonnages durant les saisons froides de 2018 et 2019 soit 4 campagnes par site. Ces inventaires ont été réalisés dans l'ordre chronologique présenté dans le tableau 1.

Tableau 1 : Calendrier de l'échantillonnage dans les 5 sites

Sites	2017		2018		2019	
	SF	SC	SF	SC	SF	SC
Yoff	-	07 Juillet	01 Janvier	14 Aout	02 Avril	-
Kayar	-	01 Aout	03 Janvier	10 Aout	06 Avril	-
Mboro	-	05 Septembre	03 Janvier	15 Aout	12 Avril	-
Loumpoul	-	05 Septembre	30 mars	16 Aout	13 Avril	-
Saint-Louis	-	12 Septembre	29 mars	16 Aout	14 Avril	-

SF (Saison Froide) ; SC (Saison Chaude)

Traitement des données

L'étude de la dynamique spatiale et temporelle des espèces de macroalgues inventoriées a été analysée suivant certains indices de diversité (la richesse spécifique, l'abondance, les indices de Shannon et d'équitabilité, le coefficient de similitude et l'indice de β de Sørensen). Ils permettent d'évaluer la biodiversité du peuplement même si selon Grall & Hily (2003), leur caractère synthétique peut s'avérer être un handicap dans la mesure où il manque une grande partie de l'information. C'est pourquoi aucun de ses indices pris individuellement ne permet d'évaluer la structure globale d'un peuplement en tenant compte de l'abondance et de la richesse spécifique.

- **La richesse spécifique (S)**

La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces présentes sur un site d'étude et d'un moment donné (Dajoz, 1985).

- **Indice de Shannon**

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont co-dominantes (Frontier, 1983).

Dans la nature, quel que soit le groupe taxonomique étudié, les indices de diversité de Shannon sont compris entre 0 et 4,5 ; rarement davantage (Frontier et Pichod-Viale, 1998 ; cité par Ngom *et al.*, 2012).

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$;

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

La base du logarithme utilisée est la base 2.

La diversité est faible lorsque $H < 3$ bits, moyenne si H est compris entre 3 et 4 bits, puis élevée quand $H \geq 4$ bits. Le milieu est peu diversifié quand H est faible et relativement diversifié en espèces quand H est fort (Djégo *et al.*, 2012).

- L'indice de régularité ou d'équitabilité (E) de Pielou

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Ces valeurs varient entre 0 et 1. Une valeur élevée de cet indice (c'est-à-dire proche de 1), indique que le peuplement est homogène, ou que les individus sont équitablement répartis entre les différentes espèces. Par contre lorsque sa valeur est faible (c'est-à-dire proche de 0), le peuplement est considéré comme dominé par une ou quelques espèces. La mesure de l'équitabilité correspondant à l'indice de Shannon-Weaver est réalisée selon la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

H' = indice de Shannon ;

S est la richesse spécifique totale

L'équitabilité est faible lorsque $E < 0,6$; moyenne quand E est compris entre 0,6 et 0,8 et élevée si $E \geq 0,8$. Si H et E sont faibles, alors le milieu est homogène et spécialisé. Si H et E sont élevés, alors le milieu est isotrope (Djégo *et al.*, 2012).

- L'indice β de Sørensen

L'indice β mesure la similitude en espèce entre deux habitats. L'indice varie de **0** quand il n'existe aucune espèce commune entre les deux habitats, à **1** quand toutes les espèces rencontrées dans le site 1 sont aussi présentes dans le site 2.

Sa formule est :

$$\beta = (2c) / (S1+S2)$$

c : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats. **S1** : représente le nombre d'espèces pour l'habitat 1. **S2** : représente le nombre d'espèces pour l'habitat 2.

Traitement statistique

En vue de suivre la distribution des espèces entre les sites et saisons ou entre les saisons, une AFC permet un traitement synthétique des données multivariées et a pour but la simplification, l'ordination et la coordination des données initiales, en exprimant la trame complexe dans des inter-relations entre variables par un plus petit nombre de facteurs (Ka, 2019). Ces facteurs sont représentés par des axes perpendiculaires qui délimitent les plans. Elle s'applique par excellence aux tableaux de contingence qui utilise la distance Chi-2 pour comparer les variables ou les individus entre eux (Boukli Hacène, 2012).

RESULTATS

Structure de la flore

L'étude de la dynamique des macroalgues dans la côte Nord du Sénégal a permis de répertorier 12 espèces réparties dans 10 genres et 08 familles (Tableau 2). Indépendamment de l'année et de la saison la flore est largement dominée par les familles des *Dictyotaceae* (25%), *Rhodomelaceae* (17%), les *Caulerpaceae* (17%) qui contribuent pour 59 % de la flore globale. Chacune des familles restantes représente 8% des espèces. L'étude a aussi montré que les macroalgues ont été uniquement récoltées dans le dispositif installé à Yoff et Kayar et sont absentes à Mboro, Loumpoul et Saint-Louis.

Tableau 2 : Liste des espèces recensées dans les quadrats, leur famille et genre.

Famille	Genre	Espèce
<i>Corallinaceae</i>	<i>Amphiroa</i>	<i>Amphiroa sp</i>
<i>Phylloporaceae</i>	<i>Gymnogongrus</i>	<i>Gymnogongrus crenulatus</i>
<i>Solieriaceae</i>	<i>Meristotheca</i>	<i>Meristotheca senegalensis</i>
<i>Caulacanthaceae</i>	<i>Caulacanthus</i>	<i>Caulacanthus ustulatus</i>
<i>Ceramiceae</i>	<i>Ceramium</i>	<i>Ceramium rubrum var. pacificum</i>

<i>Rhodomelaceae</i>	<i>Laurencia</i>	<i>Laurencia pinnatifida</i>
		<i>Laurencia obtusa</i>
<i>Dictyotaceae</i>	<i>Dictyota</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>
		<i>Dictyota ciliolata</i>
	<i>Dictyopteris</i>	<i>Dictyopteris delicatula</i>
<i>Caulerpacae</i>	<i>Bryopsis</i>	<i>Bryopsis plumosa</i>
	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa racemosa var. peltata</i>

Variation de la diversité des macroalgues de la côte Nord du Sénégal

❖ *Variation de la diversité des macroalgues de la côte Nord du Sénégal en fonction de la saison*

L'analyse du tableau 3 renvoi à une faible diversité de la côte Nord car les valeurs des indices de Shannon selon les saisons sont inférieures à 3 bits. Les valeurs varient entre 1,32 et 2,26 bits (Tableau 3). L'indice de diversité H' le plus élevé est enregistré durant la saison chaude 2017. Cette situation reflète de l'importance de la diversité algale durant cette saison mais aussi de la répartition plus équitable des individus comparés aux autres saisons. Le plus faible indice de diversité (H') rencontré en saison froide coïncide avec une faible richesse spécifique (3 espèces).

❖ *Variation de la distribution des individus de la côte Nord en fonction des saisons*

L'indice d'équitabilité varie entre 0,63 et 0,83 (Tableau 3). L'indice d'équitabilité le plus élevé est enregistré durant la saison froide 2019. Malgré la plus faible diversité de cette saison, les individus sont les plus équitablement répartis entre les différentes espèces. La saison chaude 2018 enregistre la plus faible indice d'équitabilité (0,63), cela dénote la dominance de l'espèce *Ceramium rubrum var. pacificum* par rapport aux autres espèces. L'équitabilité est moyenne pour toutes les saisons au niveau de la côte Nord car tous les indices sont compris entre 0,6 et 0,8 (Tableau 3).

Tableau 3: variation de la diversité en fonction saisons et années

Source de variance	Indice de diversité	
	Shannon-Weaver (H')	Pielou (J')
SC2017	2,26	0,75
SC2018	1,78	0,63
SF2018	1,4	0,7
SF2019	1,32	0,83

❖ *Variation de la diversité des macroalgues de la côte Nord du Sénégal en fonction du site et de la saison*

L'analyse des résultats du tableau 4 montre que l'indice de Shannon-Wiener varie entre 0 et 2,41 bits. L'indice de diversité le plus élevé est enregistré à Yoff durant la saison chaude 2017 (2,41 bits). L'indice le plus faible est enregistré à Kayar durant la saison chaude 2018 et les saisons froides 2018 et 2019 avec 0 bits. Cette variation dénote que Yoff est le site le plus diversifié, aussi bien en saisons chaudes qu'en saisons froides, dans la côte Nord du Sénégal. Néanmoins, la diversité reste faible à Yoff et Kayar, avec des indices de Shannon sont inférieurs à 3.

❖ *Variation de la distribution des individus de la côte Nord en fonction des sites et de la saison*

Les indices d'équitabilité varient de 0 à 0,97. L'équitabilité est faible à Kayar à toutes les saisons et durant les saisons froides à Yoff mais élevé durant les saisons chaudes.

Les résultats issus de ces deux indices (Shannon et équitabilité) expriment une répartition homogène des espèces ou des individus à Kayar.

Tableau 4 : Variation de la distribution de la diversité en fonction des saisons et des sites

Source de variance	Indice de diversité	
	Shannon-Weaver (H')	Pielou (J)
SC2017Yoff	2,41	0,97
SC2018Yoff	2,15	0,83
SF2018Yoff	0,72	0,45
SF2019Yoff	0,58	0,58
SC2017Kayar	0,18	0,18
SC2018Kayar	0	0
SF2018Kayar	0	0
SF2019Kayar	0	0

❖ *Influence des sites et saisons sur la composition floristique de la côte Nord du Sénégal.*

La comparaison de la diversité intra et inter-habitat (Tableau 5) a montré que les coefficients de similarités varient de 0 à 1. Cela démontre qu'il y a des sites ou des saisons qui se ressemblent et d'autres qui n'ont aucune similarité.

Les listes floristiques des saisons chaudes à Yoff n'ont aucune ressemblance à celles des saisons chaudes et froides de Kayar. Par contre, il y'a une ressemblance parfaite entre les saisons froides 2018 et 2019 et la chaude 2018 à Kayar.

Tableau 5 : Influence des sites et des saisons sur la composition floristique.

CS	SC2017Yoff	SC2018Yoff	SF2018Yoff	SF2019Yoff	SC2017Kayar	SC2018Kayar	SF2018Kayar	SF2019Kayar
SC2017Yoff	1,00	0,82	0,22	0,22	0	0	0	0
SC2018Yoff		1,00	0,22	0,22	0	0	0	0
SF2018Yoff			1,00	0,66	0,32	0,4	0,4	0,4
SF2019Yoff				1,00	0,32	0,4	0,4	0,4
SC2017Kayar					1,00	0,8	0,8	0,8
SC2018Kayar						1,00	1	1
SF2018Kayar							1,00	1
SF2019Kayar								1,00

CS = Coefficient de similitude

Distribution spatiotemporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal

Distribution temporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal par saison

Le plus grand nombre d'espèce a été répertorié durant les saisons chaudes 2017 et 2018 soit, respectivement 9 et 8 espèces. En saisons froide 2018 et 2019, le nombre d'espèce est respectivement 6 et 5 espèces. Le tableau 6 montre que ces espèces sont diversement réparties selon la saison. Ainsi, les espèces rencontrées peuvent être classées en quatre groupes :

- *Laurencia pinnatifida*, *Amphiroa sp*, *Gymnogongrus crenulatus*, constituent le groupe 1 et ces espèces ne sont rencontrées respectivement qu'en saison chaude 2017 et 2018 et saison froide 2018.
- *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata*, *Dictyopteris delicatula*, *Caulerpa racemosa var. peltata* (5 espèces) sont des espèces saisonnières. *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata*, *Dictyopteris* apparaissent en saison chaude tandis que *Caulerpa racemosa var. peltata* est rencontré en saison froide
- Les espèces accidentellement rencontrées sont : *Amphiroa sp*, *Gymnogongrus crenulatus*, *Laurencia pinnatifida* rencontrées en une seule échelle de temps.
- Les espèces qui sont indifférentes à la saison : *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium rubrum var. pacificum*, *Dictyota dichotoma* et *Bryopsis plumosa*

Tableau 6 : La Répartition de la richesse spécifique dans la côte Nord du Sénégal en fonction des saisons

Saison	Espèce	Nombre
Saison chaude 2017	<i>Meristotheca senegalensis</i>	9
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	
	<i>Ceramium rubrum var. Pacificum</i>	
	<i>Laurencia pinnatifida</i>	
	<i>Laurencia obtusa</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Dictyota ciliolata</i>	
	<i>Dictyopteris delicatula</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
Saison chaude 2018	<i>Amphiroa sp</i>	8
	<i>Meristotheca senegalensis</i>	
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	
	<i>Ceramium rubrum var. Pacificum</i>	
	<i>Laurencia obtusa</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Dictyota ciliolata</i>	
<i>Dictyopteris delicatula</i>		
Saison froide 2018	<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	6
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	
	<i>Ceramium rubrum var. Pacificum</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
	<i>Caulerpa racemosa var peltata</i>	
Saison froide 2019	<i>Ceramium rubrum var. Pacificum</i>	5
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
	<i>Caulerpa racemosa var peltata</i>	

La figure 3 montre qu'il y'a des espèces saisonnières, des espèces qui sont indifférentes à la saison et des espèces qui sont accidentellement rencontrées en une seule saison.

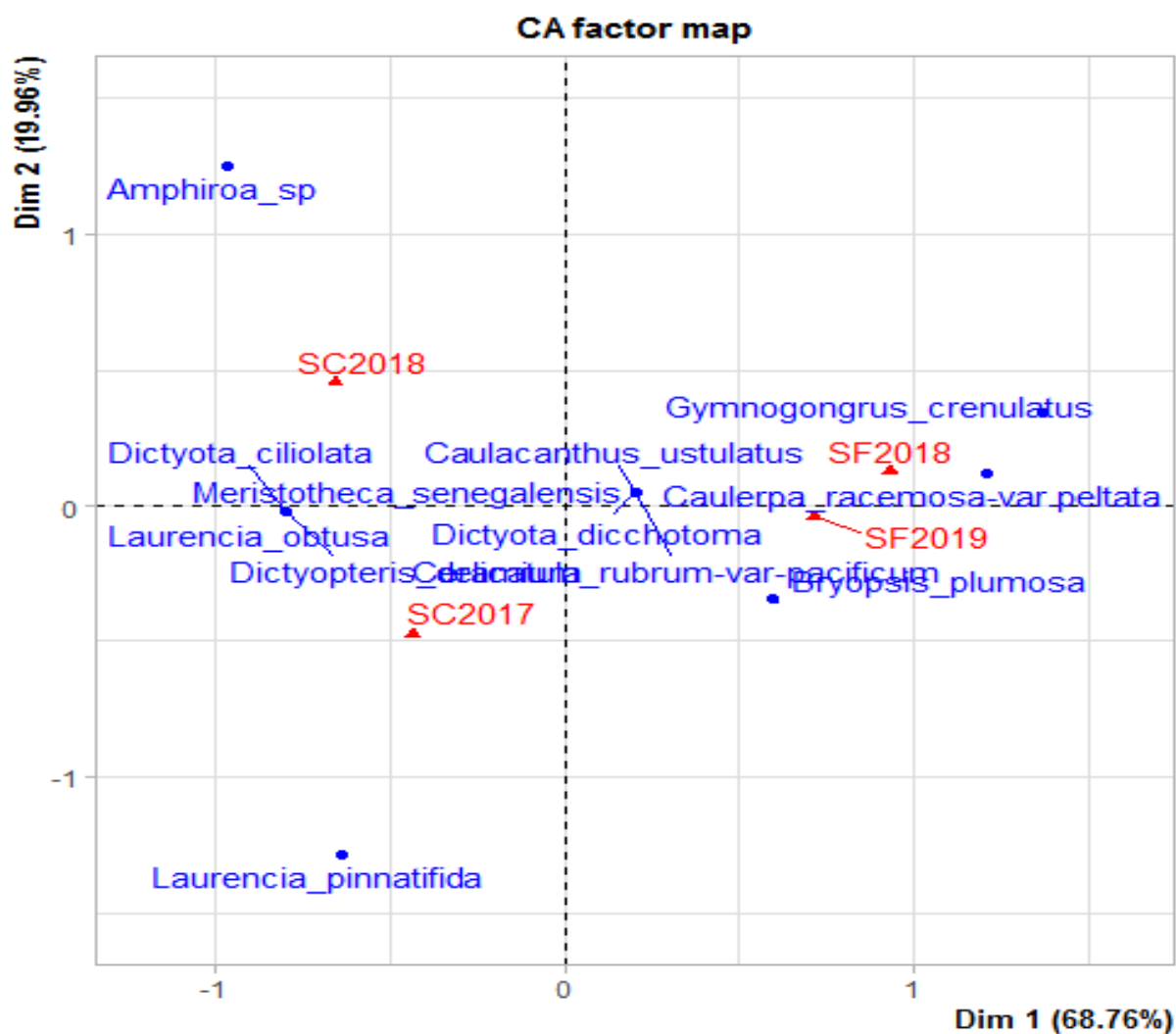


Figure 3 : Distribution spatiotemporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal par saison

Distribution spatiotemporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal par saison et par site

Le tableau 7 montre la répartition des macroalgues suivant les sites et les saisons d'études. Les résultats ont montré une répartition hétérogène selon le site et la saison et un nombre d'espèce le plus élevé a été retrouvé à Yoff et durant la saison chaude.

A Yoff, pour toutes les saisons confondues 11 espèces ont été récoltées :

- *Amphiroa sp*, *Gymnogongrus crenulatus*, *Laurencia pinnatifida* 3 espèces sont apparues dans une saison ;
- *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata*, *Dictyopteris delicatula*, *Caulacanthus ustulatus* apparaissent en saison chaude 2017 et 2018
- *Bryopsis plumosa* apparait en saison froide 2018 et 2019 et *Caulerpa racemosa var. peltata* en saison froide 2019.

- *Dictyota dichotoma* est la seule espèce qui apparaît dans les 4 échelles de temps (2 saisons chaudes et 2 saisons froides).

A Kayar, pour toutes les saisons confondues 2 espèces ont été récoltées :

Caulacanthus ustulatus et *Ceramium rubrum var. pacificum* sont indifférentes à la saison, on les retrouve aussi bien en saison chaude qu'en saison froide. *Bryopsis plumosa* est accidentellement rencontrée en saison chaude 2017.

Tableau 7 : La répartition de la richesse spécifique de la côte nord en fonction des saisons et des sites

Saison et site	Espèce	Nombre
Saison chaude 2017 à Yoff	<i>Meristotheca senegalensis</i>	6
	<i>Laurencia pinnatifida</i>	
	<i>Laurencia obtusa</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Dictyota ciliolata</i>	
	<i>Dictyopteris delicatula</i>	
Saison chaude 2018 à Yoff	<i>Amphiroa sp</i>	6
	<i>Meristotheca senegalensis</i>	
	<i>Laurencia obtusa</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Dictyopteris delicatula</i>	
Saison froide 2018 à Yoff	<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	4
	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
Saison froide 2019 à Yoff	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	4
	<i>Dictyota dichotoma</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
	<i>Caulerpa racemosa var. peltata</i>	
Saison chaude 2017 à Kayar	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	3
	<i>Ceramium rubrum var. pacificum</i>	
	<i>Bryopsis plumosa</i>	
Saison chaude 2018 à Kayar	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	2
	<i>Ceramium rubrum var. pacificum</i>	
Saison froide 2018 à Kayar	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	2
	<i>Ceramium rubrum var. pacificum</i>	
Saison froide 2019 à Kayar	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	2
	<i>Ceramium rubrum var. pacificum</i>	

La figure 4 représente la distribution des espèces par site et par saison.

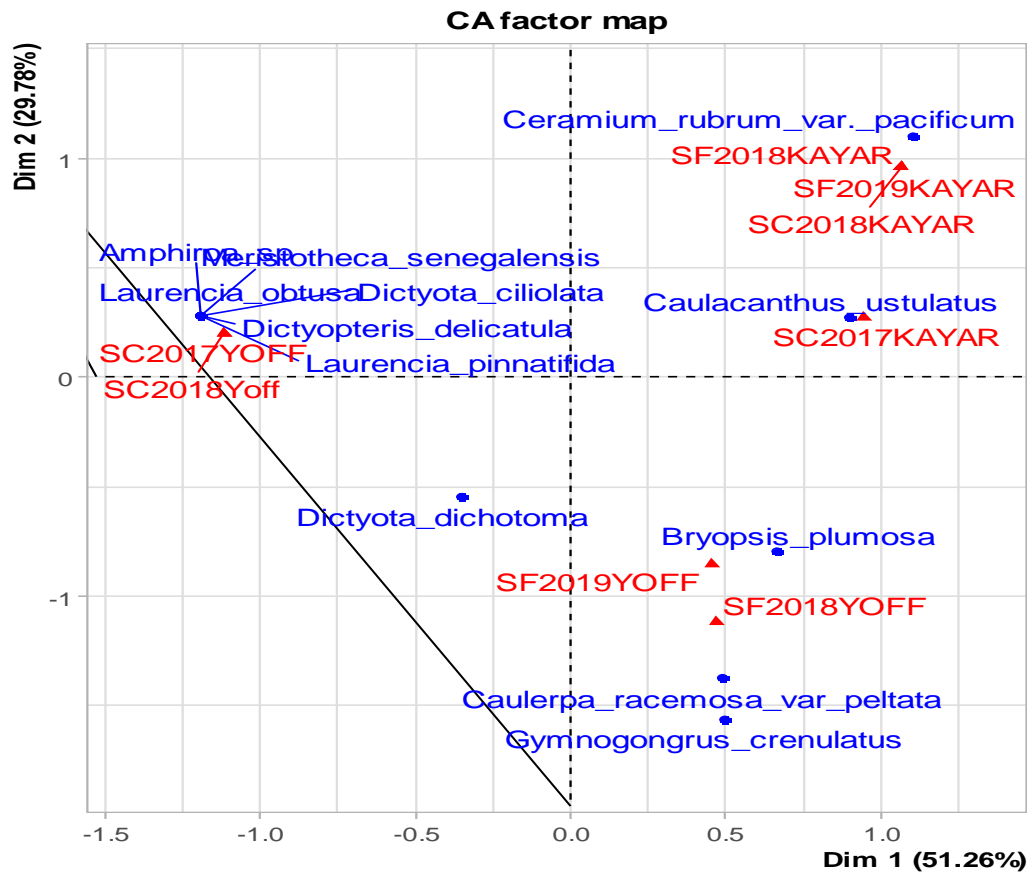


Figure 4 : Distribution spatiotemporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal par saison et par site

DISCUSSION

La flore est composée de 12 espèces, 10 genres, 08 familles. Cette flore est spécifiquement moins riche que celles trouvées dans d'autres sites au Sénégal (Bodard, 1967 ; Harper et Garbary, 1997 ; Bodian, 2000 ; Diedhiou, 2010 ; Ndao *et al.*, 2017 ; Gueye *et al.*, 2019). Ces auteurs ont respectivement répertorié 113, 242, 260, 38, 98 et 21 espèces dans la presqu'île de Dakar et la petite côte du Sénégal. Elle est de même inférieure à celle de Derrien-Courtel (2012) qui a répertorié 64 espèces dans la région de Bretagne.

L'analyse des indices de diversité a révélé que pour toutes les saisons confondues, le site de Yoff renferme la plus grande diversité suivi de Kayar et une absence d'algue à Mboro, Loumpoul et Saint-Louis. Cette différence relative à la composition spécifique et de la diversité par rapport à la côte Nord, pourrait être expliquée par la géomorphologie de la côte Nord avec un substrat rocheux à Yoff, une alternance de banc de roche et de sable à Kayar et un fond marin sablo-vaseux à Mboro, Loumpoul et Saint-Louis.

Ce résultat corrobore ceux de Boudouresque (1984) ; Bodian (2000) ; Goulard (2011) selon qui, les macroalgues sont essentiellement Benthiques. Exceptionnellement à Mensi *et al.* (1994) qui stipulent que *Sargassum* et *Gracilaria verrucosa* peuvent respectivement vivre en flotaison et dans l'ensablement. Il est possible aussi que d'autres paramètres physico-chimiques (l'hydrodynamique, la lumière, la température, le courant, la composition nutritive de l'eau, la turbidité...) soient à l'origine de cette disparité.

Sur le plan de la distribution saisonnière des espèces algales de la côte Nord du Sénégal, cette étude révèle la présence d'espèce saisonnière et indifférente par rapport à la température. Parmi les espèces saisonnières, *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata* et *Dictyopteris delicatula* sont rencontrées en saisons chaudes. Ce résultat corrobore ceux de Bodian *et al.* (2017) ; Ndao *et al.* (2017) qui ont rencontré ces mêmes espèces à la même période. *Caulerpa racemosa var. peltata* est uniquement rencontrée durant les saisons froides. Ce résultat est en accord avec celui de Mollion (1982) qui a récolté cette espèce uniquement durant la saison froide dans la baie de Gorée.

Chez les macroalgues, la lumière et la température sont deux paramètres environnementaux ayant une influence majeure sur le métabolisme, la reproduction et la survie (Mccourt, 2004; Parfrey, 2011 ; Guiry, 2012 ; Robuchon, 2014). En effet, les macroalgues étant des organismes photosynthétiques, la lumière est indispensable à leur survie et, d'autre part, la photopériode influence leur reproduction (Dring, 1984). La température quant à elle, fait partie des principaux facteurs abiotiques qui contrôlent la distribution (Robuchon, 2014). Une étude récente a montré que l'augmentation de la température des eaux de surface des océans est supposée impacter les communautés de algues (Mc court, 2004 ; Bartsch et al. 2012 ; Abdou Salam *et al.*, 2020).

Sur le plan spatial, cette étude montre qu'il n'y a que deux espèces (*Caulacanthus ustulatus* et *Bryopsis plumosa*) communes entre les sites de la côte Nord (Yoff et Kayar). Les indices de similarité sont variables entre les sites, les valeurs sont plus importantes quant-il s'agit d'une comparaison intra-site et entre saisons (Robuchon, 2014 ; Wang, 2008).

CONCLUSION

Ce travail a été entrepris dans le but de mieux connaître la distribution spatiotemporelle des macroalgues de la côte Nord du Sénégal.

Il ressort de cette étude que :

- La flore est composée de 12 espèces, pouvant varier d'un site à l'autre et d'une saison à une autre. Le plus grand nombre d'espèce a été répertorié durant les saisons chaudes 2017 et 2018 soit, respectivement 9 et 8 espèces. Parmi les 12 espèces, 11 ont été retrouvées à Yoff.
- La côte Nord est faiblement diversifiée car tous les indices de Shannon sont inférieurs à 3 bits. Malgré tout, Yoff est le plus diversifié comparé aux autres sites et Kayar reste le plus homogène et spécialisé.
Les listes floristiques ont une ressemblance parfaite entre les saisons froides 2018 et 2019 et la saison chaude 2018 à Kayar.
- *Meristotheca senegalensis*, *Laurencia obtusa*, *Dictyota ciliolata* et *Dictyopteris delicatula* sont les espèces qui n'apparaissent que durant la saison chaude alors que, *Caulerpa racemosa* var. *peltata* apparaît uniquement en saison froide. *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium rubrum* var. *pacificum*, *Dictyota dichotoma* et *Bryopsis plumosa* sont retrouvées aussi bien en saison chaude qu'en saison froide.

REFERENCES

- Abdou Salam A.M., Ba N., Ndour I., Sané S., Thiaw M., Diouf N., Diouf J., Diop D., Gueye M., Brehmer P., Mbaye M.S., Kane A., Noba K., 2020- Caractérisation de la flore phytoplanctonique dans l'Aire Marine Protégée (AMP) de Bamboung et de deux sites environnants (Sénégal). *Int. J. Biol. Sci.* 14 (7) : 2452-2462
- ANAM, 2017- Bultin annuel. Service prévisions et réductions des risques.
- Bartsch I., Wiencke C., & Laepple, T., 2012- Global seaweed biogeography under a changing climate: the prospected effects of temperature. *Seaweed Biology* (ed. by C. Wiencke and K. Bischof), pp. 383-406. Springer-Verlag, Berlin, Germany
- Bodard M., 1967- Les Gracilaria et Gracilariopsis au Sénégal. *Annales de la Faculté des Sciences - UCAD, Dakar*, 19 27 - 55
- Boudouresque C.F., 1984- Groupe écologique d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée Nord occidentale. *Giornale Botanico Italiano*- vol. 119, suppl.2.
- Bodian M.Y., Ayessou N.C.M., Cissé M., Ndiaye C., Noba K., 2017- Nutritional composition of *Meristotheca senegalense* (Rhodophyta) : A new nutriment source. DOI : 10.5897/ AFJ2016.1515.
- Bodian MY., 2000- Systématique et biologie des algues macrophytes collectées pendant la

- période hivernale dans la zone incluant Dakar et la petite côte (Août et décembre 1998), Thèse de DEA, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de DAKAR, p.162.
- Robuchon M., 2014- Etude spatio-temporelle de la biodiversité des forêts de laminaires des côtes bretonnes par une approche intégrée de génétique des populations et d'écologie des communautés, Thèse de Doctorat, Ecologie et évolution, Muséum national d'histoire Naturelle, p.134
- Boukli Hacene S., 2012- Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen). Thèse de doctorat en Ecologie animale, Université de Tlemcen, Algérie, 158p.
- Camara MMB., 2008 - Quelle gestion des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest? Etude de la complexité de l'espace halieutique en zone littorale Sénégalaise, Thèse de doctorat de troisième cycle, Faculté des lettres et sciences humaines, Université Cheikh Anta Diop de DAKAR; 339.
- Dangeard P., 1952- Algues de la presqu'île du Cap Vert: Dakar et ces environs. Les Botanistes. Série XXXVI, Fascicule I. VI
- Derrien-Courtel S. Catherine E. Le Gal A., 2012- Suivi stationnel des roches subtidales de la région de Bretagne. Rapport 1.2. Edition 2012
- Diaw A.T., 1984- Morphométrie du littoral sénégalais et gambien. *Notes Africaines*, Dakar, 183 : 58-63.
- Diedhiou I., 2010. Contribution à la connaissance de la biodiversité des algues macrophytes marines du Sénégal, cas des îles de Dakar: Gorée, Madeleines, Ngor et Yoff Tonghor. Mémoire de master II. Faculté des Sciences et techniques, Université Cheikh Anta Diop, DAKAR, p.42
- Diégo J., Gibigaye M., Tente B., Sinsin B., 2012- Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(2): 705-713.
- Dring, M., 1984- Photoperiodism and phycology. *Progress in Phycological Research*, 3, 159-
- Frontier S, Pichod-Viale D. 1998. *Ecosystèmes: Structure, Fonctionnement, Evolution* (2ème éd). Dunod: Paris; 447 p.
- Frontier S., 1983- L'échantillonnage de la diversité spécifique. In *Stratégie d'Echantillonnage en Ecologie*. Editions Frontier et Masson: Paris (Coll. D'Ecologie), XVIII + 494 p.
- Grall, J. et Coïc, N., 2005- Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. REF. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT
- Grall, J. et Hily C., 2003- Traitement des données stationnelles (faune). FT10-2003-01.doc

- Gueye M.F., Bodian M.Y., Mbaye M.S., Séné G., Noba K., 2019- Analyse de la flore des macroalgues de trois sites marins de Dakar (PNIM, Soumbédioune et Terrou-bi) au Sénégal, *Int. J. Biol.Chem. Sci.* 13(2) : 634-642
- Guiry MD., 2012- How many species of algae are there ? *Journal of Phycology*, vol. 48, no. 1057-1063
- Goulard F., 2011- Le rôle des macroalgues dans les écosystèmes côtiers. Poster, laboratoire de recherche de l'université de sciences et techniques de Lille 1.
- Harper J.T., Garbary D.J., 1997- Marine Algae of Northern Senegal: The flora and its Biogeography. *Botanica Marina* vol. 40 : 129-138.
- Malou R., Dacosta, H., Gaye, A., Tandia, A., Diéne M., 1998- Changements climatiques. Etude de la vulnérabilité des ressources en eau, mesures d'application et d'atténuation. Rapport inédit, Min. Environnement Dakar, 64p 192.
- Mc Court., 2004- Charophyte algae and land plant origins. *Trends ecology and evolution*, vol. 19, no 12, p.661-666
- Mensi F., Ksouri J., Hammami W., Romdhane., 2014- Etat des connaissances et perspectives de recherches sur la culture de Gracilariales (Gracilaria et Gracilariopsis) : Application à la lagune de bizerte, *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, Vol. 41.
- MEPN., 2010- Rapport national sur l'état de l'environnement marin et côtier. Sénégal. 70.
- Ndao M., Bodian M.Y., Noba K., 2017- Diversité des algues macrophytes marines du littoral centre du Sénégal, *Afrique science* 13 (3) (2017) 287-296.
- Ngom D., Faye O., Diaby N., Akpo E.L., 2012- Le zonage ou la spatialisation des fonctions de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(6): 5042-5055
- Parfrey LW., 2011- Estimating the timing of early eukaryotic diversification with multigene molecular clocks. *Processings of the national Academy of sciences*, vol.108, no. 33, p. 13624-13629
- Robuchon M., 2014- Etude spatio-temporelle de la biodiversité des forêts de laminaires des Série XXXVI, Fascicule I. VI
- Wang RJ., 2008- Dynamics and evolution of the inverted repeat-large single copy junctions in the chloroplast genomes of monocots. *BMC Evolutionary Biology*, vol.8, no. 1