

Estimation du stock naturel de *Meristotheca senegalense* (Rhodophyta, Gigartinales) dans la baie de Ngor, presqu'île du Cap-Vert, Sénégal

Massata NDAO*, Moussa Yagame BODIAN et Kandioura NOBA

Université Cheikh Anta DIOP, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie Végétale, Laboratoire de Botanique et de Biodiversité, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal

* Correspondance, courriel : massatandao@yahoo.com

Résumé

La connaissance de l'état du stock naturel de la rhodophycée *Meristotheca senegalense* est essentielle, pour garantir sa gestion et son exploitation durable, dans la zone maritime de la presqu'île du Cap-Vert. L'évaluation de sa biomasse, dans la baie de Ngor, a été entreprise avec l'utilisation des techniques de l'imagerie spatiale et, du système d'information géographique. Dans cette baie, *M. senegalense* est localisée à des profondeurs allant de 3 à 5 m. Le stock disponible est évalué à 17,17 tonnes de matière fraîche avec un rendement moyen de 1,8 tonnes à l'hectare. Le stock de l'espèce n'est pas encore pleinement exploité, malgré une exploitation basée sur un prélèvement direct sur les champs naturels, mais cette exploitation ne peut aller, sur le long terme, dans le sens d'un libre accès et nécessitera, inévitablement, un recours à des mesures pour contrôler l'effort de pêche.

Mots-clés : *Meristotheca senegalense*, rhodophycée, stock, Ngor, gestion durable.

Abstract

Estimation of the natural stock of *Meristotheca senegalense* (Rhodophyta, Gigartinales) in the bay of Ngor, peninsula of Cap-Vert, Senegal

The knowledge of the state of the natural stock of the rhodophyceae *Meristotheca senegalense* is essential to ensure its sustainable management and exploitation in the maritime area of the peninsula of Cap-Vert. The assessment of its biomass, in the Bay of Ngor, was undertaken with the use of space imagery and geographic information system techniques. In this bay, *M. senegalense* is located at depths ranging from 3 to 5 m. The available stock is estimated at 17,17 tons of fresh material with an average yield of 1,8 tons per hectare. The stock of the species is not yet fully exploited despite exploitation based on direct harvesting from natural fields, but this exploitation can not in the long term lead to free access and, will inevitably require use of measures to control fishing effort.

Keywords : *Meristotheca senegalense*, rhodophyceae, stock, Ngor, sustainable management.

1. Introduction

Les algues marines, jadis peu exploitées malgré leurs potentialités, ont connu un regain d'intérêt ces dernières années [1 - 6]. En effet, il a été noté une forte production dans le monde, de plus de 23 millions de tonnes de poids frais [7]. La demande en algue ne cesse de croître et leur commercialisation génère, aujourd'hui, des revenus conséquents. Ces ressources marines possèdent beaucoup de vertus et font l'objet de plusieurs utilisations [1 - 6, 8 - 12]. Régulièrement, de plus en plus d'articles paraissent sur le thème des algues, dans des domaines aussi variées que l'agronomie, l'agroalimentaire, la médecine, la cosmétique, les énergies renouvelables ou encore l'épuration des zones polluées [2 - 15]. 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 [16 - 18]. La filière des algues marines constitue une alternative à la pêche de capture, dans un pays où les ressources halieutiques traditionnelles (poisson, crustacé, mollusque) sont surexploitées [19]. Le groupe dominant de ces macrophytes marines est constitué par les rhodophycées ou algues rouges. Elles représentent un gisement de valeur en friche, selon [19], et pourraient apporter, au pays, près de 1,6 milliard de francs CFA en devise, par an, exportées à l'état brut. Deux espèces constituent les points forts de cette filière et sont essentiellement exploitées par les communautés côtières, il s'agit de *Hypnea musciformis*, sur la Petite Côte et *Meristotheca senegalense*, sur la Presqu'île du Cap-Vert. Dans cette dernière région maritime, l'exploitation de *M. senegalense* contribue à l'amélioration des revenus des populations côtières [17]. Sa production est récente et se fait par un prélèvement direct, sur le stock naturel. Cependant, pour la préservation de la ressource et la durabilité de l'exploitation, il est indispensable d'évaluer l'état des stocks afin de déterminer la quantité de biomasse exploitable et, éventuellement, instaurer des réglementations appropriées. L'objectif de cette étude est d'évaluer la quantité de biomasse naturelle de *M. senegalense* dans la baie de Ngor, où l'algue est actuellement récoltée. Les résultats scientifiques acquis aideront l'administration de pêche, à la prise de décision, qui puisse assurer sa préservation et sa gestion durable.

2. Méthodologie

2-1. Présentation de la zone d'étude

Le site de Ngor (14°45'30" N et 17°30'56" O) est constitué par les coulées d'hawaïte à texture doléritique du volcanisme basaltique quaternaire des Mamelles (**Figure 1**). Elle appartient à la zone microclimatique de la grande côte sénégalaise qui, au sein du domaine intertropical, présente des particularités qui la différencient de l'intérieur du pays. Cette zone est soumise aux effets de masses d'airs (alizé, mousson, harmattan) déterminées par les champs de pression (les anticyclones des Açores, de Sainte-Hélène, de Libye et de la dépression saharienne). Elle bénéficie, du fait de sa situation côtière, de températures idéales (25 °C) pendant presque toute l'année avec des pointes de 18 °C mini en février et de 32 °C maxi en Octobre [20].

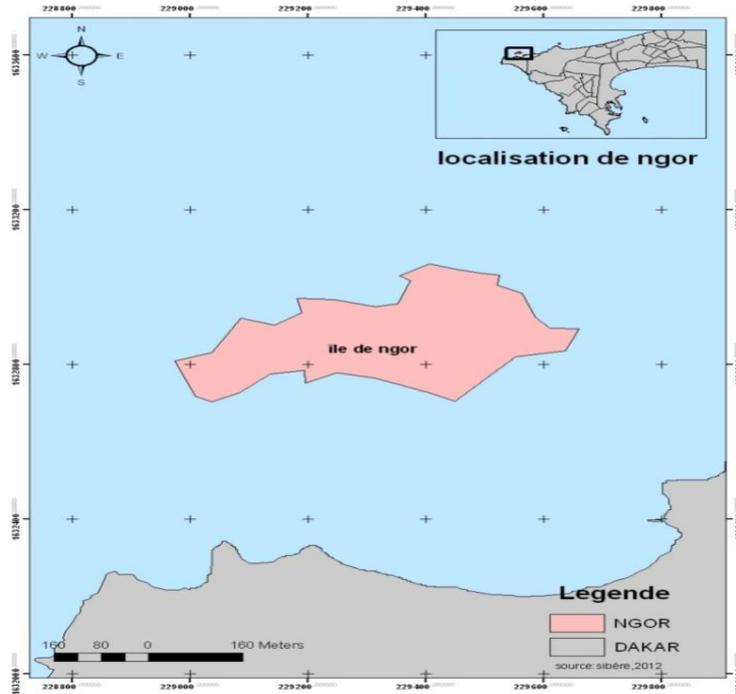


Figure 1 : Carte de la localisation de la baie de Ngor dans la Presqu'île du Cap-Vert

2-2. Stratégie d'échantillonnage

Les fonds potentiels à *M. senegalense* ont été cartographiés à l'aide d'une image satellite (Digital globe, année 2014, résolution de 3 m). Cette image a permis de préciser les contours des zones rocheuses. Trois zones de collecte ont été déterminées (**Figure 2**). Les échantillons d'algues ont été récoltés, en plongée, durant la période allant de mars à juillet 2014 correspondant à la phase de croissance de l'algue [21]. Les renseignements observables sur le terrain ont été notés (date, heure, température de l'eau et de l'air, humidité, salinité, organismes associés, etc.). Les relevés dont les positions ont été notées par GPS ont été faits à l'intérieur d'un quadrat métallique de 0,30 m² de surface. L'espèce est répartie sur les rochers de façon assez homogène avec un taux de recouvrement de 10 %. Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau douce, essorés puis pesés. La biomasse de l'espèce a été calculée en se référant à la surface d'extension des peuplements sur les zones rocheuses. La biomasse a été estimée selon la méthode de [22, 23] à partir de l'Équation (1):

$$Bz = Bq \times Sz \times Tc \tag{1}$$

Bz (kg) étant la biomasse de la zone échantillonnée, *Bq* (kg / m²) la biomasse prélevée à partir du quadrat, *Sz* (m²) la superficie des zones rocheuses (calculée à partir du logiciel ArcGis) et *Tc* (%) le taux de recouvrement des peuplements de *M. senegalense*.

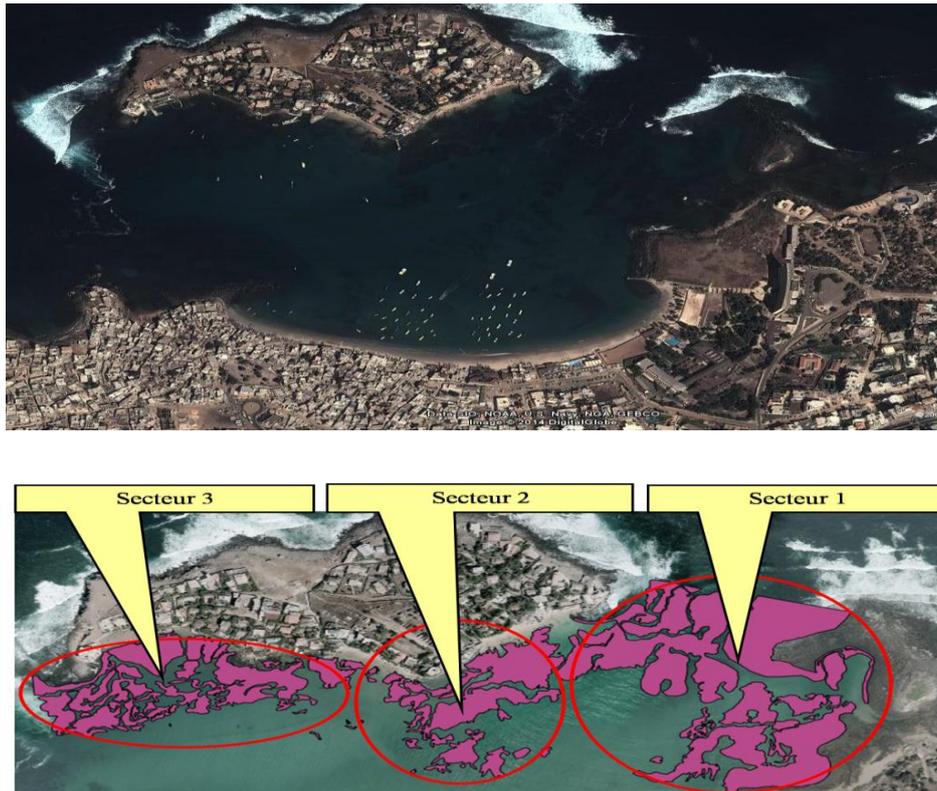


Figure 2 : Image satellite de la baie de Ngor et les zones de prélèvement (secteurs 1, 2, 3) des échantillons de *M. senegalense*

3. Résultats

3-1. Estimation de la biomasse naturelle de *M. senegalense*

La biomasse naturelle de *M. senegalense* est répartie de façon assez hétérogène dans les trois zones d'échantillonnage. La zone 1 concentre près de 67 % de la biomasse, suivie de la zone 2 qui compte moins du cinquième de la biomasse (18,93 %). Enfin, la zone 3 enregistre la quantité de biomasse la plus faible avec près de 14 % (**Figure 3**).

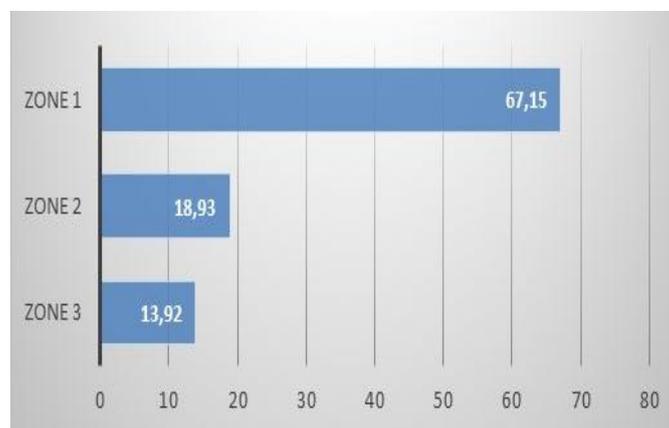


Figure 3 : Pourcentage de la biomasse de *M. senegalense* en fonction des différentes zones de prélèvement

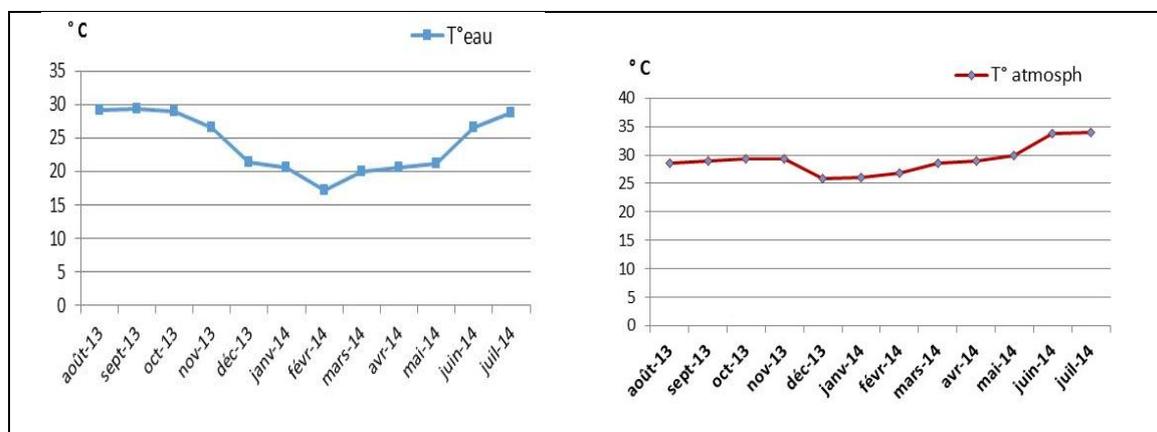
La zone 1 correspond à la zone orientale de la baie. La concentration en *M. senegalense* y est la plus importante, elle atteint un maximum de 21,56 kg / m² et se situe en moyenne à 4,31 kg / m². La biomasse totale calculée par interpolation est de 11,53 tonnes et s'étend sur une surface de 5,35 Ha. Le rendement est de 2,16 tonnes à l'hectare. La zone 2 concerne le centre de la baie. La concentration en *M. senegalense* y est plus faible que dans la zone 1 avec un maximum de 17 kg / m² et une moyenne 3,40 kg / m². La biomasse totale obtenue est de 3,25 tonnes et s'étend sur une surface de 1,91 Ha. Le rendement est de 1,70 tonnes à l'hectare. La troisième zone (secteur 3) concerne la partie occidentale de la baie. La concentration en *M. senegalensis* y est la plus faible. Elle atteint une moyenne 2,22 kg / m² et un maximum de 11,11 kg / m². La biomasse totale calculée est de 2,39 tonnes et s'étend sur une surface de 2,15 Ha. Le rendement est de 1,11 tonnes à l'hectare. La biomasse totale estimée pour l'ensemble de la zone s'élève à 17,17 tonnes de poids frais avec un rendement de 1,8 tonnes par hectare (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Répartition des biomasses de *M. senegalense* en fonction des différentes zones de prélèvement

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Total Baie
Superficie substrat rocheux (m ²)	53 489,12	19 140,97	21.536,68	94 166,76
Taux de recouvrement (%)	10	10	10	10
Biomasse moyenne (kg / m ²)	4,31	3,40	2,22	3,31
Ecart-type	2,87	2,65	2,23	0,85
Biomasse maximale (kg / m ²)	21,56	17	11,11	49,67
Biomasse totale (tonne)	11,53	3,25	2,39	17,17
Rendement (tonne / Ha)	2,16	1,70	1,11	1,8

3-2. Suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer

Les températures de l'eau les plus basses sont observées durant la saison dite froide (novembre-avril), elles varient, alors, entre 15 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 a été enregistrée en février, et la température la plus élevée, en septembre. Les variations de la température de l'air suivent les mêmes tendances que celles de l'eau. Elles varient entre 25° et 35°C, les valeurs les plus basses se situent entre décembre et mars et, les plus élevées, entre juin et juillet. Le pH de l'eau est compris entre 7,8 et 8,8. Les valeurs les plus élevées sont observées pendant la période froide (novembre-février). La salinité évolue, en moyenne, autour de 35 g / litre, les pics les plus élevés sont observés durant les mois d'octobre et de février (**Figure 4**).



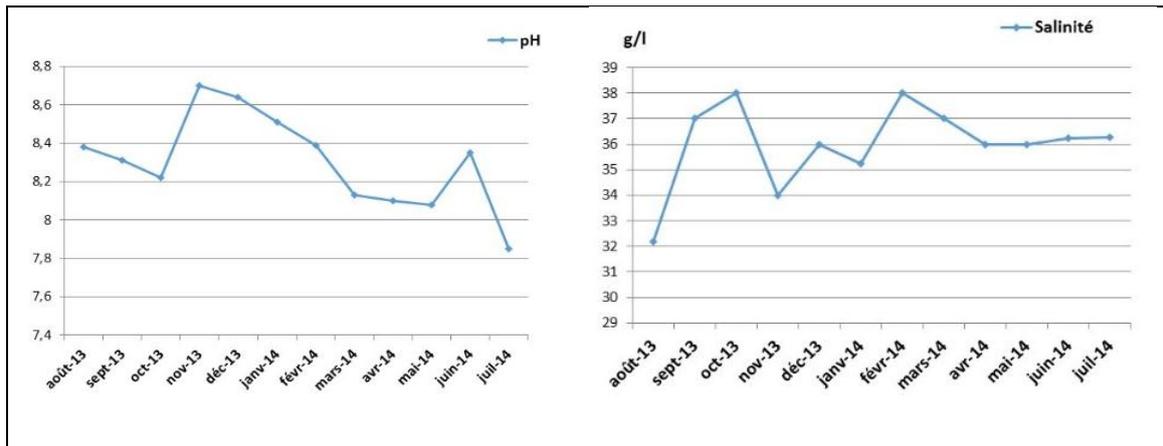


Figure 4 : Évolution des paramètres physico-chimiques (températures, pH, salinité) de l'eau de mer dans la baie de Ngor

4. Discussion

Les potentialités, en termes de biomasse, des algues marines des eaux marines sénégalaises n'ont jusqu'à présent été étudiées avec précision, les études d'évaluation de stock n'étant pas aisées et nécessitant des moyens matériels et humains importants [24]. Il s'y ajoute la difficulté d'accès du milieu marin. L'algue *M. senegalense* est, actuellement, la seule rhodophycée marine exploitée dans la région maritime de la presqu'île du Cap-Vert. Ses potentialités intéressent, de plus en plus, la communauté scientifique sénégalaise et commencent à faire l'objet d'un certain nombre de travaux scientifiques [16 - 18]. Toutefois, à ce jour, aucune estimation de sa biomasse, dans les prairies marines où elle évolue, n'a été entreprise. Or, les recherches portant sur son exploitation, menées par [17], montrent que les exploitants s'approvisionnent principalement en algues sauvages, en prélevant sur les champs naturels des fonds rocheux, alors que ces derniers, tout comme les échouages d'algues, sont aléatoires et varient d'une année à l'autre [25]. En outre, les pêcheurs récoltent l'algue par arrachage total du thalle. Cette méthode de prélèvement ne favorise pas la reconstitution du stock de l'espèce. [26] renseigne que la recolonisation de la surface, initialement occupée par le peuplement naturel, ne se fait pas correctement si le pourcentage de thalles épargnés, après récolte, est très faible. Alors que la croissance des jeunes rejets constitue un moyen très efficace pour l'algue d'augmenter sa biomasse.

Ainsi, il est fort à craindre, qu'au fur et à mesure que les acteurs s'intéresseront à l'exploitation de l'algue, la recherche de profit va inévitablement occasionner une augmentation des capacités d'exploitation. L'algue marine, comme les autres ressources maritimes (poisson, crustacé, mollusque, etc.), sont vulnérables et ne supportent pas un effort de pêche excessif [19], d'où l'intérêt de connaître le stock disponible et exploitable en vue d'instaurer des mesures adéquates pour réguler son exploitation. Les résultats montrent que la biomasse totale de *M. senegalense* se révèle être assez importante et s'élève à 17,17 tonnes, dans la baie de Ngor. Elle est distribuée de façon relativement hétérogène en trois zones et est localisée à des profondeurs de 3 à 5 m. Les quantités de biomasse les plus élevées sont observées durant la période qui va de mars à juillet. Durant cette période, l'espèce atteint son maximum de croissance d'après [27]. Au-delà, on note une forte réduction de sa biomasse dans les champs naturels certainement liée à la température de l'eau qui semble être le premier facteur limitant le développement de l'espèce. D'après [21], la répartition bathymétrique de l'espèce varie avec la saison. En début de saison froide elle est rencontrée à la limite inférieure de basse mer et à partir de mars-avril, elle descend et n'apparaît qu'à partir de 2 et 6 m de profondeur. Après sa phase de croissance (mars-juillet), l'algue oriente son métabolisme vers la reproduction

qui atteint son apogée en plein été et en automne. Les quantités de *M. senegalense* actuellement récoltées sur tout le long du littoral de la presqu'île du Cap-Vert, sont aux alentours de 10 tonnes de matière sèche (correspondant à environ 800 tonnes de matière fraîche), par an, d'après [17]. Le stock naturel disponible, sur la presqu'île du Cap-Vert, n'est pas encore pleinement exploité. Sa récolte peut, pour l'instant, être envisagée pour garantir un approvisionnement en matière brute mais l'exploitation devrait être contrôlée afin qu'elle ne porte pas préjudice aux peuplements naturels et assurer la préservation de la ressource. Il est également important de faire le suivi de la croissance de cette communauté végétale et d'évaluer les impacts des récoltes, sur le couvert algal, afin de s'assurer que l'exploitation respecte la capacité de support de l'espèce. La culture de l'espèce permettrait d'accroître sa production sans nuire à la biomasse naturelle, d'après [28 - 30]. En effet, face à la variabilité saisonnière de la biomasse naturelle, la culture garantirait un approvisionnement régulier en matière brute. [28, 30] soulignent, d'ailleurs, que les algues de culture sont de meilleures qualité, puisqu'étant de jeunes thalles, d'âge et de condition uniforme, fraîchement sortis de l'eau, propres et intacts. Ils sont parfois, plus riches en certaines molécules, que les algues sauvages [29]. Nous retiendrons, toutefois, que les travaux d'estimation des stocks naturels portant sur ce groupe végétal sont très rares, au Sénégal, et dans l'ensemble de la sous-région ouest africaine, au sud du Maghreb. Ainsi, au Sénégal, les seules études de biomasse d'une macrophyte marine fixée connue, concerne l'espèce *Hypnea musciformis*. Ces travaux ont été effectués par [31] sur la façade maritime de la Petite Côte qui jouxte le village de Pointe-Sarène.

Dans cette région maritime, l'espèce *H. musciformis* y est rejetée en grande quantité et fut jadis récoltée, à des fins industrielles, pour en extraire du carraghénane [32]. Les quantités de *H. musciformis* estimées se situent entre 12.000 et 15.000 tonnes de poids frais, par année. Les autres travaux d'évaluation de stock d'algues marines connus, sur le littoral sénégalais, ont porté essentiellement sur les algues d'échouage [25, 32, 33]. C'est ainsi que [33] ont estimé la biomasse de dépôt de mélange d'*Ulva sp.* et de *Cladophora sp.*, sur la frange côtière, allant de la baie de Hann à la zone maritime de Thiaroye-Rufisque (presqu'île du Cap-Vert), à environ 20 à 100 tonnes de matière sèche (selon les années). Sur la Petite Côte, entre Mbodiène et Joal, ces mêmes auteurs ont estimé les biomasse d'échouage de ces deux espèces (*Hypnea sp. et de Cladophora sp.*) à 100 tonnes de matière sèche par an. [25] a, quant à elle, évalué la production annuelle des dépôt d'algues (sans précision des espèces) sur la Petite Côte, comprise entre 1100 et 9.700 tonnes en poids sec, durant les années 1982 - 1983. A cette même période, elle a évalué la quantité maximale d'algues, annuellement disponible, autour de 10.000 et 15.000 tonnes. Nous serions tentés d'émettre l'hypothèse que les variations de la production algale seraient liées aux phénomènes hydro-climatiques qui les régissent. Cet argument est également partagé par [25], qui estime que la production annuelle de la biomasse algale est liée à l'intensité des upwellings. Les algues se retrouvent souvent en dérive après arrachage par le courant marin. Ce phénomène semble être très fréquent dans les eaux courantes, d'après [34]. Selon ces derniers, plus le courant est élevé, plus les algues sont détachées des substrats, réduisant ainsi la diversité des algues fixées.

5. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer, pour la première fois, le stock naturel fixé de l'algue macrophyte, *Meristotheca senegalense*, sur le substrat rocheux des fonds marins, de la baie de Ngor. Elle a été réalisée grâce à l'utilisation des techniques de l'imagerie satellite et du système d'information géographique qui constituent, présentement, des outils tout désignés pour aller vers des modèles de spatialisation des résultats bio-écologiques. La biomasse de l'algue est distribuée de manière relativement hétérogène et, est estimée à 17,17 tonnes, avec un rendement de 1,8 tonnes à l'hectare. Les résultats montrent que le stock de l'espèce n'est pas encore menacé malgré une exploitation basée sur un prélèvement direct, sur les champs naturels. Cependant, afin de ne pas compromettre la conservation de la ressource, cette exploitation ne peut aller, sur

le long terme, dans le sens d'un libre accès et nécessitera, inévitablement, un recours à des mesures pour contrôler l'effort de pêche. Cette étude du stock de *M. senegalense* va contribuer certainement, à aider à la prise de décision pour sa gestion rationnelle. Toutefois, dans cette estimation les quantités disponibles de *M. senegalense*, il n'a été tenu compte des dépôts naturels échoués sur les plages. S'il devait apparaître qu'une exploitation plus poussée de cette biomasse est envisageable, plusieurs voies d'études s'ouvrent et devront concerner la détermination des cycles de croissance et de dérive de l'algue, l'étude des possibilités technologiques d'une récolte durable de l'algue fixée ou en dérive et, à plus long terme, l'étude des possibilités de culture de l'algue.

Références

- [1] - V. LECLERC & J.-Y. FLOC'H, Les secrets des algues, *Carnets de Sciences*, Éditions Quae, (2010)
- [2] - A. SUNARPI JUPRI, R. KURNIANIGSIH, N. I. JULISANIAH, A. NIKMATULLAH, Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants, *Bioscience*, Vol. 2 (2) (2010) 73 - 77
- [3] - M. L. CORNISH and D. J. GARBAR, Antioxydants from macroalgae : potential applications in human health and nutrition. *Algae*, Vol. 25 (4) (2010) 155 - 171
- [4] - I. K. CHUNG, J. BEARDALL, S. MEHTA, D. SAHOO & S. STOJKOVIC, Using marine macroalgae for carbon sequestration : a critical appraisal, *Journal of Applied Phycology*, 23 (5) (2011) 877 - 886
- [5] - M. MELAND & C. REBOURS, The Norwegian seaweed industry, Work package 1 & 2. Agrocampus ed., Novembre, (2012)
- [6] - L. PEREIRA, Edible seaweeds of the world. *Science Publishers*, an Imprint of CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, (2016)
- [7] - FAO, Situation mondiale des Pêches et de l'Aquaculture. Rapport SOFIA, (2014)
- [8] - J. PERSON, Livre Turquoise. Algues, filières du futur. Éditeur Adebitech, (2011)
- [9] - L. BROWNLEE, A. FAIRCLOUG, A HALL, J. PAXMAN, The potential health benefits of seaweed and seaweed extract. In : Marine Biology, *Nova Science Publishers*, New York, (2012) 119 - 136
- [10] - N. ELMTILI N, F. Z. FAKIHI KACHKACH et M. EL HARCHI, Les algues marines : nouvelles potentialité économique pour le Maroc. Quelle stratégie biotechnologique ? *Cahiers UAE*, 8-9, (2013) 1 - 7
- [11] - L. PEREIRA, Edible seaweeds of the world. Science Publishers, an Imprint of CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, (2016) 453
- [12] - S. L. HOLDT & S. KRAAN, Bioactive compounds in seaweed : functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23 (2011) 543 - 597
- [13] - V. ARYA and V. K. GUPTA, A review on marine immunomodulators, *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, Vol. 2 (5) (2011)
- [14] - N. R. BAI, R. M. CHRISTO and T. C. KALA, Effect of seaweed concentrate of *Padina pavonia* on the growth and yield of a pulse crop. *Plant Archives*, Vol. 11 (1) (2011) 117 - 120
- [15] - Z. BEN AOUN, R. BEN SAID and F. FARHAT, Anti-inflammatory and antimicrobial activities of aqueous and organic extracts from *Dictyopteris membranacea*. *Botanica Marina*, Vol. 53 (3) (2010) 259 - 264
- [16] - M. NDAO, M. Y. BODIAN, K. NOBA, Diversité des algues macrophytes marines du littoral centre du Sénégal, *Afrique Science*, 13 (3) (2017) 287 - 296 <http://afriquescience.info>
- [17] - M. NDAO, M. Y. BODIAN, K. NOBA, Exploitation de l'algue rouge *Meristotheca senegalense* dans la région de Dakar (presqu'île du Cap-Vert). *Afrique Science*, 13 (1) (2017) 235 - 244 <http://afriquescience.info>

- [18] - M. Y. BODIAN, N. C. M. AYEISSOU, M. CISSE, C. NDIAYE, K. NOBA, Nutritional composition of *Meristotheca senegalense* (Rhodophyta) : A new nutrient source. *African Journal of food Science*, Vol. 11, N°1, (2017) 12 - 17
- [19] - DGEFM, Rapport des Journées de Réflexion sur le Développement de la Filière Algues marine au Sénégal. République du Sénégal. Ministère de l'Economie maritime et des Transports maritimes internationaux. Direction de la Gestion et de l'Exploitation des Fonds marins, (2006)
- [20] - M. GUEYE, N. BA, M. Y. BODIAN, M. S. MBAYE, C. BASSENE, M. KANE, K. NOBA, A. NGOM, Les Cyanophyceae marines de l'île de Ngor (Sénégal), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (1) (2014) 144 - 156
- [21] - A. H. FOSTIER, Contribution à la valorisation d'algues des côtes Sénégalaises. Thèse de Doctorat mention Océanologie. Université de Perpignan. France, (1989)
- [22] - J. SATO, N. KUMAGAI, M. WATANABE, Quantitative calculation method combined with aerial photographs and satellite images for seagrass beds analysis. Announcement report on 53rd Meeting of Hokkaido Development Technology Research. Japan, (2009)
- [23] - J. SATO, M. WATANABE, J. YAMAMOTO, Attempts of the secular change calculation on seaweeds biomass by the image analysis. Monthly report of Civil Engineering Research Institute for Cold Region. Japan, N° 690 (2010)
- [24] - R. K. SOM, A manual of sampling techniques, London, Heineman Educational books Ltd., (1973)
- [25] - I. DEME-GNINGUE, Les algues marines du Sénégal. Etude de leur action fertilisante en cultures maraîchères. Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle de chimie. Faculté des Sciences, UCAD. Dakar, (1985)
- [26] - M. PHILIPPE, Récolte des algues de rive. Guide des bonnes pratiques. Projet cofinancé par Inter Bio Bretagne, FranceAgrimer, le Conseil régional de Bretagne, le Fonds européen pour la Pêche, le Conseil général des Côtes d'Armor, le Parc naturel marin d'Iroise et le Conseil général du Finistère, (2013)
- [27] - A. H. FOSTIER, J. M. KORNPROBST and G. COMBAUT, Chemical composition and rheological properties of carrageenans from two Senegalese Solieriaceae *Anatheca montagnei* Schmitz and *Meristotheca senegalensis* Feldmann. *Botanica Marina*, 35 (1992) 351 - 355
- [28] - R. PEREZ, "La culture des algues marines dans le monde", Brest, IFREMER, (1992)
- [29] - M. TABEAUD, ET C. BODIGUEL, « L'algoculture dans le monde et ses contraintes », *Annales de géographie*, N°591 (1996) 480 - 497
- [30] - F. CARRE, « La mariculture sur les littoraux » dans Dumortier. B (dir.), *Géographie humaine des littoraux, activités liées à la mer*, Paris, Edition du Temps, (1998)
- [31] - A. TAMBA, Projet algue rouge. Rapport d'activité - SOS environnement. CRDI, (1992)
- [32] - M. J. MOLLION, Etude préliminaire des *Hypnea* au Sénégal comme source de phycocolloïdes. *Botanica Marina*, Vol. XVI, (1973) 221 - 225
- [33] - S. LECLERCQ, J. PAGES, E. SUISSSE de SAINTE CLAIRE, Recherche sur la production de méthane à partir d'algues marines. Cas des algues de la Petite Côte du Sénégal, Laboratoire de microbiologie ORSTOM-ENSUT, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Ecole Nationale Supérieure Universitaire de Technologie, (1984)
- [34] - I. LAVOIE, W.F. VINCENT, R. PIENTZ, J. PAINCHAUD J, Effet du débit sur la dynamique temporelle des algues périphytiques dans une rivière influencée par les activités agricoles. *Revue des Sciences de l'eau*, 16 (2003) 55 - 77