

Evolution de la Mangrove de la Reserve de Biosphere du Delta du Saloum, Senegal

El Hadji Sow,

Laboratoire Leïdi «Dynamiques des Territoires et Développement»,
Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal, UFR des Lettres et Sciences
Humaines, École Doctorale Science de l'homme et des Sociétés

Taïbou Ba,

Centre de Suivi Ecologique, Rue Léon Gontran Damas,
Fann Résidence-Dakar, Sénégal

Doi: 10.19044/esj.2019.v15n15p467 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p467](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p467)

Résumé

La mangrove est à la base de multiples fonctions écologiques et socio-économiques dans le delta du Saloum. Cependant, depuis quelques années, cet écosystème est soumis à une dégradation dont les causes sont d'ordre naturel et anthropique. Il s'avère ainsi important d'étudier la dynamique de cet écosystème pour comprendre les facteurs qui concourent à sa dégradation. La télédétection constitue un outil fréquemment utilisé pour le suivi des milieux. Il est souvent utilisé pour étudier l'évolution spatiotemporelle des milieux humides en zone sahélienne. Dans le cas de cette étude, la méthodologie utilisée intègre le traitement des photographies aériennes Corona de 1965, des images satellitaires Landsat de 1984 et 1999, Sentinel 2 de 2017 et des travaux de terrain pour l'élaboration des cartes d'occupation du sol. Les résultats montrent une dynamique à tendance régressive de la mangrove qui se traduit de la sorte : 55831,03 ha en 1965, 53533,70 ha en 1984, 54135,86 ha en 1999, 53691,69 ha en 2017 et un taux de recul de 3,83% entre 1965 et 2017.

Mots-clés : Mangrove, télédétection, dynamique, milieux humides

Evolution of The Mangrove of the Biosphere Reserve of the Saloum Delta, Senegal

El Hadji Sow,

Laboratoire Leïdi «Dynamiques des Territoires et Développement»,
Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal, UFR des Lettres et Sciences
Humaines, École Doctorale Science de l'homme et des Sociétés

Taïbou Ba,

Centre de Suivi Ecologique, Rue Léon Gontran Damas,
Fann Résidence-Dakar, Sénégal

Abstract

The mangrove is at the base of many ecological and socioeconomic functions in the Saloum Delta. However, in recent years, this ecosystem is subject to degradation whose causes are natural and human. It is thus necessary to study the dynamics of this ecosystem in order to understand the factors that contribute to its degradation. The remote sensing is a frequently used tool for monitoring environments. It is often used to study the spatio-temporal evolution of wetlands in the Sahelian zone. The adopted approach integrates Corona aerial photography, 1984 and 1999 Landsat satellite imagery, Sentinel 2 satellite imagery and fieldwork. The results show a regressive dynamics of the mangrove swamp which translates as follows: 55831.03 ha in 1965, 53533.70 ha in 1984, 54,135.86 ha in 1999, 53691.69 ha in 2017 and a decline rate of 3.83% between 1965 and 2017.

Keywords: Mangrove, Remote sensing, Dynamics, wetlands

Introduction

Dans un contexte de changements climatiques, la gestion des écosystèmes de mangroves est devenue une question préoccupant les acteurs des littoraux africains en général et du Sénégal en particulier. La mangrove constitue une barrière protectrice contre les tempêtes et l'érosion côtière et un lieu de refuge à de nombreuses espèces menacées (FAO, 2009). En outre, elle offre d'importantes sources de revenus et de moyens de subsistance aux communautés⁷. Elle est ainsi à la base de toutes les activités économiques. Ce

⁷ Les valeurs annuelles de la mangrove sont estimées entre 200 000 et 900 000 dollars par km² (UNEP- WCMC, 2007).

qui fait parler à Salem (1992) de l'existence au sein des communautés littorales, des pratiques de l'espace diversifiées et des systèmes collectifs d'usages multiples de la mangrove, adaptés aux modifications de l'environnement. Cependant, malgré ses nombreuses fonctions, les superficies de mangrove ne cessent de décroître en Afrique sous l'action combinée de facteurs naturels et anthropiques (FAO, 2009).

Le Sénégal qui se trouve sur la franche occidentale de l'Afrique de l'Ouest n'échappe pas à ce phénomène. Ce pays dispose de 200 000 ha de mangrove dont les 30% se trouvent dans la réserve de biosphère du delta du Saloum (ADG, 2011). Selon Diop (1990), le Saloum fonctionne comme un estuaire inversé. La salinité augmente de l'aval vers l'amont. Cela est lié au faible apport d'eau douce dû à la baisse de la pluviométrie et à la faiblesse de sa pente. A ces phénomènes, s'ajoute une forte intrusion marine et une forte évaporation. Cela dénature son fonctionnement car selon Pritchard (1967), un estuaire est défini comme un cours d'eau en communication avec la mer et dans lequel l'eau de la mer se mélange avec l'eau douce d'origine continentale. Cette définition ne s'applique pas au niveau de l'estuaire du Saloum qui connaît un fort déficit d'apport d'eau douce et une forte intrusion marine. L'estuaire du Saloum est ainsi comme un véritable bras de mer (Marius, 1985) bordé par une végétation caractéristique des zones côtières, en l'occurrence la mangrove. Il constitue la marge septentrionale de la mangrove des Rivières du Sud (Diop, 1990; Salem, 1992).

La réserve de biosphère du delta du Saloum (RBDS), objet de cette étude, fait partie de ce milieu estuarien. Elle se situe au centre-ouest du Sénégal dans la région naturelle du Sine Saloum, entre 13°35 et 14°15 de latitude Nord et entre 16°03 et 16°50 de longitude Ouest. Elle s'étend sur une surface de 234 000 ha et combine les caractéristiques d'une zone humide marine, estuarienne, lacustre et palustre, et ses différents sites remplissent les fonctions classiques d'une zone humide. Elle se trouve sur le littoral sénégalais à environ 150 km au sud de Dakar. Ces populations de mangrove composées principalement de *rhizophora* et d'*avicenia* jouent un rôle socioéconomique (nourriture, exploitation de coquillages, pêche...) et écologique (brise vent, zone de reproduction et de refuge des espèces halieutiques, fixation des sédiments...). Toutefois, un état de dégradation continue de la mangrove de la RBDS est constaté malgré les politiques de sa restauration amorcées depuis la fin des années 90 et le début des années 2000.

Des études ont été menées sur la mangrove de la RBDS et abordant des thématiques différentes comme la morphopédologie (Diop, 1990), la phénologie *des rhizophora*, (Faye 2002), les fonctions écologiques et socioéconomiques de la mangrove (Sow, 2005, Nambona, 2007), ses caractéristiques et *sa dynamique* (Ndour, 2005, Dièye, 2007, Dièye, 2013), les facteurs de sa dégradation (UICN, 2010). Leurs résultats montrent que

l'histoire des littoraux, zones de mangrove, est principalement conditionnée par les variations eustatiques et les changements climatiques synchrones, particulièrement durant l'épisode transgressif holocène postérieur à 18 000 B.P. Ils montrent aussi la forte séquestration de carbone par les plantations de mangrove comme une de ses fonctions écologiques et socioéconomiques malgré son état de dégradation lié des facteurs naturels et humains. La plupart de ces auteurs ont procédé à des travaux de terrains. D'autres ont procédé à des traitements d'images satellitaires de dates différentes afin d'étudier les changements spatiotemporels de cet écosystème. Cependant, ces études n'ont pas couvert un intervalle de temps assez large et intégrant la période d'avant sécheresse des années 1970. De surcroît, ces études méritent d'être réactualisées dans ce contexte récent de variation de la pluviométrie au Sénégal et de disponibilité des données satellitaires de haute résolution. Dans ce contexte, l'objectif de cette contribution est d'étudier la dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017 soit sur 52 ans par couplage d'outils de télédétection et de système d'information géographique (SIG). Cette dynamique sera suivie en rapport avec la variation de la pluviométrie, facteur déterminant de l'évolution de la mangrove de la RBDS.

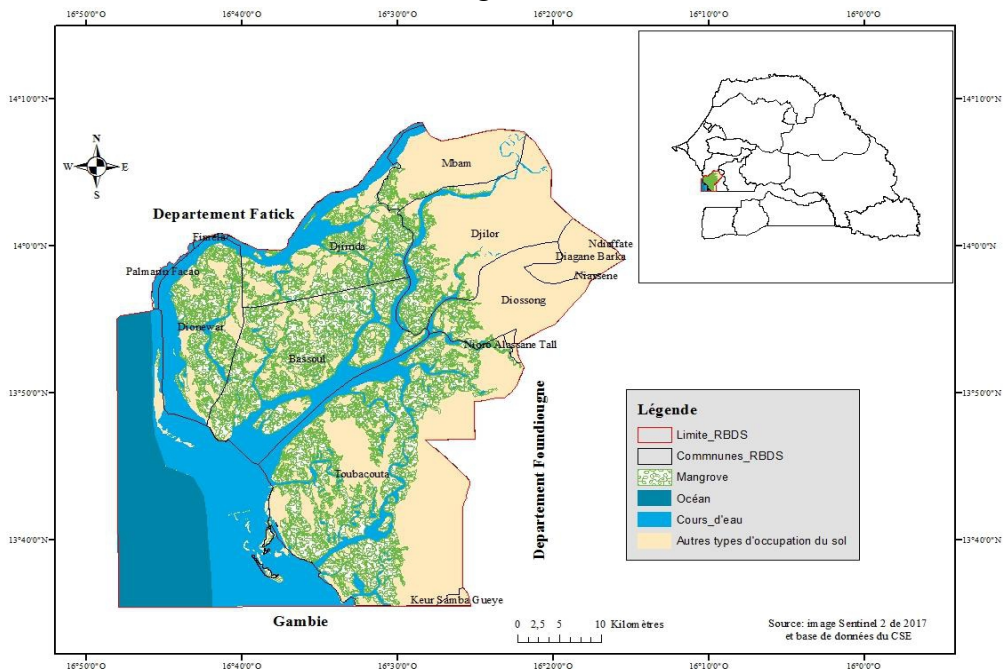


Figure 1 : localisation de la réserve de biosphère du delta du Saloum (RBDS)

1. Données et méthodes

1.1. Données

La photo aérienne Corona de la mission américaine de 1965, les images satellitaires Landsat 5 de 1984, Landsat 7 de 1999, Sentinel 2 de 2017,

les données pluviométriques et les données de terrain constituent les différentes données utilisées pour les cartographies de l'état et de la dynamique de la mangrove. A cela s'ajoute les documents historiques utilisés pour l'analyse des résultats.

Tableau 1 : les données utilisées

Types de données	Echelle et/ou résolution	Sources	Projection	Date
photo aérienne	5 m	CORONA (USGC)	UTM WGS 84	1965
Image Landsat 5 TM	30 m	Landsat TM	UTM WGS 84	1984
Image Landsat 7 ETM+	30 m	Landsat ETM+	UTM WGS 84	1999
Image Sentinel 2	10 m	Sentinel 2	UTM WGS 84	2017
Données pluviométriques		ANACIM		1950 - 2013
Données de base (cartes d'appui)	1/100.000	CSE	UTM WGS 84	

1.2. Méthodes

Différentes étapes ont servi à la cartographie de la dynamique de la mangrove de 1965 à 2017. Ces étapes vont du prétraitement des images, leur interprétation visuelle et à l'analyse des résultats. La validation des résultats a nécessité une mission de terrain de 10 jours. L'objectif principal de la mission était de vérifier les classes d'occupation du sol de la carte actuelle (2017), établie à partir de l'image Sentinel 2 de 2017. Ce séjour a permis de procéder à la vérification des classes d'occupation du sol de la carte de 2017 à partir d'un certain nombre de points coordonnées pris sur ladite carte et dont le type d'occupation du sol de la zone est attribué à un nom qui nous est incertain. Il a aussi permis de relever d'autres points indiquant la réalité du terrain et de les superposer à la carte afin de corriger certaines erreurs d'attribution de classes. Ce séjour était aussi l'occasion d'interroger les personnes ressources locales pour avoir une idée sur les autres années cartographiées. Enfin certaines localités sont géoréférencées pour affiner l'interprétation. Les différentes étapes de la cartographie de la dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017 sont récapitulées dans la figure suivante.

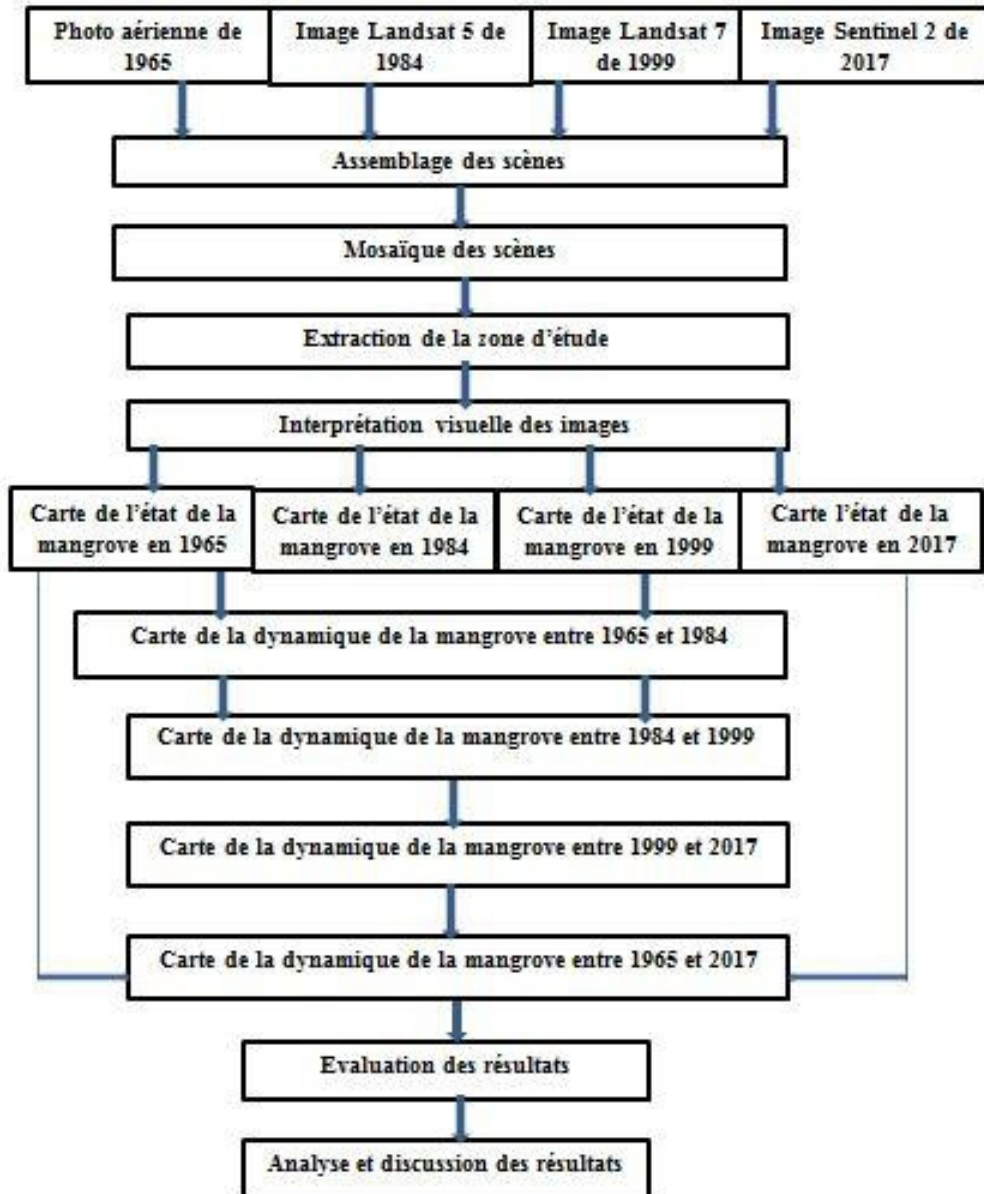


Figure 2 : les différentes étapes de traitement des images

1.2.1. Détection des changements de la mangrove

A partir de la carte de changements de l'occupation du sol de 1965, 1984, 1999 et 2017, une extraction des couches mangrove a été opérée à partir du logiciel *arc Gis 10.2*. Cette commande met en évidence les portions occupées par la mangrove pour chaque année étudiée. Ce qui a permis de ressortir trois cas de figures qui sont : les autres classes d'occupation du sol converties en mangrove appelées mangrove apparue, la mangrove devenue

autres classes d'occupation du sol et dite mangrove disparue et la mangrove qui n'est ni convertie ni modifié et appelée mangrove constante.

En outre, pour quantifier les changements de la mangrove, on s'est référé à la matrice de transition. Ainsi, on considère par exemple que si i ou $j = 1$ correspond à la mangrove et si i ou $j = 2$ correspond à des tannes, alors la cellule $a(2,1)$ représente la superficie de la mangrove qui a été convertie en tannes ou des tannes converties en mangrove entre les dates t_0 et t_1 . Ou bien, si 1 correspond à la mangrove, la cellule $a(i1, i1)$ de la diagonale correspondent à la superficie de la mangrove qui est restée à l'état initial entre les dates t_0 et t_1 . Ces commandes ont permis de savoir les superficies de la mangrove disparue, de la mangrove apparue et de la mangrove constante entre 1965 et 1984, 1984 et 1999, 1999 et 2017 et entre 1965 et 2017.

Cette dynamique a été quantifiée aussi à partir du calcul du taux d'évolution spatiale. Pour VA et VD, correspondant respectivement à la superficie de la mangrove en année 2 et année 1, le taux d'évolution T, est donnée par la formule suivante : $T = (VA - VD) / VD * 100$

2. Résultats

2.1. État de la mangrove de la RBDS en 1965

A partir de la couche d'occupation du sol de 1965, l'application d'un masque a permis de visualiser la mangrove et de la quantifier (Figure 3).

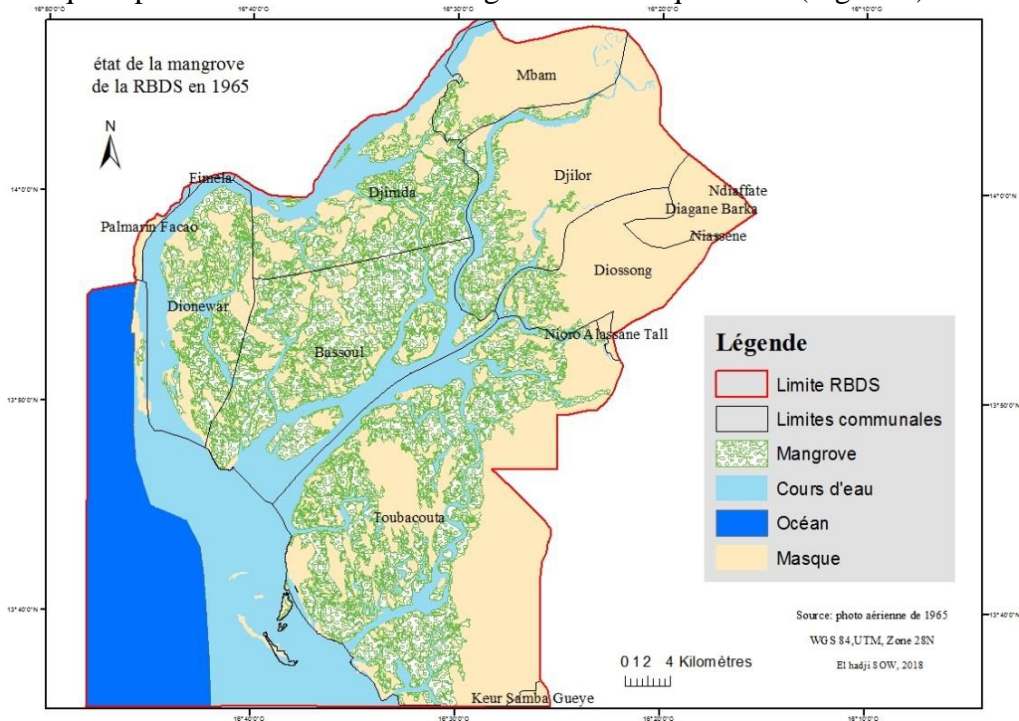


Figure 3 : état de la mangrove de la RBDS en 1965

En 1965, la mangrove de la RBDS est marquée par sa distribution très étendue. Cet écosystème borde les bolons juste au niveau des zones de balancement de la marée (zones intertidales). Il est plus répandu dans les communes de Toubacouta, Djirnda, Bassoul et Dionwar. Cependant, dans celles de Djilor, Mbam, Lerane Sambou et Diossong, sa présence se limite juste à l’ouest, au bord du cours d’eau. Du point de vue quantitatif, elle couvre 55831,03 ha c'est-à-dire 23,83% de la couverture totale de la zone.

2.2. État de la mangrove de la RBDS en 1984

La figure 4 met en relief la représentation cartographique de la répartition de la mangrove de la RBDS en 1984.

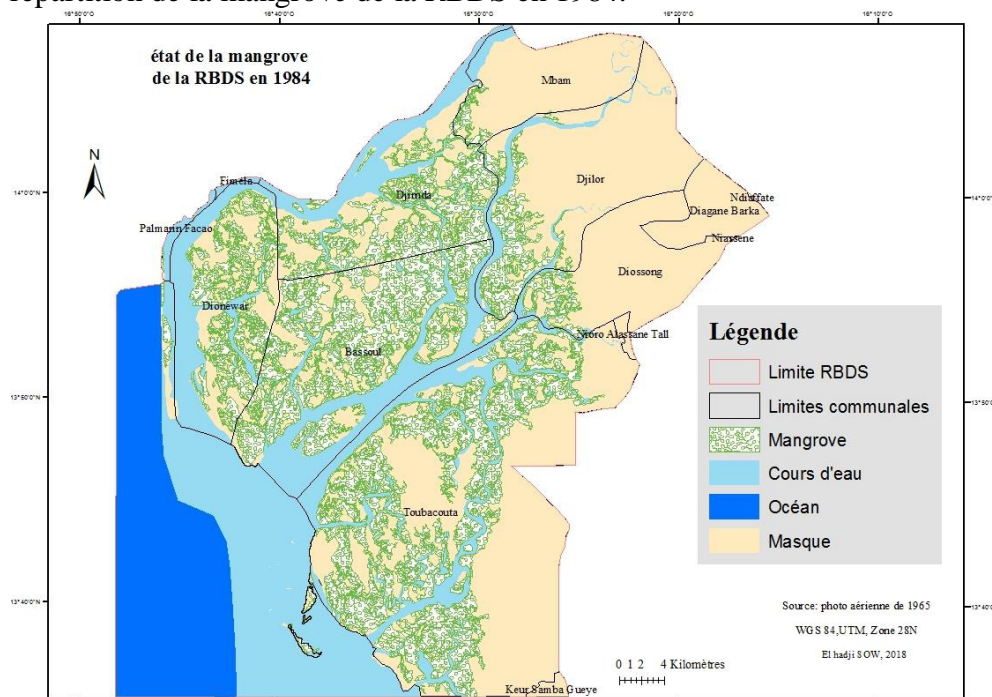


Figure 4 : état de la mangrove de la RBDS en 1984

Visiblement, on note une perte de la mangrove surtout dans les communes de Mbam, lérane Sambou et Diossong. C’est le cas par exemple de la localité de Bayi et keur sambel au environ desquelles la mangrove a totalement disparu. Du point de vu statistique, la mangrove de 1984 couvre 53533,70 ha. Cela démontre une régression de la mangrove entre ces deux dates. Cette régression est illustrée par une carte qui met en relief toutes les poches qui ont subi cette dégradation.

2.3. Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 1984

La représentation cartographique de la dynamique de la mangrove de 1965 à 1984 a permis de quantifier les superficies évoluées mais aussi de les spatialiser (figure 5).

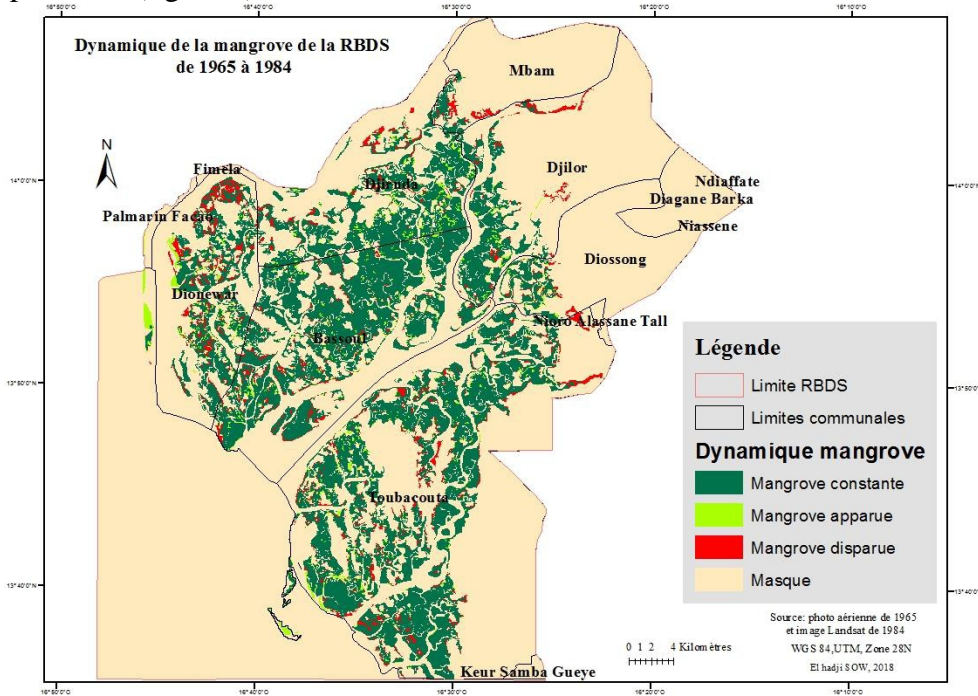


Figure 5 : Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 1984

De 1965 à 1984, cet écosystème est marqué par une dynamique qui se matérialise par une évolution progressive au niveau de certaines localités. Cela est noté dans certaines parties de la commune de Dionwar, de la partie Ouest de la commune de Toubacouta, au Nord de la commune de Bassoul. Cette recolonisation de mangrove est aussi notée au niveau de la flèche de Sangomar. Cette mangrove apparue couvre une superficie de 3143,25 ha. Cependant, plusieurs zones sont marquées par une évolution régressive de cet écosystème. Il s’agit des parties périphériques (zones de transition entre la partie insulaire et la partie continentale) ; précisément dans la partie Nord, Est et Nord-ouest. Les communes les plus touchées sont celles de Mbam, Djilor, Dioosong, Lerane, Dionwar et Toubacouta (figure 5). Cette surface de mangrove disparue s’élève à 5227,19 ha. Si on compare sa superficie de 1965 à celle de 1984, on constate que cet écosystème a subi une régression d’environ 2297 ha en 19 ans.

2.3.1. Calcul du taux d’évolution de la mangrove entre 1965 et 1984

$$((53533,70 \text{ ha} - 55831,03 \text{ ha}) / 55831,03 \text{ ha}) * 100 = - 4,11\%$$

2.4. État de la mangrove de la RBDS en 1999

En 1999, on note une bonne répartition de la mangrove de la RBDS. Du point de vue spatial, cet écosystème est très répandu dans les parties insulaires. Il est aussi répandu au niveau de la partie continentale (partie ouest des communes de Djilor, Mbam, Diossong, Lérane Sambou) au bord des cours d'eau (figure 6). Elle couvre une superficie de 54135,86 ha.

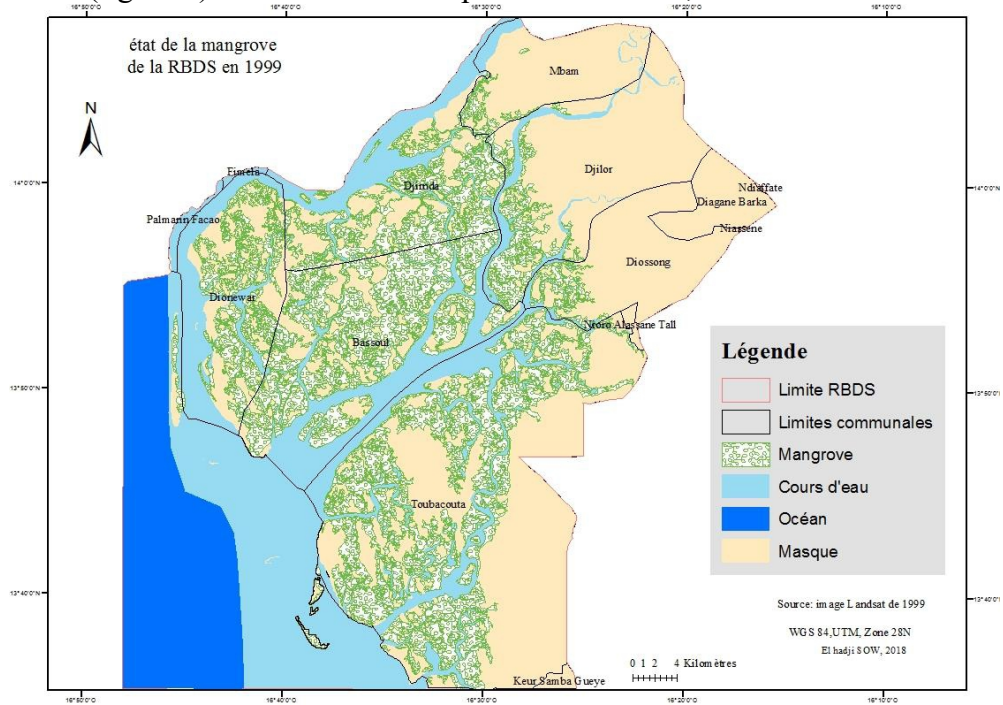


Figure 6 : état de la mangrove de la RBDS en 1999

2.5. Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1984 à 1999

La carte de la dynamique de de la mangrove de 1984 à 1999 a permis de visualiser et de quantifier les différents types d'évolution notés pendant cette période (figure 7).

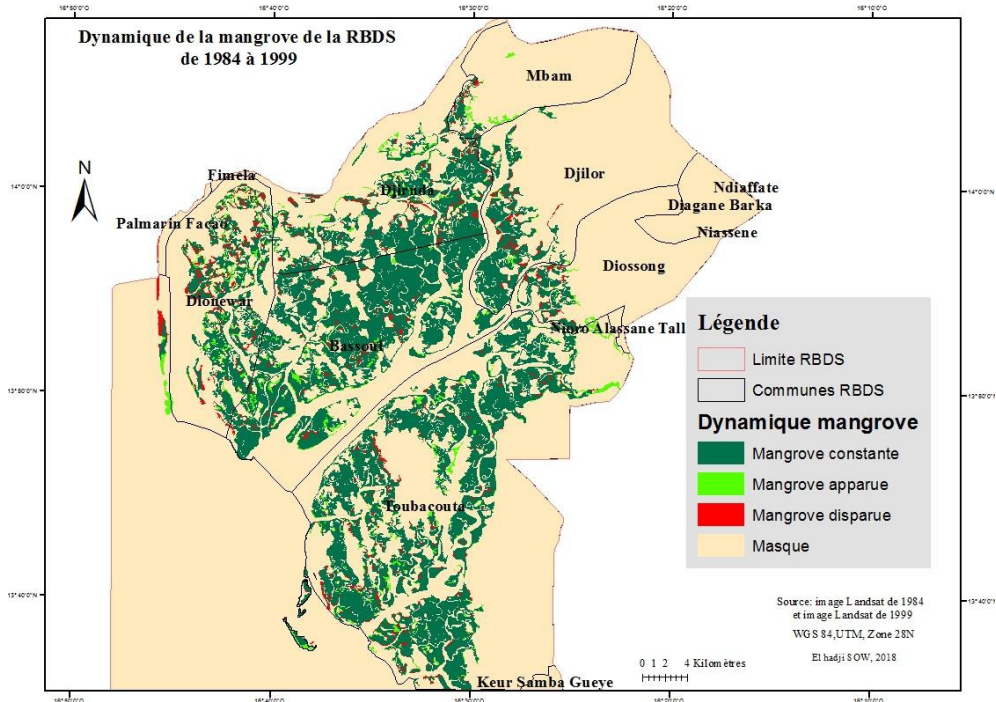


Figure 7 : Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1984 à 1999

Les résultats de la dynamique de la mangrove de la RBDS pour la période 1984-1999 se traduisent de la manière suivante :

- Une bonne régénération observée dans la partie Nord au niveau des communes de Djirnda et Mban et dans la partie Est de la RBDS précisément dans la commune de Diossong.

Cet écosystème s’est aussi régénéré dans la commune de Dionwar et dans la partie Sud de la flèche de Sangomar. La superficie de cette mangrove réapparue est égale à 3837,44 ha ;

- Une perte notée surtout à l’Est et au Nord du village de Djifère. Elle est aussi remarquée dans la partie ouest de la commune de Djilor. En outre, cette mangrove disparaît complètement au niveau de la zone de rupture de la flèche de Sangomar au Sud de Djifère. Cette superficie de mangrove disparue entre 1984 et 1999 s’élève à 3132,54 ha.

Par conséquent, contrairement à la période 1965-1984, celle de 1984-1999 est marquée par une dynamique à tendance progressive. Cette progression s’élève à 602,16 ha.

2.5.1. Calcul du taux d’évolution de la mangrove entre 1984 et 1999

$$((54135,86 \text{ ha} - 53533,70 \text{ ha}) / 53533,70 \text{ ha}) * 100 = 1,12\%$$

2.6. État de la mangrove de la RBDS en 2017

La représentation cartographique de l'état de la mangrove de la RBDS en 2017 fait l'objet de la figure 8.



Figure 8 : Etat de la mangrove de la RBDS en 2017

Du point de vue spatial, cette carte ne montre pas clairement une différence par rapport à celle de 1999. Cependant, cela ne va pas dire qu'il n'y a pas eu d'évolution de cet écosystème entre ces deux années. Seulement, elle ne peut s'observer qu'à partir d'une carte de la dynamique de cette formation végétale qui met en évidence toutes les poches ayant subi des modifications (figure 9). Du point de vue quantitatif, la mangrove de la RBDS couvre une superficie de 53691,69 ha.

2.7. Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1999 à 2017

Les différents types de modifications notés pendant la période 1999-2017 sont illustrés dans la figure 9.

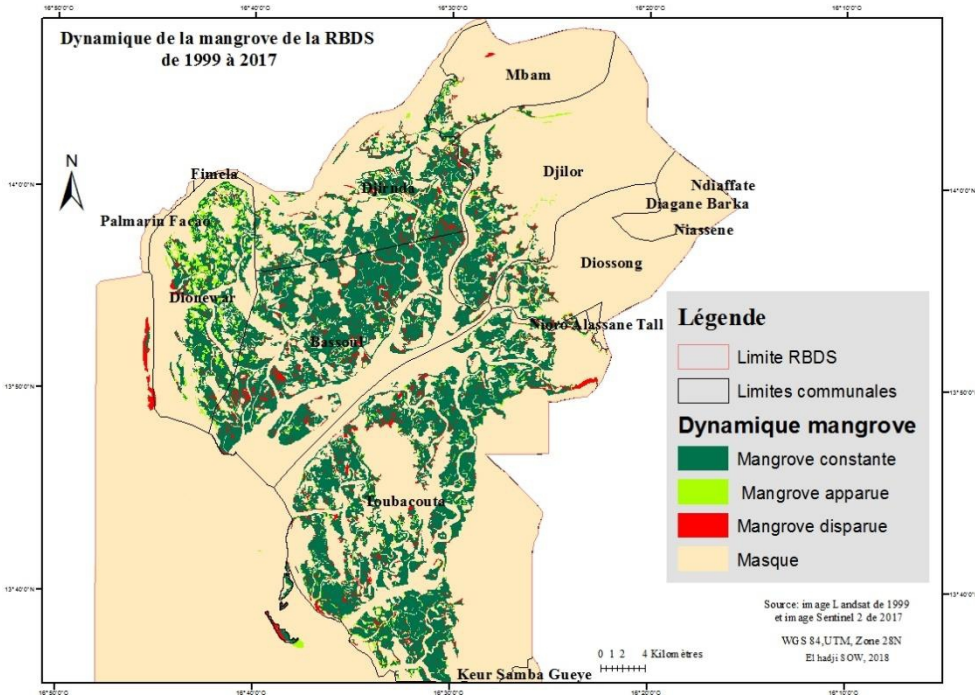


Figure 9 : dynamique de la mangrove de la RBDS de 1999 à 2017

La représentation cartographique de la dynamique de la mangrove de 1999 à 2017 permet de constater :

- Une apparition de la mangrove à l’Ouest de la RBDS précisément dans la commune de Dionwar, au Nord dans la commune de Djirnda, à l’Est dans la commune de Djilor et au Sud dans la commune de Toubacouta.
- Une disparition de la mangrove très remarquable au sud de la brèche de Sangomar, dans la commune de Bassoul et au Nord de la commune de Toubacouta. Cette disparition est aussi remarquable dans les parties Ouest des communes de Djilor et Diossong au niveau des parties amont des cours d’eau. En somme, contrairement à la période 1984-1999, celle de 1999-2017 est marquée par une tendance régressive de la mangrove comme ce fut le cas entre 1965-1984. Durant cette période, elle a connu donc une baisse de 444,17 ha.

2.7.1. Calcul du taux d’évolution de la mangrove entre 1999 et 2017

$$((53691,69 \text{ ha} - 54135,86 \text{ ha}) / 54135,86 \text{ ha}) * 100 = - 0,82 \%$$

Enfin, une étude de la dynamique de la mangrove prenant en compte la période allant de 1965 à 2017 a permis une représentation cartographique qui rend plus visible l’évolution de la mangrove pendant les 52 années étudiées (figure 10).

2.8. Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017

L'écosystème mangrove a subi de profondes mutations entre 1965 et 2017. Ces mutations se traduisent soit par une régénération de l'écosystème au niveau de certaines zones, soit par une disparition très remarquable (figure 10).

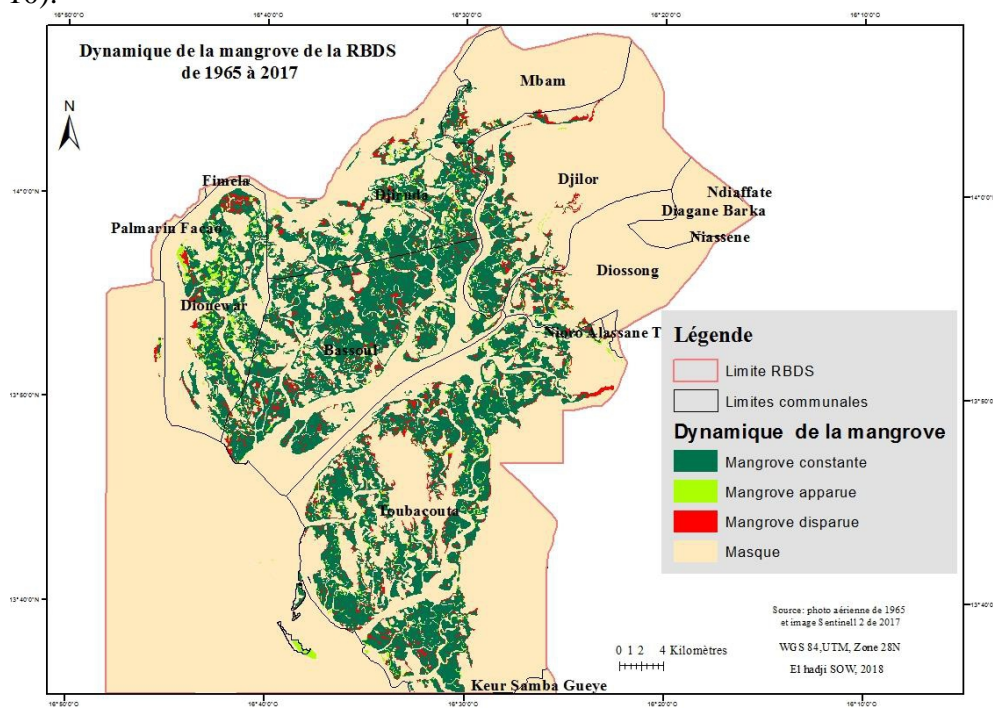


Figure 10 : dynamique de la mangrove de la RBDS entre 1965 et 2017

Ces changements se matérialisent spatialement par 03 cas de figures :

- Des zones de recolonisation de la mangrove plus remarquées au niveau de la commune de Dionwar, au Nord dans la commune de Djirnda et au Sud dans la commune de Toubacouta. La mangrove régénérée couvre 3823,79 ha ;
- Des zones de dégradation de la mangrove notée dans les communes de Mbam, Djilor et Diossong. Elle est aussi constatée au Nord de la commune de Toubacouta et au Nord de la commune de Dionwar. La commune de Bassoul subi aussi cette dégradation. C'est ce même phénomène qui est observé en face de la brèche de Sangomar (partie Ouest de la commune de Dionwar). La mangrove disparue fait état de 6084,98 ha ;
- Des zones où la mangrove reste constante et couvrant 49568,28 ha.

En substance, de 1965 à 2017, la mangrove de la RBDS est passée de 55831,03 ha à 53691,69 ha soit une baisse de 2139,34 ha qui équivaut en moyenne à une perte de 41 ha par an.

2.8.1. Calcul du taux d'évolution de la mangrove entre 1965 et 2017

$$((53691,69 \text{ ha} - 55831,03 \text{ ha}) / 55831,03 \text{ ha}) * 100 = - 3,83\%$$

Cette perte est au profit des tannes, des vasières nues et du cours d'eau. La figure 11 illustre l'évolution de la mangrove pendant la période étudiée.

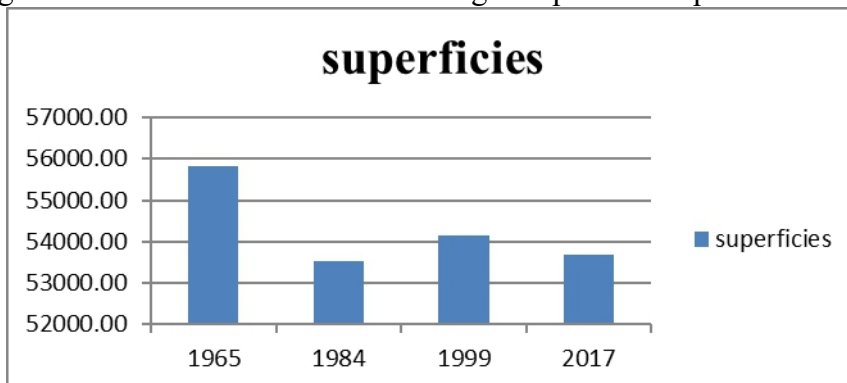


Figure 11 : évolution de la superficie de la mangrove de la RBDS entre 1965 et 2017

2.9. Variation de la pluviométrie pendant les différentes phases d'évolution de la mangrove

La figure 12 met en évidence la variation de la pluviométrie pendant les différentes phases d'évolution de la mangrove.

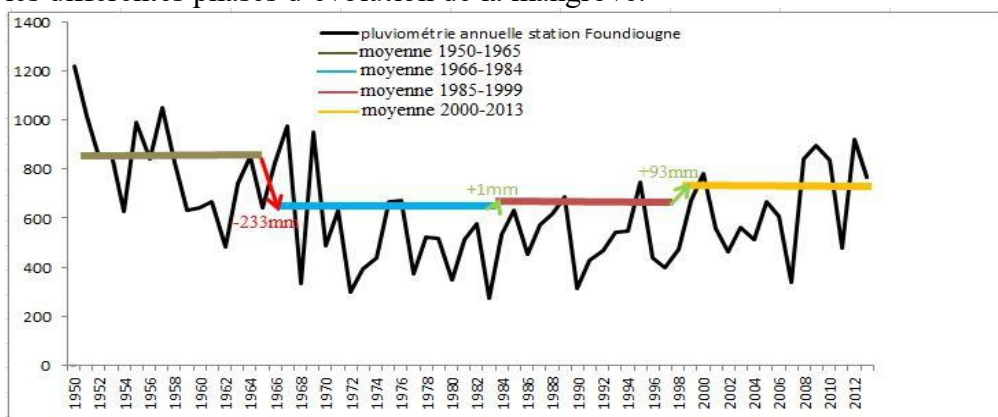


Figure 12 : variation de la moyenne pluviométrique pendant les différentes phases d'évolution de la mangrove

Les quatre périodes (1950-1965, 1965-1984, 1984-1999, 1999-2013) traduisent une variation remarquable de la pluviométrie. La période 1950-1965 est largement plus pluvieuse que celle 1965-1984 ; 233mm sépare ces deux périodes témoignant ainsi la sécheresse de la dernière. Cette moyenne de 1965-1984 est quasiment restée stable pour la période 1984-1999 avec une très légère hausse. Cependant, un retour de la pluviométrie est noté pendant la période 1999-2013 entraînant un écart de 93mm par rapport à la moyenne de la précédente (figure 12).

Si on compare ces périodes de variation de la pluviométrie aux différentes phases d'évolution de la mangrove, on constate que la période 1965-1984 qui constitue une période de régression de la mangrove correspond aussi à celle de déficit pluviométrique. Ce qui laisse penser une dynamique régressive de la mangrove qui serait liée en grande partie à celle de la baisse de la pluviométrie. Les résultats de la période 1984-1999 semblent confirmer cette liaison. En effet, pendant cette période où on note une légère hausse de la moyenne pluviométrique passant de 624mm à 625mm, la mangrove de la RBDS s'est aussi régénérée de l'ordre de 602 ha. Cependant, même si la pluviométrie reste déterminante sur l'évolution de cette mangrove, elle n'est pas le seul facteur qui conditionne son façonnement. Il faut noter que d'autres facteurs conditionnent aussi sur son état. Les résultats de l'état de cet écosystème pendant la période 1999-2017 sont assez illustratifs. Malgré le retour de la pluviométrie depuis les années 2000 dans la zone, on note une régression de la mangrove pendant cette période (figure 12).

3. Discussion

Au regard des résultats, on peut dire que la mangrove comme les autres formations végétales de la RBDS, est marquée par une dynamique à tendance régressive. Cette régression qui affaiblit ses fonctions écologiques et socioéconomiques est liée à plusieurs facteurs qui entre en jeux. Ces facteurs sont d'abord d'ordres naturels et parmi lesquels, figure la pluviométrie. La mangrove constitue une espèce végétale dont la croissance et le développement nécessite une quantité importante d'eau douce apportée par la pluie. Si on se réfère à la période 1965-1984, cette baisse de la mangrove pendant cette période coïncide aussi avec la sécheresse des années 1970 qui a fortement affecté les écosystèmes naturels. Cette dégradation s'illustre par un remplacement progressif des savanes boisées, des forêts claires et des forêts galeries par des savanes arbustives dans le Delta du Saloum, et une avancée progressive de la steppe à épineux dans la zone centre (PAS PNA, 2018). Elle se traduit en outre par un appauvrissement de la biodiversité, une modification de la structure et de la composition floristique. Dans la forêt de Fathala, cet appauvrissement s'observe par la présence d'une colonisation importante d'espèces du genre *Combretum* qui sont indicatrices d'un milieu appauvri. Concernant la mangrove, on assiste pendant cette période à une dégradation qui se traduit, par des peuplements de *Rhizophora mangle* qui présentent une dynamique régressive au nord à cause de la forte salinité, de l'intensité de l'évaporation (l'OCDE, 2008).

Ces résultats confirment donc ceux de Diop et *al*, 2015 selon qui, les années 1970-1980 sont marquées par un déficit pluviométrique ininterrompu qui a affecté la quasi-totalité du Sénégal et a entraîné une disparition des espèces végétales sensibles (mangrove, forêts galeries etc.). Durant cette

période, une augmentation considérable de la salinité a été notée. Elle était liée à un déficit d'apport d'eau douce due à une perturbation des régimes hydriques et de submersion, entraînant la réduction de l'écoulement d'eau douce et sa substitution par une submersion d'eau salée, la salinité des eaux et des nappes étaient les causes primitives de ces modifications. Dès lors, elle a entraîné une diminution des surfaces occupées par la mangrove pendant cette période surtout au profit des tannes. Ces résultats confirment par ailleurs, ceux de Niang, 2010 selon qui, les mangroves de l'estuaire du Saloum ont globalement connu une régression avec des taux d'occupation du sol de 20,58% en 1972 contre 17,04% en 2009. Cette étude montre aussi que la dégradation de ces mangroves est plus accentuée au Nord. Ces résultats corroborent aussi à ceux de Dieye et al, 2013 selon qui, le facteur déterminant de la dégradation de la mangrove dans la lagune de Zoal-Fadhiout et dans l'estuaire du Saloum semble être le déficit pluviométrique des années 1970 qui a favorisé l'augmentation de l'évaporation et de la salinité des eaux. Même si on a noté un retour de la pluviométrie pendant les années 90 et le début des années 2000, l'état de la mangrove de la RBDS reste toujours marqué actuellement par une dynamique régressive. Autrement dit, le retour timide de la pluviométrie noté depuis le début des années 2000 (Descroix, et al, 2015) pourrait changer la tendance en termes d'apport d'eau douce et de réduction de la salinité. Ce qui par conséquent devrait influencer la régénération de la mangrove du delta du Saloum même si ce n'est pas le cas si on se réfère aux résultats de l'état de la mangrove en 2017.

Dès lors, l'utilisation de la télédétection pour le suivi des zones humides et particulièrement de la mangrove, objet de cette contribution, s'harmonise avec les travaux de Ngamba (2010), d'Azzakhnini et al. (2010) et d'Asmar et Kafrawy (2013). Ces auteurs ont utilisés des outils de la télédétection et particulièrement des séries d'images de résolutions différentes et/ou l'indice de teneur en eau par différence normalisée (NDWI) et sa version modifiée (MNDWI) pour évaluer les changements spatio-temporels dans les lagunes côtières et les effets de la déforestation et de la dégradation des forêts d'Afrique.

C'est aussi le cas au Sénégal où les travaux de Bâ et al., (2017) qui se sont appuyés sur l'interprétation visuelle des photographies aériennes, des images satellitaires et des travaux de terrains ont permis d'évaluer la dynamique spatio-temporelle du bassin versant du Ferlo pour une période de 50 ans (1965-2015).

Conclusion

La dynamique d'une unité paysagère peut être décrite par des changements dans le temps, des indices qui décrivent la structure et la composition du paysage et enfin par la matrice de transition et de

l'identification des processus de transformation spatiale (Ngamba, 2010). La mangrove de la réserve de biosphère du delta du Saloum, objet de cette étude, est marquée par une dynamique régressive liée en grande partie à la baisse de la pluviométrie et ses effets connexes. A cela s'ajoute les facteurs anthropiques qui se traduisent par les coupes abusives du bois, les aménagements hydroagricoles et routiers, les mauvaises techniques d'exploitation des coquillages etc. Cependant, l'étude serait plus complète si nous disposions des photographies aériennes datant de 1950 afin de traiter la phase 1950-1965. Il serait aussi plus pertinent d'étudier le rapport entre la variation de la pluviométrie et l'évolution de la mangrove en tenant compte des projections climatiques. Seulement pour dire que la réflexion sur la dynamique de la mangrove mérite plus d'approfondissements. Elle fait l'objet d'une nouvelle problématique particulièrement celle liée à la dynamique de la mangrove dans le futur. Cette nouvelle problématique fera appel aux outils de la modélisation afin de voir son façonnement pendant les 50 prochaines années. Il sera question d'utiliser les modèles de suivi de la végétation et de les coupler aux modèles climatiques pour voir l'influence de chaque scénario climatique possible sur le comportement de la mangrove de la RBDS. Cette future approche va permettre d'étudier de manière plus explicite l'impact de la variation de la pluviométrie sur l'évolution de cette mangrove.

References:

1. Asmar H. E, Kafrawy S. E. 2013. *Surface area change detection of the burullus lagoon, north of the Nile delta, Egypt, using water indices: a remote sensing approach*. The Egyptian journal of remote sensing and space sciences, N°16, 1. 5 p.
2. Ba T., Akpo L. E., Diouf A. A. 2017. « Dynamique spatio-temporelle des écosystèmes du bassin versant du Ferlo (Nord-Sénégal) » Journal of Animal & Plant Sciences, 2017. Vol.33, Issue 1: 5255-5273.
3. Descroix, L., Diongue Niang, A., Panthou, G., Bodian, A., Sane, Y., Dacosta, H., ... Quantin, G. (2015). Évolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions: La sénégalie et le bassin du Niger moyen. *Climatologie*, 12, 25–43.
4. Dia I. M. M. 2003. *Elaboration et mise en œuvre d'un plan de gestion intégrée- La Réserve de biosphère du delta du Saloum, Sénégal*. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. xiv + 130 p.
5. Diaw A. T., 2003. « Importance de la flèche de Sangomar et des paysages de l'estuaire du Saloum dans le patrimoine naturel et culturel », in *Mélanges offerts en hommage au Pr. Cheikh Bâ, FLSH, UCAD, Dakar*, pp. 193-200.
6. Dieng D. S., 2007. *Effets des pressions physiques et anthropiques sur la mangrove de la communauté rurale d'Oukout en Basse Casamance*,

- mémoire de maîtrise à l'UFR des lettres et science humaine, section Géographie, UGB, 127 p.
7. Dieye E. B., 2007. *Les ensembles littoraux de la lagune de Zoal-Fadhiout et de l'estuaire du Saloum(Sénégal): approche méthodologique de la dynamique de la mangrove entre 1972 et 2005 par télédétection et système d'information géographique (SIG)*, thèse de Doctorat de troisième cycle, faculté des sciences et technique, département physique, UCAD, 262 p.
 8. Diop E. S., 1998. *Contribution à l'élaboration du plan de gestion intégrée de la Réserve de la Biosphère du Delta de Saloum (Sénégal)*, Dakar, UCAD-UNESCO-MAB, 86 p.
 9. Diop E. S., 1990. *La cote ouest-africaine du Saloum (Sénégal) à la Méllacoré (rep. De Guinée)*, thèse de Doctorat, ORSTOM, 366 p.
 10. FAO, 2009. *L'importance des forêts de mangrove pour la pêche, la faune sauvage et les ressources en eau en Afrique*, 151 p.
 11. Faye M. N. 2002. *Etude phénologique du genre Rhizophora et influences des facteurs édaphologiques (Ph et salinité) sur la végétation de la mangrove de l'estuaire du Saloum, Sénégal*. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, faculté des sciences et techniques.
 - Lu D. Mausel P. Brondízio E., Moran, E. 2003. Change détection techniques, International Journal of Remote Sensing, VOL. 25, NO. 12, 2365–2407, 43 p.
 12. Marius C. 1995. « *Effet de la sécheresse sur l'évolution des mangroves du Sénégal et de Gambie* », *Revue Sécheresse*, No.1, vol. 6: p 123-125.
 13. Marius C.1985. *Mangrove du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement*, ORSTOM édition, Paris-Bondy, 309 p.
 14. Nambona, R. M. D. 2007: *Contribution des reboisements de mangrove du delta du Saloum (Sénégal) à la séquestration de carbone atmosphérique: cas des villages de djirnda et sanghako*, DEA, science de l'environnement, 75 p.
 15. Ngamba J-f. M. 2010. *Evaluation par télédétection des effets de la déforestation et de la dégradation des forêts à Kisangani (Cas de la Région forestière de Masako)* DEA en aménagement durable des forêts congolaises, Université de kisangani faculté des sciences agronomiques Département des Eaux et Forêts, 63 p.
 16. Niang O., 2010. *Suivi par télédétection de l'érosion côtière et des écosystèmes de mangrove dans l'estuaire du Saloum (Sénégal)*, mémoire d'ingénierie de géologue de conception, 75 pages.

17. PAS-PNA, 2018. *États des lieux des connaissances scientifiques pour l'étude de la vulnérabilité actuelle des secteurs de l'agriculture, ressources en eau et zones côtières du delta du Saloum*, 74 p.
18. Salem M. C. C. 1992. *Gestion et évolution des espaces aquatiques : la Casamance*, Paris, Editions de l'ORSTOM, Collection ÉTUDES et THÈSES, 571p.
19. Sow F. N, 2005. Les fonctions de la mangrove dans la structuration et la biologie des peuplements de poissons de l'estuaire du sine-saloum, thèse de Doctorat du troisième cycle de biologie animale à la faculté des sciences et technique, UCAD, 148 p.