

# Impact de la variabilité pluviométrique sur la dynamique de la mangrove de la réserve de biosphère du delta du Saloum (Sénégal)

El hadji SOW<sup>1</sup>, Taibou BA<sup>2</sup>, Boubou Aldiouma SY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Léidi «dynamiques des territoires et développement», Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal, E-mails : [sowelbadj89@gmail.com](mailto:sowelbadj89@gmail.com) / [bouboualdiouma@yahoo.fr](mailto:bouboualdiouma@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Centre de Suivi Ecologique, Rue Léon Gontran Damas, BP 15532, Fann Résidence-Dakar, Sénégal, E-mail : [taibou@cse.sn](mailto:taibou@cse.sn).

Email Correspondant : [sowelbadj89@gmail.com](mailto:sowelbadj89@gmail.com)

**Mots clés :** mangrove, télédétection, milieux humides, delta du Saloum

**Key words:** Mangrove, Remote sensing, wetlands, Saloum delta

---

## 1 RESUME

La mangrove est à la base de multiples fonctions écologiques et socio-économiques dans le delta du Saloum (Sénégal). Dès lors, l'étude de l'impact de la variabilité pluviométrique sur l'évolution de cet écosystème mangrove fait l'objet de cette contribution. Pour cela, la télédétection, les SIG et la statistique constituent des outils efficaces pour étudier l'évolution des milieux humides. La démarche adoptée intègre le traitement des photographies aériennes, des images Satellitaires Landsat et Sentinel par la méthode de l'interprétation visuelle, des données pluviométriques et des travaux de terrain. Les résultats montrent une dynamique régressive de la mangrove pour la période 1965-1984 qui coïncide aussi à la période de la baisse de la pluviométrie. Pour celle de 1984-1999, la mangrove ainsi que la pluviométrie connaissent une situation inverse. Cependant, de 1999 à 2017, malgré le retour de la pluviométrie, la mangrove connaît une baisse significative. Cette baisse de la mangrove pendant cette période est liée à la salinisation et à l'ensablement des vasières due à l'intrusion marine depuis l'ouverture de la brèche de Sangomar. A cela s'ajoute la surexploitation du bois par les populations locales. Ces résultats aident mieux à comprendre les facteurs d'évolution de la mangrove afin d'orienter les politiques de sa conservation au bénéfice des populations du delta du Saloum.

## ABSTRACT

The mangrove is the basis of multiple ecological and socio-economic functions in the Saloum delta (Senegal). The study of the impact of the variability of the rainfall on the evolution of this ecosystem is the subject of this contribution. For this, the remote sensing, GIS and the statistics are effective tools to study the evolution of the wetlands. The approach adopted integrates the treatment of aerial photographs, satellite images Landsat and Sentinel by the visual interpretation method, a rainfall data and field work. The results show a regressive dynamic of the Mangrove for the period 1965-84, which also coincides with the period of the decline in rainfall. For the 1984-1999, the Mangrove as well that the rainfall are experiencing a reverse situation. However, from 1999 to 2017, despite the return of the rainfall, the Mangrove is marked by a significant decline. This decline of the mangrove during this period is related to the salinization and sanding of mudflats caused by the marine intrusion since the opening of the Sangomar breach. Added to this, is the

**overexploitation of wood by the local population. Thus, these results help to better understand the factors of dynamical of mangrove in order to guide the policies of its conservation for the benefit of the people of the Saloum Delta.**

## 2 INTRODUCTION

Dans un contexte de changements climatiques, la gestion des écosystèmes de mangroves est devenue une question préoccupant les acteurs des littoraux ouest-africains en général et du Sénégal en particulier. Elle constitue une barrière protectrice contre les tempêtes et l'érosion côtière et un lieu de refuge à de nombreuses espèces menacées (Marius, 1985). En outre, elle offre d'importantes sources de revenus et de moyens de subsistance aux communautés et est à la base de toutes les activités économiques. Ce 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 écologiques et économiques, les superficies de mangrove ne cessent de décroître en Afrique sous l'action, combinée de facteurs naturels et anthropiques. Le Sénégal qui se trouve sur la franche occidentale de l'Afrique de l'Ouest n'échappe pas à ce phénomène. Ce pays couvre 200 000 ha de mangrove dont 30% dans la réserve de biosphère du delta du Saloum (ADG, 2011). La RBDS, objet de cette étude, 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 (Figure 1). Elle s'étend sur une surface de 234 000 ha. Il 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. Le Saloum qui fonctionne en estuaire inverse (Pritchard, 1967), est un véritable bras de mer (Marius, 1979) 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). Cet écosystème de mangrove joue un rôle socioéconomique et écologique majeur pour la région naturelle du Sine Saloum. Toutefois, un état de dégradation continue de cette mangrove est constaté malgré les politiques de sa restauration amorcées depuis ces dernières d'années. Pourtant, de nombreuses études ont été menées intégralement ou partiellement sur la mangrove de la RBDS et abordant des thématiques différentes comme la morphopédologie de mangrove (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). En outre, si la plupart de ces auteurs ont procédé par des travaux de terrains, certains les ont couplés à des traitements d'images satellitaires afin d'étudier les changements spatiotemporels de cet écosystème. Cependant, ces études ont manqué d'utiliser les nouveaux outils permettant des traitements fins de la dynamique de l'occupation du sol (images de très haute résolution) et n'ont pas couvert un intervalle de temps assez large et intégrant la période précédant la sécheresse des années 1970. En plus, même si certains ont confirmé que la variation de la pluviométrie influence sur celle de la mangrove, rares sont les études ayant utilisé des outils de traitements statistiques permettant de détecter des tendances pluviométriques (anomalies, ruptures etc.) pour de longues séries chronologiques et de les corrélés à cette dynamique. En outre, ces études méritent d'être actualisées surtout dans ce contexte de changement climatique dont les effets sont trop ressentis au niveau des zones côtières. C'est ainsi que cette contribution comble ces lacunes par un couplage des outils

de la télédétection, de la statistique et du système d'information géographique (SIG) pour étudier l'impact de la variation

pluviométrique sur l'évolution de la mangrove de la RBDS.

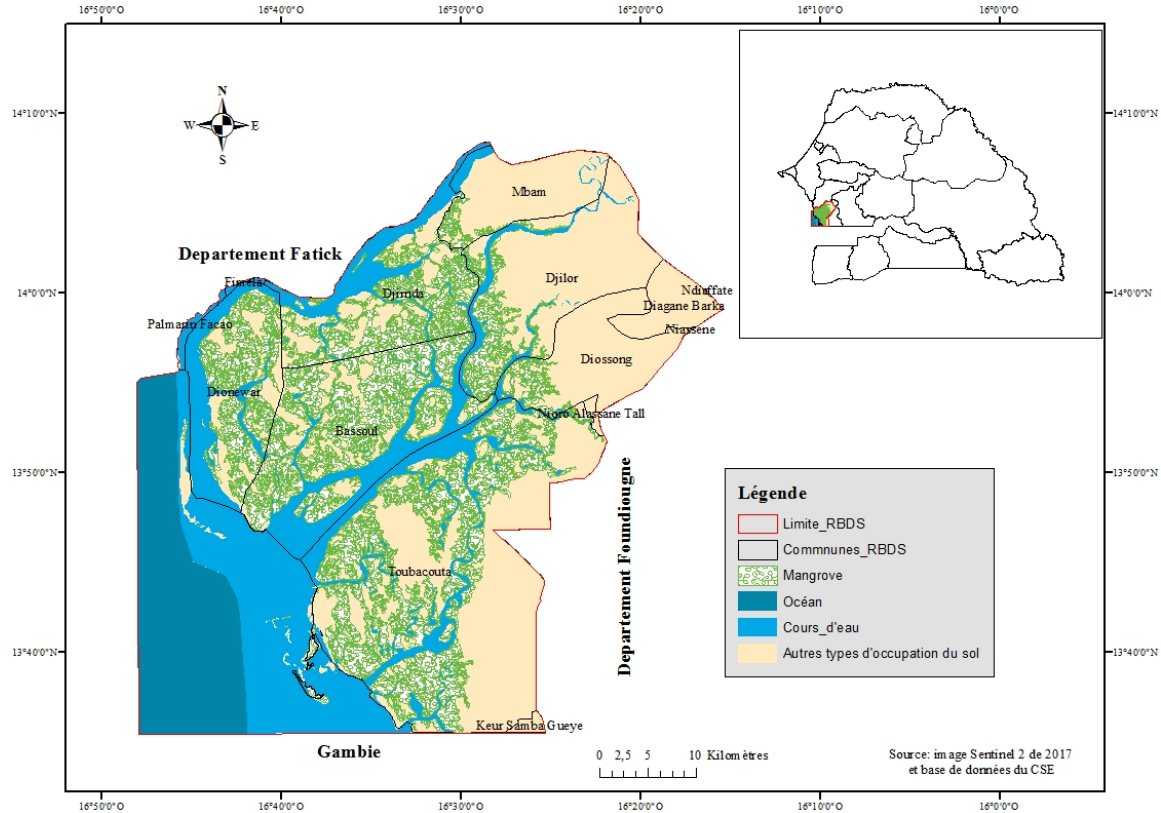


Figure 1 : carte de localisation de la réserve de biosphère du delta du Saloum (RBDS)

### 3 DONNEES ET METHODES

#### 3.1 Données

**3.1.1 Données pluviométriques :** Les données pluviométriques sont celles des stations de Fatick et Foundiougne et sont recueillies au niveau de la base de données de l'ANACIM à Dakar. Les séries chronologiques ne souffrent d'aucune lacune. Les chroniques de pluies annuelles couvrent la période 1950-2013. Le choix de cette série pluviométrique tient surtout à un souci d'analyse aussi

pertinente que possible parce que tenant compte d'une période avant et après le début de la sécheresse.

**3.1.2. Données cartographiques :** La photo aérienne de 1965, les images Landsat 5 de 1984, Landsat 7 de 1999, Sentinel 2 de 2017 et les données topographiques constituent les différentes données utilisées pour les cartographies d'occupation du sol, de l'état et de la dynamique de la mangrove (tableau 1).

Tableau 1 : les données cartographiques utilisées

Types de données	résolution	Sources	Projection	Date
Photo aérienne	5 m	CORONA (USGC)	UTM WGS 84	1965
Image Landsat 5	30 m	Landsat ETM+	UTM WGS 84	1984
Image Landsat 7	30 m	Landsat ETM+	UTM WGS 84	1999
Image Sentinel 2	10 m	Sentinel 2	UTM WGS 84	2017
Données topographiques	1/200.000	CSE/IGN France	UTM WGS 84	2007

### 3.2. Méthodes

**3.2.1 Détection de rupture dans les séries de pluies : le test de BUISHAND :** Ce test statistique est défini à partir du maximum de la somme cumulée des écarts à la moyenne et à la médiane (Buishand, 1982). Il fait référence au modèle simple qui suppose un changement de la moyenne dans la série. Pour tout changement de moyenne survenant au milieu de la série, la statistique  $U$  du test s'avère performante. Buishand démontre par ailleurs que la série  $Sk/O'$  suit une loi normale de moyenne nulle et de variance  $K(n-k) O'^2/n$  (sous l'hypothèse de stationnarité). Le test est basé sur des hypothèses : une hypothèse nulle (notée  $H_0$ ) et une hypothèse alternative ( $H_1$ ). A cet effet, quand l'hypothèse nulle est rejetée, cela veut dire qu'il existe une rupture dans la série chronologique avec un certain degré de confiance. Quand  $H_0$  est accepté, il y a absence de rupture dans la série. L'hypothèse alternative ( $H_1$ ) est celle qui doit être considérée quand  $H_0$  est rejetée. Il permet donc de déterminer le niveau de variation qui peut être positive ou négative. Le test a été appliqué sur les hauteurs annuelles de pluies à partir du logiciel *Kronostat* (1.01).

**3.2.2. Détection des anomalies et des excédents pluviométriques : l'indice de LAMB :** Pour mettre en évidence la sécheresse pluviométrique, nous avons effectué une détection de la persistance des années sèches et humides grâce à l'indice de pluviométrie normalisé de LAMB, (l'écart à la moyenne normalisé par l'écart type) qui s'exprime par la formule :

$$IP = \frac{Xi - Xm}{\delta}$$

Avec : IP = Indice pluviométrique ;  $X_i$  (mm) = pluviométrie annuelle pour une station pendant une année  $i$  ;  $X_m$  (mm) = Moyenne annuelle de la pluviométrie à la station pendant la période d'étude et  $\delta$  = Ecart-type de la pluviométrie de cette période. L'indice de LAMB est appliqué sur les hauteurs annuelles de pluies.

**3.2.3 Détection des changements de l'occupation du sol de la RBDS :** La

détection des changements entre 1965 et 2017 repose sur un croisement des deux cartes des dates extrêmes (1965 et 2017) qui a permis de spatialiser ce changement et une matrice de transition permettant de le quantifier. La couche résultante fournit pour chaque année, la classe la plus ancienne et la classe la plus récente. La matrice de transition indique pour chaque classe, la superficie de l'année la plus ancienne qui est restée dans la même classe ou qui est passée dans une autre classe. Par ailleurs, rappelons que la matrice de transition correspond à une matrice carrée décrivant de manière condensée, les changements d'état d'un système pendant une période donnée (Schlaepfer, 2000 in Ba *et al*, 2017). Les colonnes de la matrice représentent la superficie de chaque classe de l'année la plus récente alors que les lignes représentent celle de l'année antérieure. Cette matrice de transition entre deux états ( $t_0$  et  $t_1$ ) est obtenue à partir des valeurs données par le logiciel *Arc Gis 10.2* et traitées dans *Excel*. Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale  $i$  à une classe finale  $j$  pendant la période allant de  $t_0$  à  $t_1$ . Les valeurs des colonnes et des lignes représentent des proportions des aires occupées par chaque classe d'occupation du sol au temps correspondant :

- les cellules  $a(i, i)$  de la diagonale correspondent à la superficie des zones qui sont restés à l'état initial entre les dates  $t_0$  et  $t_1$  ;
- la case  $a(i, j)$  de la matrice représente la superficie d'une classe  $i$  d'occupation du sol au  $t_0$ , convertie à une catégorie  $j$  au  $t_1$ . Les changements se font donc de la ligne  $i$  vers la colonne  $j$ .

Dès lors, Trois cas sont possibles :

- **zones sans changements** se rapportent à l'ensemble des classes qui sont restées dans la même classe entre les deux dates de l'étude, c'est-à-dire n'ayant été affectées ni par les modifications, ni par les conversions ;
- **modification** quand le mode d'occupation de l'espace a changé d'une classe à l'autre, mais en restant dans la même catégorie (exemple : savane arborée qui devient savane arbustive) ;



- **conversion** quand le mode d'occupation de l'espace d'une classe est passée à une autre classe dans une catégorie différente (exemple : mangrove qui devient tanne).

**3.2.4 Détection des changements de la mangrove de la RBDS :** A partir de la carte de changements de l'occupation du sol de 1965 à 2017, une extraction de la couche mangrove a été opérée à partir du logiciel *arc Gis 10.2*. Cette commande met en évidence les portions occupées par la mangrove en 1965 et celles en 2017. Ce qui a permis de ressortir trois cas de figures et de les spatialiser de la sorte :

- les autres classes d'occupation du sol converties en mangrove connu sous le nom de mangrove apparue ;
- la mangrove devenue autres classes d'occupation du sol et dite mangrove disparue et
- la mangrove qui n'est ni convertie ni modifiée et appelée mangrove constante.

## 4 RESULTATS

### 4.1 Les variations pluviométriques

**4.1.1 Le test de rupture de Buishand :** Les résultats du test de Buishand sont présentés sous forme d'ellipse. L'allure de la variable SK de l'ellipse montre une non stationnarité des séries pluviométriques des stations de Fatick et Foundiougne. Avec le test de Buishand, l'hypothèse nulle (absence de rupture) est rejetée au seuil de confiance de 99, 95 et 90 % et l'année de rupture est 1967. Ainsi, l'analyse des figures permet d'identifier trois périodes dans la série chronologique. Pour la station de Fatick la pluviométrie annuelle montre une tendance à la hausse de 1950 à 1966 et dès 1967 (année de rupture), les pluies commencent à suivre une allure décroissante jusqu'aux années 2000. Et une légère reprise pluviométrique est notée à partir de 2006

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  $a(i_1, i_1)$  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 traitements ont permis de quantifier les superficies de la mangrove disparue, de la mangrove apparue et de la mangrove constante 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 2017 et 1965, le taux d'évolution T, est donnée par la formule suivante :  $T = (VA - VD) / VD * 100$

(figure 2). Toutefois, contrairement à la station de Fatick, la reprise pluviométrique est beaucoup plus précoce au niveau de la station de Foundiougne où depuis la fin des années 1990 la pluviométrie semble revenir à la normale (figure 3). L'ensemble de ces résultats indique donc, un changement de moyenne dans la série pluviométrique des stations étudiées et une tendance générale à la baisse de la pluviométrie depuis la fin des années 1960 et le début des années 1970. Ils viennent compléter les observations du programme ICCARE de l'IRD (Servat *et al.*, 1999), les résultats de Bodian (2014) et de Sow et Gaye (2016) qui situent la plupart des ruptures pluviométriques entre la fin de la décennie 1960 et le début de la décennie 1970 au Sénégal.

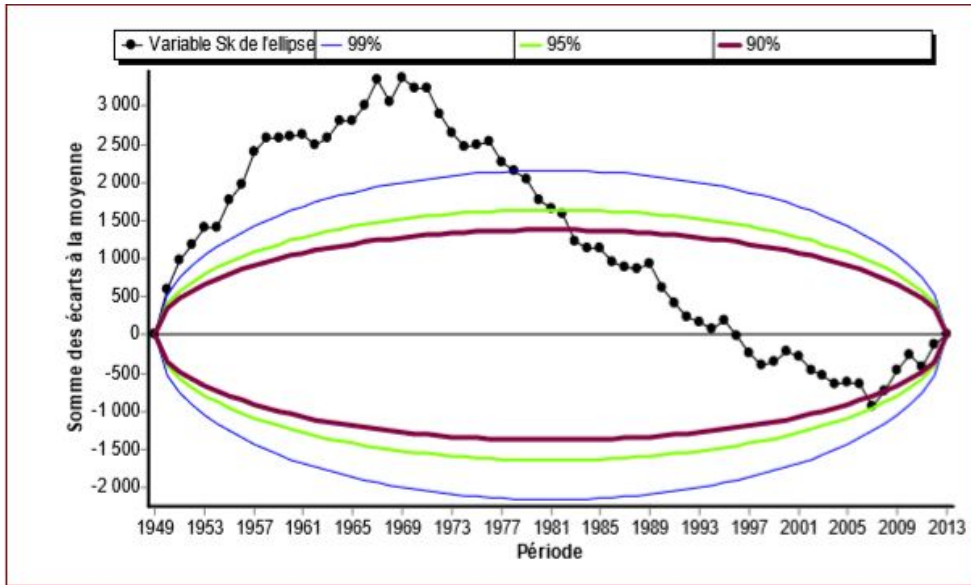


Figure 2 : Ellipse de Bois des series pluies annuelles de la station de Fatick

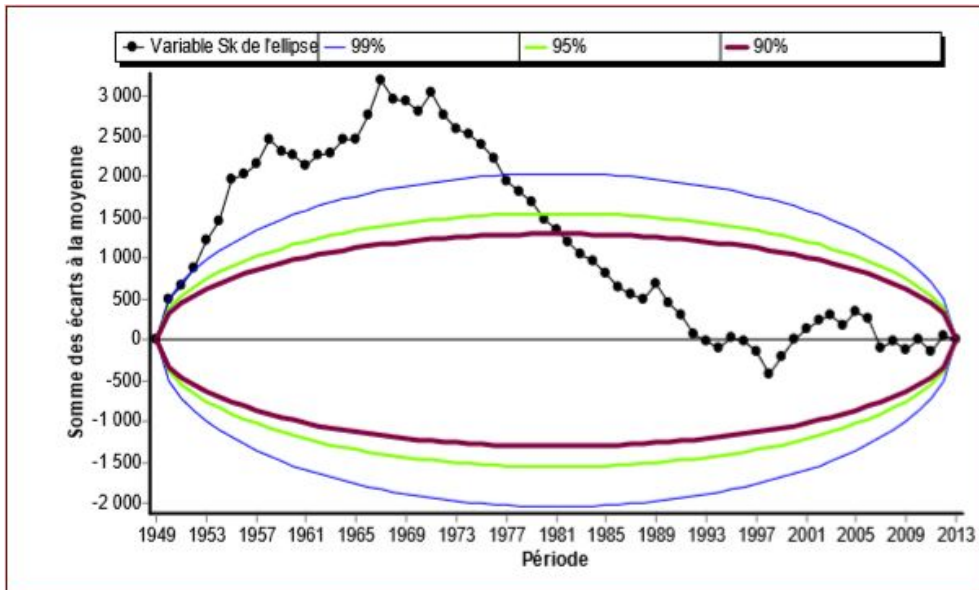
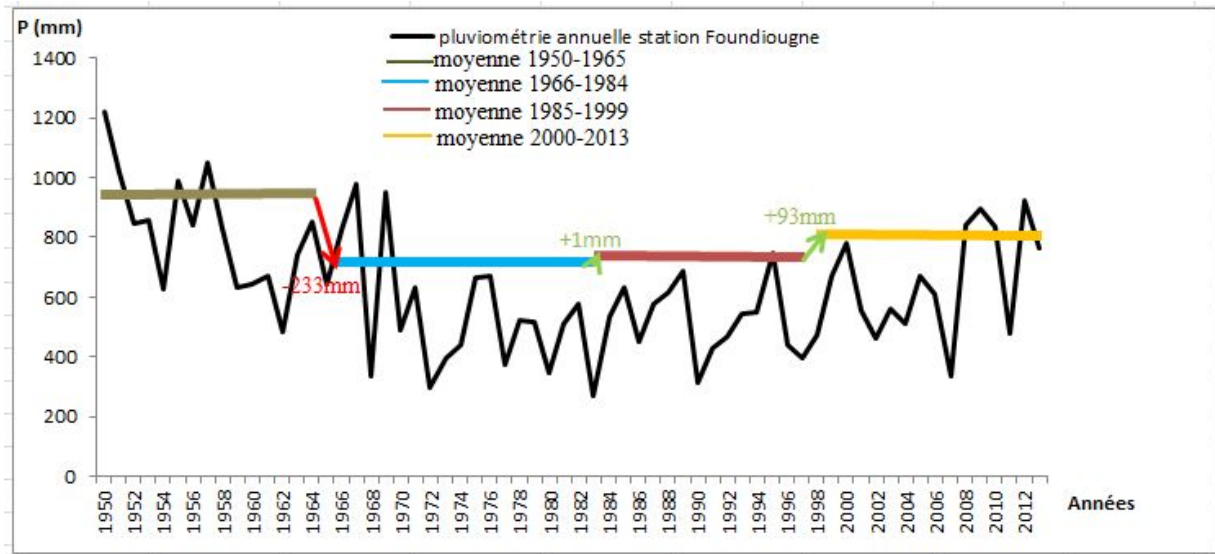


Figure 3 : Ellipse de Bois des series pluies annuelles de la station de Foundiougne

Si on se réfère aux quatre périodes (1950-1965, 1965-1984, 1984-1999, 1999-2013), on constate l'ampleur de cette variation pluviométrique. La période 1950-1965 est largement plus pluvieuse que celle 1965-1984 ; 233mm sépare ces deux périodes pour la station de Foundiougne ; zone où se trouve cette mangrove étudiée. 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 4).

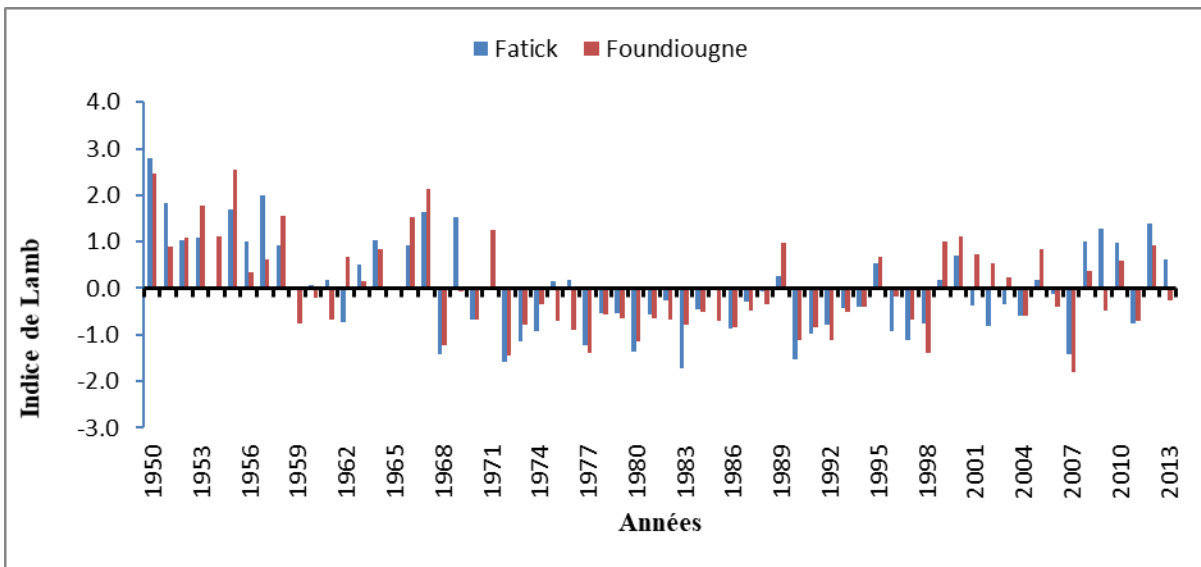


**Figure 4:** variation de la moyenne pluviométrique pendant les différentes phases d'évolution de la mangrove dans la zone de Fondiougne

Des lors, la mise en évidence de la sécheresse permettra de comprendre la persistance des anomalies pluviométriques.

**4.1.2 La variabilité interannuelle de la pluviométrie de la zone :** L'indice de LAMB a

permis de détecter les années sèches et humides et donc d'apprécier la variabilité interannuelle des précipitations dans la zone de Fatick et Fondiougne (figure 5).



**Figure 5 :** évolution des indices de LAMB de 1950 à 2013 au niveau des stations de Fatick et Fondiougne

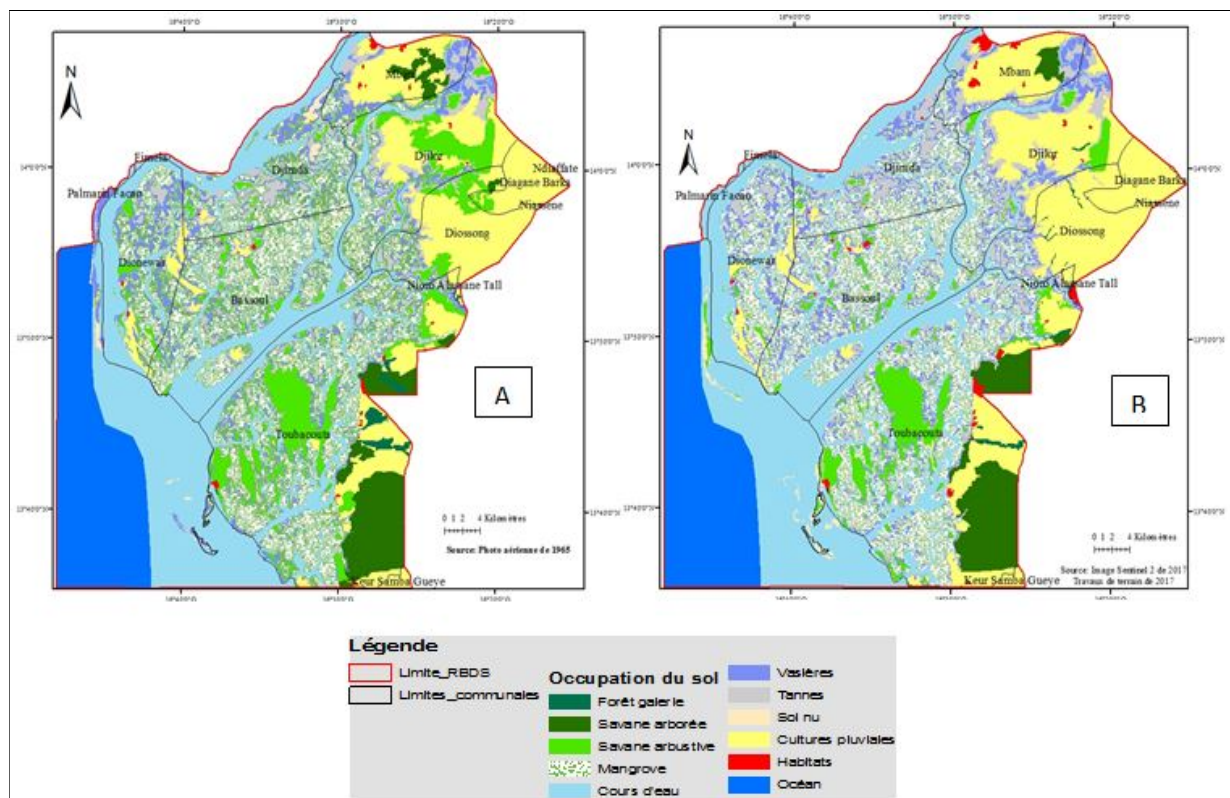
La pluviométrie de ces zones reste marquée par une forte variabilité qui se traduit par une succession d'années humides et d'années sèches. La période 1950-1967 apparaît comme humide. Pendant ces 18 années, seule l'année

1962 est déficitaire pour la station de Fatick et seules les années 1959, 1960 et 1961 sont déficitaires pour la station de Fondiougne. Toutefois, à partir du début des années 1970 jusqu'aux années 1999, la zone plonge dans une

longue série de déficit pluviométrique avec cependant quelques années extensives. C'est le cas de l'année 1971 pour les deux stations ; 1975, 1976 et 1985 pour la station de Fatick ; 1989 et 1995 pour les deux stations. A partir des années 2000, la pluviométrie semble revenir à la normale même si on note des anomalies pour quelques années. Les années sèches sont 2004, 2006, 2007 et 2011 pour les deux stations (Fatick et Foudiougne) ; les années 2001, 2002 et 2003 pour la station de Fatick et les années 2009 et 2013 pour la station de Foundiougne. Ces trois périodes (1950-1967, 1968-1999, 2000-2013) détectées confirment les résultats du test de Buishand. Au total, 32 années humides et 32 années sèches sont notées au

niveau de la station de Fatick. L'année la plus humide à la station de Fatick est l'an 1950 avec un indice de 2,8 et l'année la plus aride est l'an 1983 avec un indice de -1,7. Pour la station de Foundiougne, 27 années humides et 37 années arides ont été identifiées. Les deux années les plus humides sont 1950 et 1955 avec des indices de 2,5 et l'année la plus aride est l'an 1972 avec un indice de -1,5. Ces variations pluviométriques ont des impacts sur l'occupation du sol de la RBDS et en particulier sur la mangrove.

**4.1.3 Etat de l'occupation du sol de la RBDS en 1965 et 2017 :** Les cartes d'occupation du sol de la RBDS de 1965 à 2017 sont présentées dans la figure 6.



**Figure 6 :** occupation du sol de la RBDS en 1965 (A) et 2017(B)

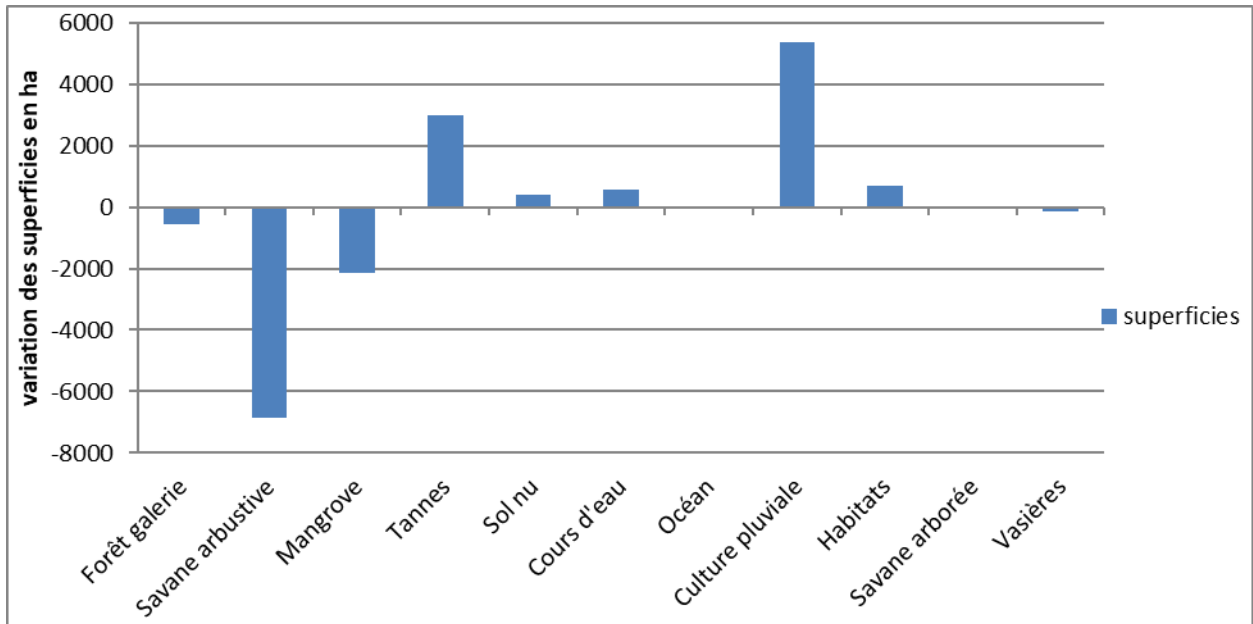
**4.1.4 Dynamique de l'occupation du sol de la RBDS de 1965 à 2017:** Cette dynamique est marquée durant ces 52 dernières années (de 1965 à 2017), par des changements qui touchent toutes les unités d'occupation du sol. Dans la végétation naturelle, toutes les classes

se sont régressées. Cette régression touche plus la savane arbustive qui perd 6850 ha, 559 ha pour la forêt galerie, 12 ha de savane arborée, et 2139 ha de mangrove. S'agissant des zones nues, seules les vasières ont connu une régression de 124 ha. En revanche, les sols nus



et les tannes ont tous connu des progressions respectives de 391 et 2971 ha. Cette progression touche aussi les cultures pluviales qui avancent de 5382 ha, la surface en eau qui déborde de 546 ha et les zones d'habitation qui

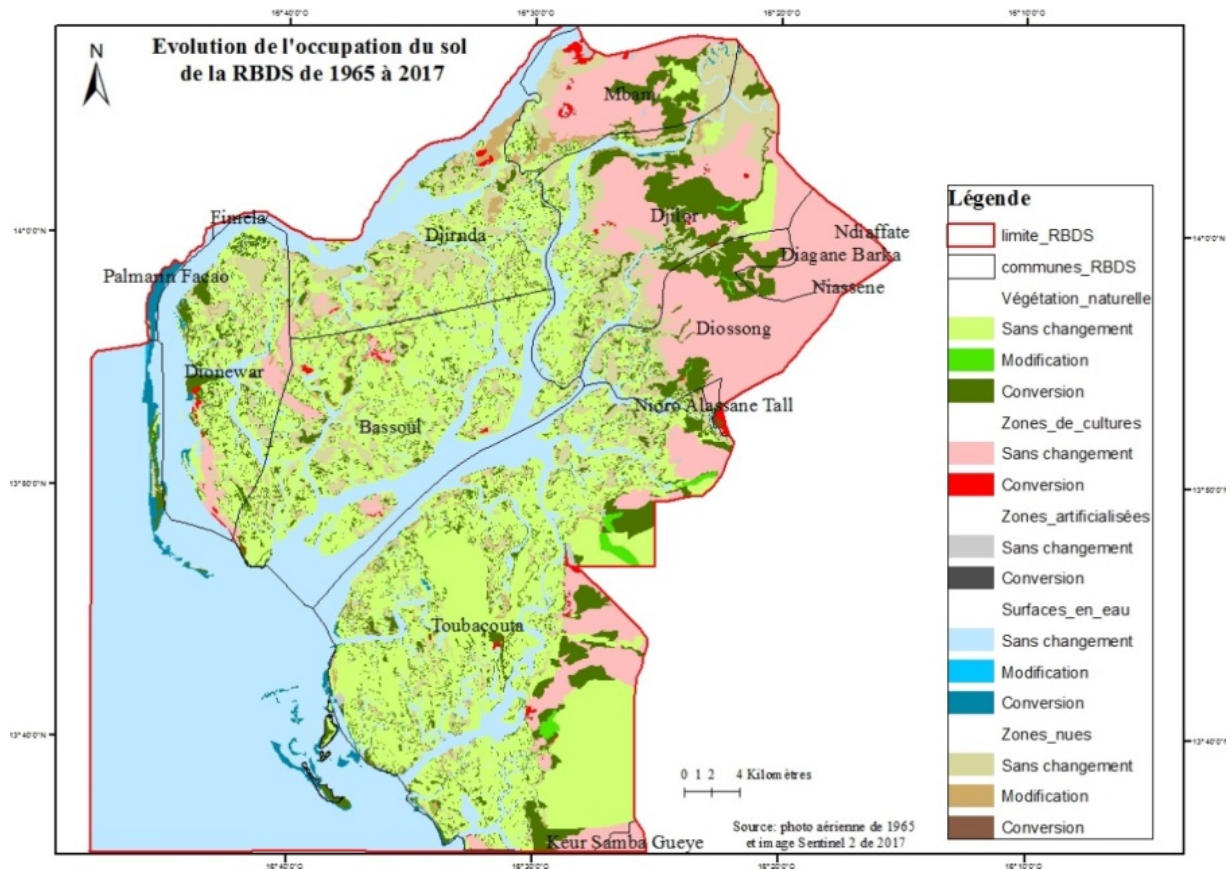
s'élargissent de 686 ha pendant cette période 1965-2017 (figure 7). Il faut néanmoins noter que 87,99% (206184,68 ha) de l'occupation du sol n'a pas subi de changement.



**Figure 7:** évolution des superficies d'occupation du sol de la RBDS entre 1965 à 2017

Cette dynamique est matérialisée par une carte mettant en évidence les zones sans changement,

de modification et de conversion pendant la période 1965 2017 (figure 8).



**Figure 8:** carte de la dynamique de l'occupation du sol de la RBDS de 1965 à 2017

Cette dynamique de l'occupation du sol est, en grande partie, liée aux variations de la pluviométrie et ses phénomènes connexes comme l'augmentation de la température et de la salinité. Dès lors, l'analyse de la liaison entre la variation de la pluviométrie et la dynamique de l'occupation du sol de la RBDS est plus accentuée en rapport avec la mangrove qui fait l'objet de cette étude.

**4.1.5 Dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017:** L'évolution de la mangrove n'est pas très remarquable du point de vue spatial si on se réfère aux différentes cartes d'états. Toutefois, cela n'exclut pas son état de changement durant cette période. Seulement, ce phénomène ne peut s'observer qu'à partir des cartes de changement qui mettent en évidence toutes les poches ayant subi des conversions (figures 11, 12 et 13).

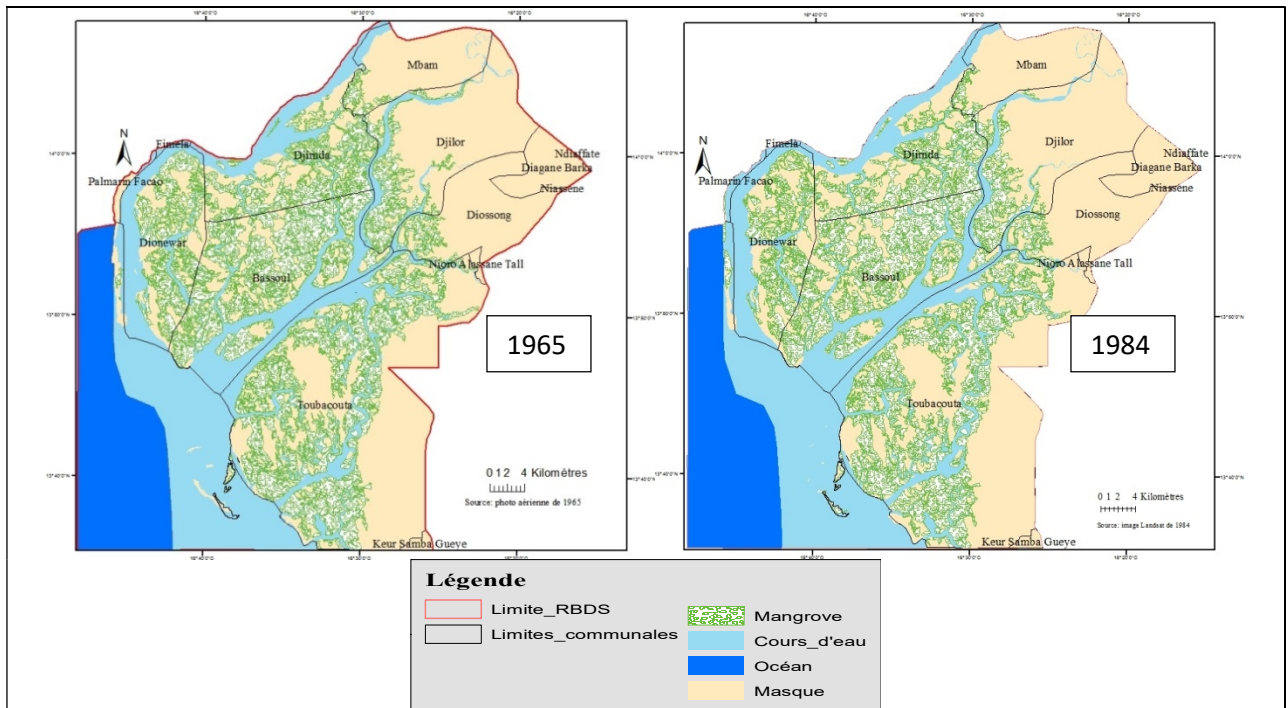


Figure 9: carte de l'état de la mangrove de la RBDS en 1965 et 1984

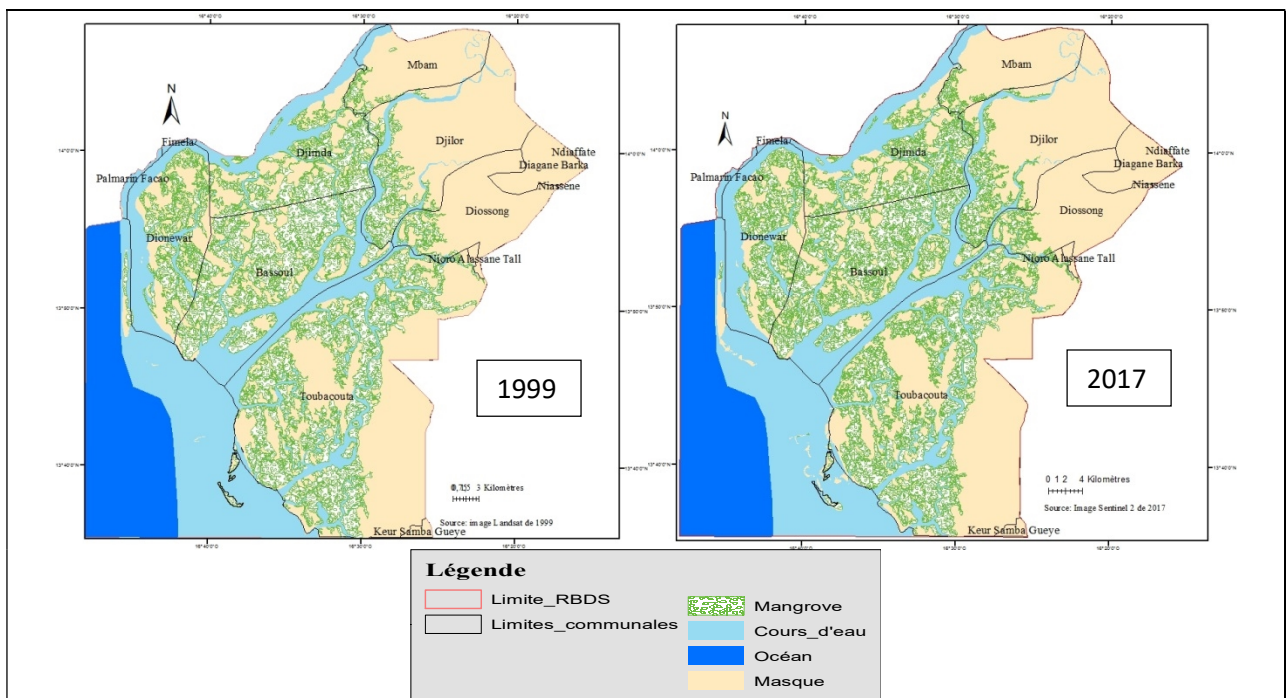


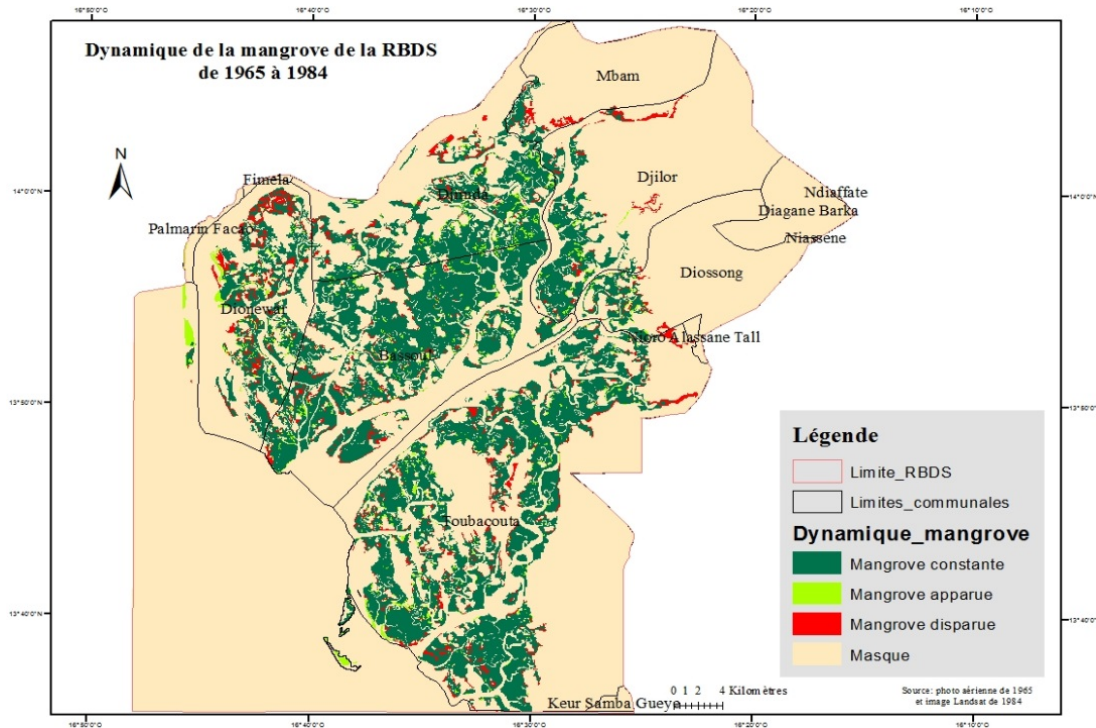
Figure 10: carte de l'état de la mangrove de la RBDS en 1999 et 2017

Pour la période de 1965 à 1984, une disparition de la mangrove est plus notée au niveau des parties périphériques de la RBDS (au niveau des zones de transition entre la partie insulaire et la partie continentale) précisément dans les parties

Nord, Est et Nord-ouest. Contrairement, dans certaines zones, on note une régénération, c'est le cas de la commune de Dionewar, de la partie Ouest et Nord-ouest de la commune de Toubacouta, au Nord de la commune de

Bassoul (figure 11). Mais, cette superficie de mangrove apparue est inférieure à celle disparue, elle est donc marquée par une dynamique régressive. En 1965, sa surface

totale qui était de 55831,03 ha passe à 53533,70 ha en 1984; ce qui fait une baisse de 2297,33 ha de sa superficie soit 0,98 % en 19 ans.



**Figure 11** : carte de la dynamique de la mangrove de la RBDS de 1965 à 1984

Cette période de régression de la mangrove correspond aussi à celle de déficit pluviométrique qu'atteste aussi bien le test de Buishand que le test de l'indice de Lamb. 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 (station de Foundiougne), la mangrove de la RBDS s'est aussi légèrement régénérée de l'ordre de 602 ha. La superficie apparue est supérieure à celle disparue (figure 12). Cette relation entre la mangrove et la pluviométrie est due au fait que cet écosystème vit au niveau des

zones intertidales où il bénéficie du balancement des marées et de l'eau douce qui permet de diluer la salinité de l'eau de mer favorisant ainsi son développement. Dès lors, le déficit pluviométrique entraîne un déficit d'alimentation en eau douce entraînant par conséquent une sur salinité de ces zones de mangrove. Selon Marius (1985), les perturbations des régimes hydriques et de submersion notées pendant les années 1970, la réduction de l'écoulement d'eau douce et sa substitution par une submersion d'eau salée, a rendu défavorable le développement de la mangrove qui se dégradait alors et laissant en place des tannes nues. La situation s'est renversée pendant la fin des années 1990 et se traduit par une régression des tannes.



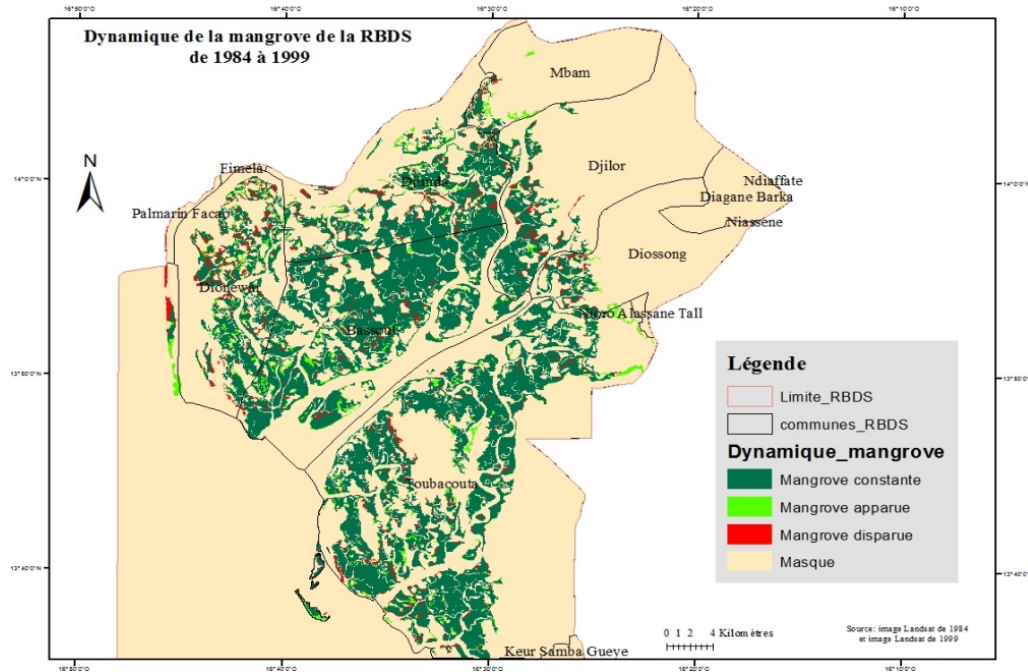


Figure 12 : carte de la dynamique de la mangrove de la RBDS de 1984 à 1999

Malgré le retour de la pluviométrie depuis les années 2000 dans la zone, on note une régression de la mangrove pour cette période

(figure 13). De 54135,86 ha en 1999, elle passe à 53691,69 ha en 2017 soit une réduction de 444 ha.

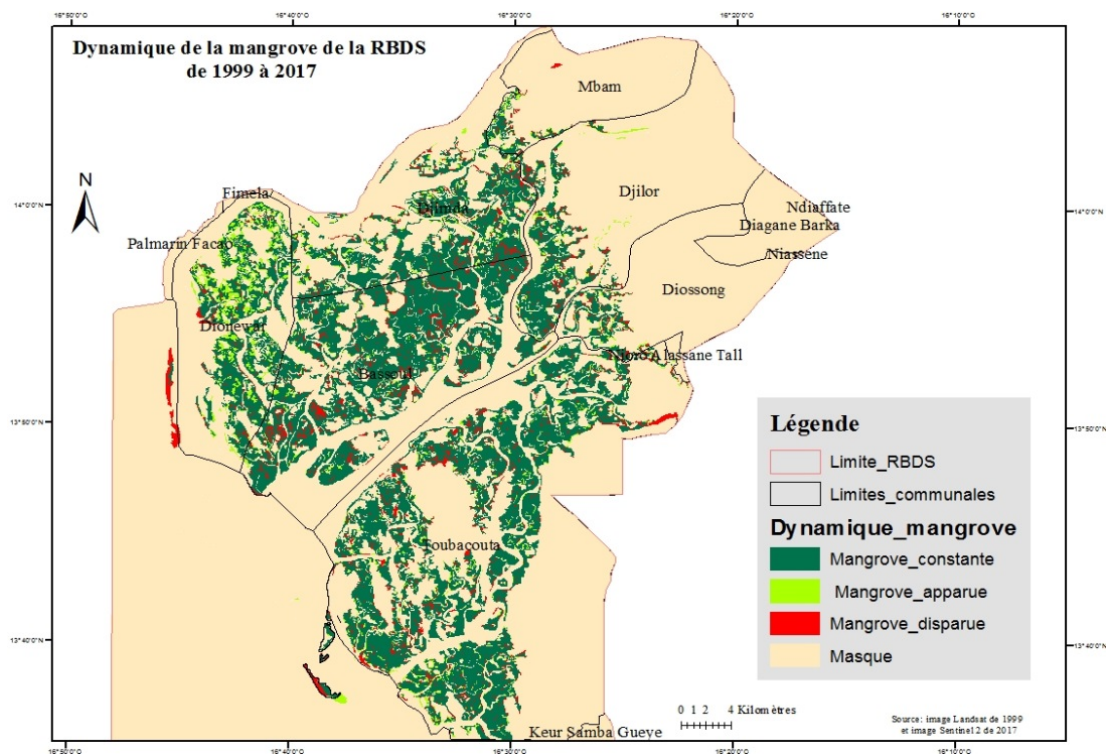
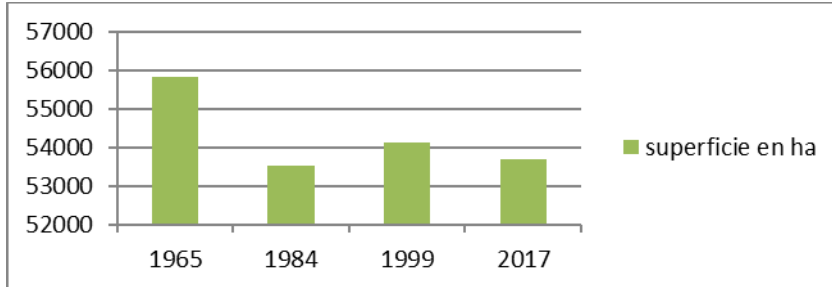


Figure 13 : dynamique de la mangrove de la RBDS de 1999 à 2017

**4.1.6 Calcul du taux d'évolution de la mangrove entre 1965 et 2017:**  $((53691,69 \text{ ha} - 55831,03 \text{ ha}) / 55831,03 \text{ ha}) * 100 = - 3,83\%$ . La

figure qui suit illustre l'évolution de la superficie de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017.



**Figure 14 :** Evolution de la superficie de la mangrove de la RBDS de 1965 à 2017

Dès lors, notons que, même si la pluviométrie reste déterminante sur l'évolution de cette mangrove, d'autres facteurs influent aussi sur son état. Les résultats de l'état de cet écosystème pendant la période 1999-2017 sont

assez illustratifs (figure 13). Au regard de ces résultats, il serait intéressant de mesurer le poids de ces autres facteurs qui influencent la dynamique de la mangrove.

## 5 DISCUSSION

La dynamique des écosystèmes humides dépendent en grande partie de l'évolution des facteurs climatiques. L'étude de la mangrove de la RBDS met en évidence l'influence de la pluviométrie sur le comportement de cet écosystème. Les résultats des tests de ruptures pluviométrique au niveau des stations de Fatick et Foundiougne montrent une baisse de la pluviométrie à partir de 1967 jusqu'à la fin des années 1990 et une légère reprise à partir des années 2000. Ils indiquent donc, un changement de moyenne dans la série pluviométrique des stations étudiées. Ces résultats confirment les travaux de Diop (1990) qui attestait qu'au niveau de l'estuaire du Saloum, le faible apport d'eau douce pendant la période de la baisse de la pluviométrie des années 1970 et la faiblesse de sa pente conjuguée à une forte intrusion marine influence négativement sur la mangrove. Ils confirment aussi les observations du programme ICCARE de l'IRD (Servat *et al.*, 1998 et 1999) qui situent les ruptures pluviométriques pendant cette période en Afrique de l'Ouest et centrale. Ils concordent, en outre, avec les résultats de Bodian (2014) et

de SOW et Gaye (2016) selon qui, la plupart des ruptures pluviométriques se situent entre la fin de la décennie 1960 et le début de la décennie 1970 au Sénégal. Cette variation de la pluviométrie n'est pas sans conséquence sur le comportement de la mangrove de la RBDS qui connaît aussi une régression de 2297, 33 ha entre 1965 à 1984 soit 19 ans. Une régénération de 602 ha de mangrove est notée pour la période 1984-1999 qui coïncide aussi avec celle de la reprise pluviométrique. Cependant, au regard, des résultats sur la superficie de la mangrove pour la période 1999-2017 et ceux des tests de rupture attestant une reprise pluviométrique à partir de la fin des années 1990, on note que d'autres facteurs conditionnent aussi la dynamique de la mangrove. Malgré la reprise de la pluviométrie, la mangrove a connu une baisse de 444 ha pendant cette période ; baisse qui est due à une hausse de la salinité liée à une augmentation de l'érosion marine depuis l'ouverture de la brèche de Sangomar en 1987. Cette ouverture (en 1987) est liée, selon Diaw (2003), par un faisceau de facteurs sédimentologiques, géomorphologiques et hydro-climatologiques

non exclusifs les uns des autres. Cette brèche qui mesure 5, 4 km de largeur (en 2018) a permis l'entrée massive d'eau de mer dans certains bolons, ce qui engendre une dégradation progressive de la biodiversité surtout de la mangrove par l'effet de l'érosion, de l'ensablement et de la salinité. L'augmentation de cette salinité de l'eau a une influence négative sur la mangrove. En effet, les palétuviers se développent dans des zones inondées par les marées. Lors du passage des marées, les sédiments présents dans l'eau, dont le sel, se déposent sur le sol. Les palétuviers ont pour caractéristique de pouvoir absorber des quantités importantes de sel car les cellules de cette plante dispose d'un système spécial qui

élimine le sel en le filtrant par les racines ou les rejetant par les feuilles. Ils permettaient, jusqu'il y a peu, l'équilibre du milieu en empêchant la salinisation des terres intérieures. Mais l'augmentation de la salinité de l'eau amène des quantités toujours plus importantes de sel sur le sol. On a constaté que la capacité d'absorption du sel par les palétuviers est limitée. Une trop forte salinité influence négativement le développement des palétuviers, surtout le *Rhizophora* et ne favorise pas sa régénération. L'excédent de sel qui ne peut être absorbé par les palétuviers se cristallise sur le sol, ce qui finit par empêcher le développement de tout autre type de végétation et entraîne la création de tannes.

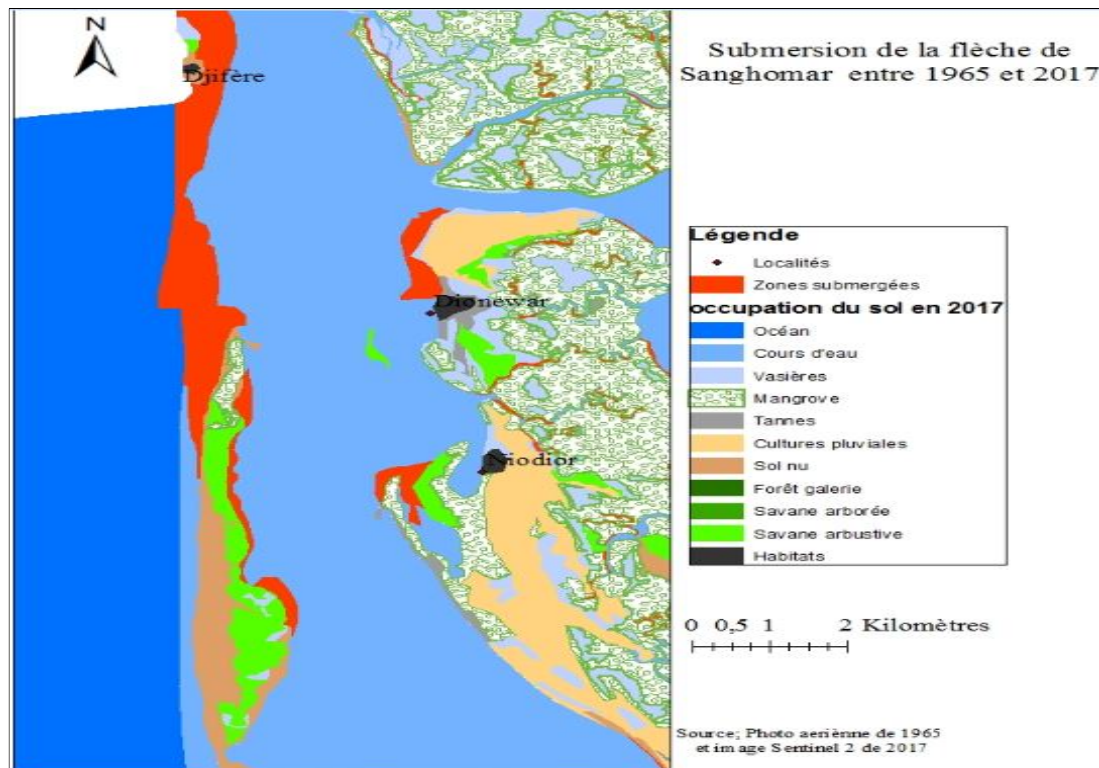


Figure 15 : état de submersion de la flèche de Sanghomar en 2017

A cela s'ajoutent les pressions exercées sur cette ressource qui est quasiment la seule source de revenus pour les populations. La RBDS constitue une zone où la mangrove est l'une des principales ressources exploitées. Son exploitation est souvent incontrôlée et favorise sa dégradation. En plus, certains aménagements

routiers et hydro agricoles défavorisent l'alimentation en eaux de la mangrove dans certaines parties et handicapent son développement. A cela, s'ajoute certaines mesures juridiques et institutionnelles comme le morcellement de la zone en parcs et aires marines protégées, la pluralité des plans de

gestions ou d'aménagement qui entravent l'utilisation de la mangrove et ne favorisent pas sa régénération. Même si des mesures de gestion sont toujours entreprises soit par les autorités locales, soit par les services techniques, elles peinent à être appliquées par les populations qui continuent à couper le bois de mangrove pour usage domestique et commerciale. La dynamique de la mangrove est

donc liée aussi bien aux facteurs naturels qu'aux causes anthropiques. Ce que ne contredit pas les travaux de Faye *et al.*, 2016 selon qui, les modifications dues aux facteurs naturels et/ou anthropiques ont de plus en plus des incidences sur le fonctionnement des écosystèmes et les ressources naturelles même si c'est plus noté en zone sahélienne.

## 6 CONCLUSION

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. Cette perte est au profit des tannes, des vasières nues, du cours d'eau et quelques fois de la forêt galerie. A partir de ces constats, 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 d'ordres naturels et anthropiques qui entrent en jeux. Parmi ces facteurs, en dehors de la pluviométrie, la salinité et l'ensablement liés surtout à l'avancée de la mer, la coupe du bois, le non-respect des règles de gestion etc... sont aussi des facteurs déterminants.

## 7 BIBLIOGRAPHIE

- ADG (Aide au Développement Gembloux), 2011. Manuel de Capitalisation de l'expérience, Guide pratique à l'usage des Communautés Rurales du Delta du Saloum, Sénégal: La mangrove, un écosystème à protéger ..., 92 p.
- 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.
- Bodian A: 2014. « Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'Ouest) », Physio-Géo [En ligne], Volume 8, 17 p. URL : <http://physio-geo.revues.org/4243> ; DOI : 10.4000/physio-geo.4243
- Buishand T.A: 1982. « Some methods for testing the homogeneity of rainfall records » in Journal of Hydrology, volume 58. pp. 11-27.
- 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.
- Dieye E. B., Diaw A. T., Sané T. et Ndour N : 2013. « Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010 », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 629, mis en ligne le 09 janvier 2013.
- 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.
- Diop E. S : 1990. La côte ouest-africaine du Saloum (Sénégal) à la Méllacoré (rep.



- De Guinée), thèse de Doctorat, ORSTOM, 366 p.
- 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, 42 p.
- Faye V. Mbow C. et Thiam A : 2016 « Évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol entre 1973 et 2010 dans la zone agropastorale du lac de Guiers (Sénégal) », *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 16 Numéro 1 | 14 p. URL : <http://vertigo.revues.org/17206> ; DOI : 10.4000/vertigo.17206.
- 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.
- Marius C : 1985. *Mangrove du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement*, ORSTOM édition, Paris-Bondy, 309 p.
- 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 en science de l'environnement, 75 p.
- Ndour N : 2005. *Caractérisation et étude de la dynamique des peuplements de mangrove de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal)*, Dakar, UCAD, 180 p.
- Salem M. C. C : 1992. Gestion et évolution des espaces aquatiques : la Casamance, Paris, Editions de l'ORSTOM, Collection ÉTUDES et THÈSES, 571p.
- Servat E., Paturol J.E., Lubes N.H, Kouamé B., Travaglio M. et Marieu B : 1997. « De la diminution des écoulements en Afrique de l'Ouest et centrale », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Serie 4A-Earth and Planetary Science*, pp. 679-682.
- 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.
- Sow S. A. et Gaye D : 2016. « Impacts des variations pluviométriques sur les écoulements de surface dans la vallée du Sénégal » *Revue de Géographie de l'Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO* N° 05- Oct. 2016, Vol. 2, 17 p.
- UICN, 2010 : *Les Mangroves du Sénégal : Situation actuelle des ressources, leur exploitation et leur conservation*, 66 p.