

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

www.riges-uao.net

ISSN: 2521-2125

Numéro 10

Juin 2021



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître-Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOLOT Asseypo Antoine**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO N'Guessan Jérôme**, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO Michel**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH Kouassi Paul**, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO Kokou Henri**, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP Amadou**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW Amadou Abdoul**, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP Oumar**, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU Anselme**, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **KOBY Assa Théophile**, Maître de Conférences, UFHB (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI Follygan**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA Padabô**, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)

EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les rapports entre les sociétés et le milieu naturel, la production agricole, l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et urbaines, le développement territorial ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction
KOUASSI Konan**

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître de Conférences, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO

Sommaire

| | |
|---|-----|
| <p>AKADJE-Konan Léocadie Marie-Claude</p> <p><i>Suivi spatio-temporel de la mangrove du complexe Sassandra-Dagbégo</i></p> | 5 |
| <p>DIOP Khalifa, CISSÉ Ahmadou Bamba</p> <p><i>Salinisation et risques pour l'agriculture périurbaine à Pikine : analyse des résultats du suivi de l'évolution saisonnière et interannuelle (2016-2017) de la minéralisation des eaux d'irrigation à travers la conductivité électrique</i></p> | 21 |
| <p>TOFFA Yessia, FANDOHAN Adandé Belarmain, AVOCEVOU-AYISSO Carolle, SODE Akoeugnigan Idelphonse</p> <p><i>Distribution potentielle des habitats favorables au genre <i>Cochlospermum Kunth</i> et identification des zones prioritaires pour une conservation résiliente au changement climatique</i></p> | 40 |
| <p>ABIODOUN Adémola Frédéric, FANDOHAN Adandé Belarmain, TOKO IMOROU Ismaïla, GANGLO Jean Cossi</p> <p><i>Modélisation des habitats favorables à la conservation du buffle (<i>Syncerus caffer</i>) dans le contexte des changements climatiques au Bénin en Afrique de l'Ouest</i></p> | 61 |
| <p>Seausoliait Eusèbe KOUAKOU, Della André ALLA</p> <p><i>Les facteurs d'aléas d'inondation et d'érosion dans les petites localités ivoiriennes : cas des villes de Tiassale et N'douci (Sud de la Côte d'Ivoire)</i></p> | 78 |
| <p>Mamadou DIOMBERA</p> <p><i>Tourisme à Saly Portudal (Sénégal) : entre vulnérabilité et résilience face aux défis du changement climatique</i></p> | 98 |
| <p>LARE Konnegbéne</p> <p><i>L'exploitation des bas-fonds dans la Région des Savanes au Nord-Togo : un enjeu important pour un développement socio-économique local</i></p> | 123 |
| <p>DEGUI Jean-Luc, KOUADIO Kouakou Abraham</p> <p><i>Pratiques culturelles et dégradation forestière dans le département de Divo au sud de la Côte d'Ivoire</i></p> | 149 |

| | |
|--|-----|
| <p>Drissa KONE, Seydou MARIKO, Abdoul Kadri KOLLI</p> <p><i>Rôle du marché de Nièna dans l'approvisionnement et la commercialisation du bétail en République du Mali</i></p> | 164 |
| <p>YANOGO Pawendkigou Isidore, SANOGO Salifou, YAMÉOGO Joseph</p> <p><i>La pastèque (citrullus lanatus), une opportunité pour les acteurs de la commercialisation dans la ville de Koudougou (Burkina Faso)</i></p> | 177 |
| <p>MASSAR Sène</p> <p><i>Le mode d'acquisition foncière à Pikine et à Diaminar : pratiques irrégulières et différenciées entre deux quartiers périphériques et populaires de la ville de Saint-Louis</i></p> | 196 |
| <p>NGUIJOI Gabriel Cyrille, MBOKA MADIBA Jean Jacques, NKOUNGOU Gregory José, JAKPOU NJIPNANG Doris Nadine, MENDOUGA Yanick, ESSE NDJENG M.P.</p> <p><i>Désertion et déperdition scolaire dans la Vallée du Ntem : L'attrait des « pétro-francs CFA » guinéens et gabonais sur les jeunes de l'extrême sud-Cameroun</i></p> | 214 |
| <p>Estelle ZUO-DIATE, Dominique COURET, Ousmane DEMBELE</p> <p><i>Urbanisation de la périphérie sud-est d'Abidjan : quand un roi impose sa volonté à l'Etat</i></p> | 235 |
| <p>ASSI-KAUDJHIS Narcisse, GNANKOUEN Anicet Renaud</p> <p><i>Autoproduction de logements et aménagement de l'espace urbain à Bongouanou (Côte d'Ivoire)</i></p> | 260 |
| <p>OUEDRAOGO Rawelguy Ulysse Emmanuel, NIKIEMA Dayangnéwendé Edwige, Georges COMPAORE</p> <p><i>Prolifération et gestion des bouteilles à usage unique à Koudougou (Burkina-Faso)</i></p> | 277 |

SUIVI SPATIO-TEMPOREL DE LA MANGROVE DU COMPLEXE SASSANDRA-DAGBEGO

AKADJE-Konan Léocadie Marie-Claude,

Assistante, Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny
d'Abidjan,

Email : maclaude35@yahoo.fr

Résumé

Le site Ramsar du complexe Sassandra-Dagbégo, est sujet à d'énormes pressions, du fait des services qu'il rend aux populations. Des tentatives de restauration des mangroves qui y ont cours restent insuffisantes, par la méconnaissance du milieu et de son évolution. Ce travail se propose d'utiliser la télédétection afin d'élaborer une cartographie multi-date de la mangrove. Cette cartographie doit contribuer à la connaissance de cette zone humide, par la mise en exergue des espaces de dégradation et de vulnérabilité de la mangrove. Pour ce faire, deux images satellites Landsat 4 et Sentinel 2, respectivement de 1990 et 2020 sont utilisées. Leur classification par l'algorithme par Maximum de vraisemblance, contribue d'abord, à produire une cartographie de la mangrove, pour les deux dates d'intérêt et à mettre ensuite en exergue la dynamique de la mangrove. Enfin, une analyse multicritère basée sur les relations entre les zones de dégradation de mangrove et le réseau routier et de localités, a permis d'évaluer le niveau de vulnérabilité de la mangrove relique, en 2020. Ainsi, entre 1990 et 2020, les superficies de mangrove ont régressé de 842 ha, soit une régression de 47,79 %. De la mangrove qui existe en 2020, 25% dans cette zone, ont un niveau de vulnérabilité élevé.

Mots clés : Télédétection, Cartographie, Analyse multicritère, Mangrove, Ramsar, Sassandra-Dagbégo

Abstract

The Ramsar site of the Sassandra-Dagbégo complex is subject to enormous pressure because of the services it provides to the population. Attempts to restore the mangroves there remain insufficient, due to the misunderstanding of the environment and its evolution. This work proposes to use remote sensing to develop a multi-date mapping of the mangrove. This mapping should contribute to the knowledge of this wetland, by highlighting the areas of degradation and vulnerability of the mangrove. To do this, two satellite images Landsat 4 and Sentinel 2, respectively of 1990 and 2020 are used. Their classification by the Maximum Likelihood algorithm, contributes first, to produce a mangrove mapping, for the two dates of interest and then to highlight the dynamics of the mangrove. Finally, a

multi-criteria analysis based on the relationships between mangrove degradation zones and the road network and localities, allowed us to evaluate the level of vulnerability of the relict mangrove in 2020. Thus, between 1990 and 2020, the area of mangrove regressed by 842 ha, a regression of 47,79 %. Of the mangrove that exists in 2020, 25 % in this area have a high level of vulnerability.

Key words: Remote sensing, Mapping, multi-criteria analysis, Mangrove, Ramsar, Sassandra-Dagbégo

Introduction

La mangrove est un écosystème typique des littoraux tropicaux situé sur les côtes et les deltas. Elle couvre environ 150 000 km² et ne représente que 1% des forêts tropicales et moins de 0,4% du domaine forestier mondial (J. SICOU, 2019, p. 3). Certes peu nombreuses, les mangroves rendent toutefois, d'énormes services aux populations vivants sur les côtes. En effet, elles abritent une grande biodiversité et offrent des ressources forestières, halieutiques, avifuniques, vitales pour les communautés des côtes. Plus globalement, on estime qu'elles assurent aux populations côtières une sécurité alimentaire (M. BUNEL, 2010, p. 1).

Par ailleurs, la mangrove participe à la stabilisation des zones côtières fragiles menacées par l'érosion en constituant une barrière naturelle contre certains phénomènes climatiques comme les tsunamis. Et surtout, elle atténue les effets des changements climatiques en étant des puits de carbone exceptionnels (PNUE, 2013, p. 4). Ainsi, E. ALBEROLA et *al.* (2020, p. 3), estiment que les mangroves ont un potentiel de captation du carbone 3 à 5 fois supérieur à celui des forêts. Chaque année, elles absorbent 13,5 Gt de CO₂, soit 14 % de la séquestration océanique. Malheureusement, depuis le début des années 2000, plus de 35 % de cet écosystème tend à disparaître à l'échelle mondiale. En Afrique centrale par exemple, le taux de perte des mangroves atteint 1,77 % chaque année, depuis 2000 (PNUE, 2013, p. 5). On estime qu'en seulement dix ans, près de 77 100 hectares de cet important puits de carbone y ont été détruits. Les superficies de mangroves en Côte d'Ivoire ont cette même dynamique régressive. Cet écosystème y est fortement dégradé et ses superficies réduites à plus de 70%. A Fresco par exemple, la mangrove est passée de 15000 hectares, il y a une vingtaine d'années, à a peine 6000 hectares, en 2010 (EGNANKOU, 2009, p. 85 et p. 92).

L'action conjuguée des populations et du changement climatique sur ces zones les rendent vulnérables (FRANCOEUR, 2009, p. 17). Ayant pris conscience du péril que court cet écosystème fragile et de son potentiel, la Côte d'Ivoire a fait de la protection des zones humides une priorité en Côte d'Ivoire. Ce faisant, les autorités voudraient d'une part, préserver la biodiversité et les ressources utiles aux communautés

riveraines et d'autre part, minimiser le réchauffement supplémentaire, en réduisant les émissions de Gaz à effet de Serre de toutes les sources.

C'est donc dans ce cadre, que de nombreux organismes, mettent aujourd'hui en place des projets de restauration de la mangrove, en vue d'atténuer les émissions de CO₂.

Le complexe Sassandra-Dagbégo, site Ramsar ivoirien, dans le Sud-ouest côtier, est un exemple palpable de zone de destruction de la mangrove. Les activités humaines des populations dans cette zone rurale, notamment la pêche, la cueillette, la coupe de bois de chauffe, l'élevage de crevettes et l'agriculture exercent une pression importante, sur le milieu. Ces activités entraînent une dégradation de la végétation, notamment de la mangrove, zone par excellence de reproduction de certaines espèces, abri pour des espèces rares ou en voie d'extinction. Certaines Organisations Non Gouvernementales, soucieuses et conscientes des bienfaits des zones humides investissent dans le reboisement de la mangrove, à Dagbégo-Sassandra, afin de la restaurer. Mais, il serait plus judicieux de faire l'état de la conservation de cette mangrove afin d'aider à l'orientation des actions des dites ONG.

Ce travail se propose donc, à l'aide de la télédétection et par une cartographie multi date de contribuer à la connaissance de la zone humide de Dagbégo, en mettant en exergue les zones de perte de de dégradation et de vulnérabilité de la mangrove ; ce qui aiderait les programmes dans le cadre des actions de conservation, de restauration potentielle et de sensibilisation à la sauvegarde du milieu.

1. Matériels et Méthode

1.1 Présentation de la zone d'étude

Localisée au Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, à environ 300 km d'Abidjan à 4° 57' 42'' de latitude Nord et 6° 02'00'' de longitude ouest, la zone humide d'importance internationale de Sassandra-Dagbégo se situe de part et d'autre de l'embouchure du fleuve Sassandra. Avec une superficie de 10 551 hectares, elle a été classée le 18 octobre 2005 selon quatre critères d'identification (1, 2, 3 et 4) de la convention Ramsar, site Ramsar. Le complexe Sassandra-Dagbégo est une côte mixte rocheuse et sablonneuse avec un relief très accidenté. On y rencontre deux types d'embouchures (permanent et temporaire) (Figure 1). Le climat est de type tropical à quatre saisons : deux saisons sèches et deux saisons des pluies avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1.600 mm environ, ce qui fait de Sassandra la localité la plus sèche de la côte ivoirienne (FDR Sassandra-Dagbégo, 2005, p. 2-3). Le littoral associé présente une grande variété de milieux : Marais saumâtres, fourré littoral, forêts de terre ferme, forêts ripicoles, lagunes, forêts marécageuses d'eau douce, mangroves d'estuaire. De plus, le littoral élevé et découpé permet une vision panoramique sur

des forêts qui atteignent le bord de la mer. Les types de zones humides marine/côtières, continentales caractérisent ce site.

Figure 1 : Le complexe Ramsar de Sassandra-Dagbégo



Sources : Données OSM et Ramsar 2005

Le relief du site Ramsar Sassandra-Dagbégo est peu marqué, sauf aux abords de la côte où se dressent des collines aux pentes assez fortes. La flore est constituée d'espèces rares telles que *Drypetes aframensis*, *Hibiscus comoensis*, *Conocarpus erectus*, *Hexalobus salicifolus*. On y observe également une faune remarquable constituée d'espèces menacées dont le cercopithèque diane, la tortue luth, la tortue olivâtre, le faucon pèlerin. A cela s'ajoute des espèces économiquement importantes, dont le potamochère, le guib harnaché, l'antilope royale et une avifaune riche d'espèces aquatiques telles que le Malimbe à bec bleu, le Gobe-mouche à sourcils blancs et le Timalie à tête noire.

Le site est géré par la Municipalité de Sassandra, ville de 72221 habitants (INS, RGPH 2014), pour qui le site est pourvoyeurs de bienfait. Sa population utilise le bois dans la construction d'habitats et d'ouvrages d'art, dans la fabrication d'outils de confection des filets pour la pêche et surtout comme bois de chauffe, ou pour l'exploitation forestière. Les baies et innombrables chenaux représentent

d'importantes réserves pour la pêche. Les plans d'eau et la richesse en biodiversité de cette zone humide procurent des revenus substantielles à travers le développement des activités touristiques ; d'où l'entretien d'une forte pression sur ce milieu naturel.

1.2 Méthodologie

Elle repose sur l'utilisation de l'imagerie satellitale pour cartographier la mangrove et analyser son évolution à l'aide du Système d'Information Géographique.

1.2.1. Cartographie multi-dates de l'occupation du sol à dates

Cette cartographie nécessite l'utilisation de différentes données et de traitements adéquats.

1.2.1.1 Les données

Les données utilisées pour cette étude sont :

- Une image Landsat TM de 30 m de résolution spatiale du 29 décembre 1990, pour la cartographie de la zone d'étude, en 1990 ;
- Une image Sentinel 2B, du 3 janvier 2020 dont les bandes 5, 8A et 12 de 20 m de résolution spatiale, ont servi pour la cartographie de la zone d'étude, en 2020.

Ces images ont été utilisées pour leur qualité et leur disponibilité, car sur les zones côtières de cette zone tropicale, la possibilité d'acquérir des images satellites sans nuages est très faible, peu importe la période climatique.

- Des Points de Contrôle au Sol (PCS), ont été recueillis sur le terrain et ont servi d'une part de parcelles d'entraînement pour la classification et d'autre part pour la validation de ces classifications. Ces points ont été acquis à l'aide d'un appareil GPS (Global System Position) qui a permis d'enregistrer les coordonnées des centres des points d'intérêt et de les retrouver sur le terrain.
- Des fichiers vectoriels des localités et du réseau routier de la zone d'étude obtenu du Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD) et datant de 2013.

1.2.1.2 Prétraitements des images satellites

Plusieurs opérations ont été effectuées sur les images satellites afin de rendre meilleur la perception des objets. Ce sont :

- D'abord, une extraction de la zone étudiée sur les images satellites ;
- Puis un rehaussement du contraste des images pour mettre en relief les éléments d'occupation du sol, afin de les dissocier plus facilement, les uns des autres. Il consiste à redistribuer les valeurs de l'histogramme de l'ensemble de l'image, afin d'améliorer le contraste et de profiter de toutes les nuances d'intensité de la scène.

1.2.1.3. Traitement des images satellitaires

L'objectif de cette étape est d'améliorer la qualité des images satellitaires pour permettre une bonne discrimination spectrale des types d'occupation du sol, voire de la couverture végétale. Elle porte sur la création de néo-canaux générés à partir de calculs d'indices et de compositions colorées.

Création de néo-canaux

Plusieurs indices sont générés pour chaque image satellitale.

- Le NDVI a été généré pour augmenter les contrastes au niveau du thème « végétation chlorophyllienne » et réduire ceux des autres thèmes (K. H. HOANG, 2007, p. 34). Il a été utilisé afin de hiérarchiser les couverts végétaux en fonction de leur densité.
- L'indice d'humidité de Tasseled Cap : Cet indice qui permet la discrimination entre la végétation d'une part et les habitats et sols nus d'autre part, est utile pour mettre en exergue la végétation de mangrove qui est une végétation de zone humide.
- L'Analyse en Composantes Principales (ACP), méthode factorielle permettant une synthèse spectrale, tout en évitant la redondance de l'information, a permis de réduire le nombre de canaux, en concentrant les informations dans les premières composantes (K. H. HOANG, 2007, p. 34).
- Après la création des néo-canaux, une composition colorée est générée pour chaque année, dans le but d'améliorer la lisibilité des objets et la discrimination entre eux et faciliter l'étape de segmentation. Elle utilise l'ACP1, le NDVI et l'indice d'humidité.

Classification des images

- Pré-classification de l'occupation du sol

Elle consiste à produire une carte d'occupation du sol.

Cette cartographie passe d'abord par une reconnaissance et une identification des types d'occupation du sol sur les compositions colorées. Elle consiste à mettre en place une nomenclature des thèmes à cartographier. Les thèmes identifiés dans l'analyse de l'occupation du sol sont les classes : Plan d'eau, Habitats et sols nus, Marais, Mangrove, Forêt sur terre ferme, Mosaiques culture/forêt.

Ensuite, une constitution des parcelles d'entraînement a été faite à partir de Google Earth, des différentes cartes de l'occupation du sol en possession et de l'interprétation visuelle des images en composition colorée.

Puis, une première classification supervisée par l'algorithme de classification par maximum de vraisemblance est générée sur la base de la composition colorée, à l'aide des parcelles d'entraînement. Le résultat de ces classifications est ensuite vérifié sur le terrain.

- Collecte de données sur le terrain

Une campagne terrain a été effectuée sur le terrain afin de contribuer à l'amélioration des résultats statistiques à travers la séparation entre les différentes unités de paysage, ainsi qu'à la validation des classifications générées avant la campagne de terrain à l'aide des points de contrôle au sol (PCS). 83 PCS ont été visités durant cette campagne. Leurs choix ont été guidés par les critères que sont la spécificité, la représentativité, l'accessibilité et une bonne répartition des échantillons.

- Amélioration et validation des classifications de l'occupation du sol

D'autres classifications supervisées par maximum de vraisemblance des différentes images satellites, sont générées à l'aide des vérités terrain. Puis, une matrice de confusion est établie, en confrontant les statistiques des classifications obtenues, à celle des sites de validation.

1.2.2. Dynamique de l'occupation

Les résultats d'occupation du sol de 1990 et 2020 sont vectorisés et intégrés dans un Système d'Information Géographique ArcGis. A l'aide de son outil calculateur de géométrie, une quantification des superficies de chaque type d'occupation du sol est faite, pour chaque date. Elle permet de générer des statistiques permettant de mieux estimer l'évolution de la mangrove sur la période d'étude.

Ensuite, les différentes cartes d'occupation du sol sont superposées en utilisant l'outil de géotraitement *Union*, afin de procéder à des comparaisons. Par cette opération, les changements au niveau des mangroves sont évalués. Et la cartographie de la dynamique des mangroves est implémentée.

1.2.3. Détermination des différentes zones de vulnérabilité

Les zones de vulnérabilités sont des zones de mangroves menacées de destructions. Elles sont déterminées à partir d'une analyse spatiale, utilisant des seuils spatiaux ou zone tampon. Il s'agit d'analyser la situation géographique des zones de dynamique des mangroves, par rapport aux variables que sont les localités et le réseau routier et la topographie. L'importance de chaque variable, dans les défrichements ou dans la dégradation des mangroves, est mesurée à l'aide de distances préétablies, à partir des zones tampons. Ces distances vont permettre de visualiser et de quantifier spatialement les relations entre la dynamique de la mangrove étudiée et les variables de départ. Pour cette analyse, la distance requise entre les zones tampons est de 500 m, du fait de la taille de la zone Ramsar. Aussi le nombre de zones tampons est-il limité, pour l'analyse spatiale a 2, à savoir 500 m et 1 km. Cette distance de 500 m a été adoptée après une analyse sur les zones de dynamique de mangroves.

2. Résultats

Ce chapitre porte respectivement sur la cartographie de la mangrove, sa dynamique et présente les zones de vulnérabilité de cette mangrove.

2.1 Cartographie de la mangrove à Sassandra- Dagbégo

La zone Ramsar du complexe Sassandra-Dagbégo est un site recouvert à plus de 30 % d'eau. C'est une zone de mangrove constituée essentiellement de Mangroves à palétuviers rouges (*Rhizophora racemosa*) (Photo 1) ; avec à quelques rares endroits des mangroves à palétuviers blancs (*Avicennia germinans*).

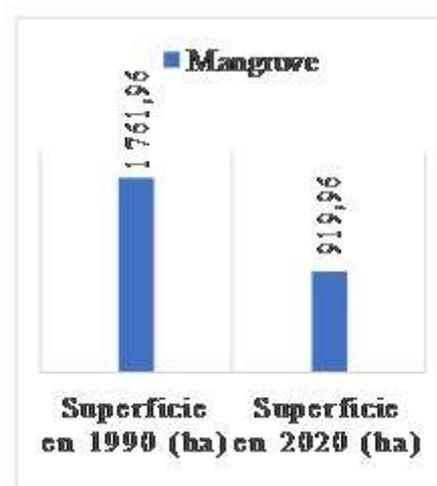
Photo 1 : Mangrove à palétuviers rouges, en bordure de la rivière Dagbé



Source : AKADJE-KONAN Marie-Claude, 2021

En 1990, les mangroves occupent 1761,97 ha, soit 17,09 % (Figure 2) de l'espace d'étude. Elles sont parsemées de marais et se localisent en grande partie, dans le sud et l'Est du site (Figure 2).

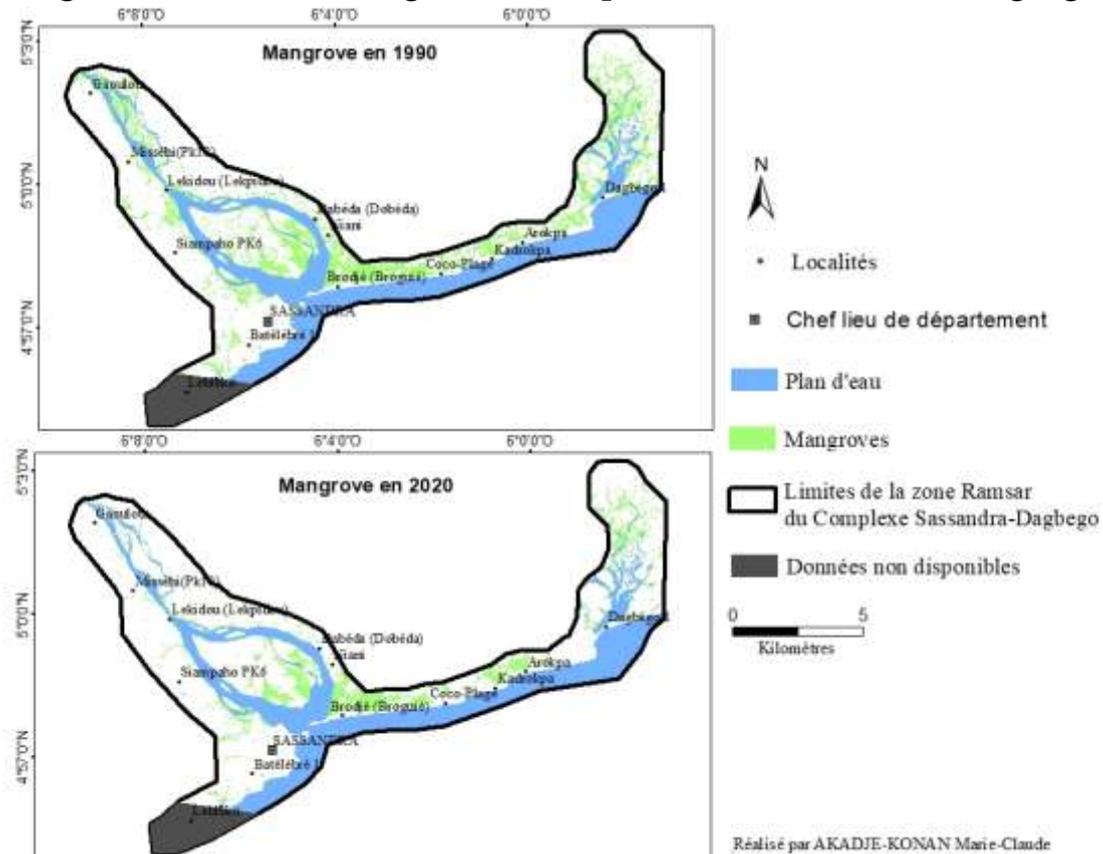
Figure 2 : Evolution de la mangrove entre 1990 et 2020



Source : Nos travaux, 2021

En 2020, la distribution des mangroves sur le site a changé de configuration (Figure 2). Ces dernières ont perdu près de la moitié des superficies avec 919,96 ha. En effet, elles n'occupent plus que 8,92 % de leurs superficies de 1990. Il s'agit d'une évolution de - 47,79 %, sur les 30 années, soit un rythme de régression des superficies de la mangrove de 1,6 ha par an.

Figure 3 : Carte de la mangrove du complexe Ramsar Sassandra-Dagbégo



Sources : Images Landsat TM du 29 Décembre 1990 et Sentinel 2B du 3 janvier 2020

2.2. Dynamique de la mangrove dans le site Ramsar

La régression des superficies de la mangrove est consécutive aux pressions qui s'exercent sur le milieu naturel, entraînant diverses mutations dans l'espace (Tableau 1 et Figure 3).

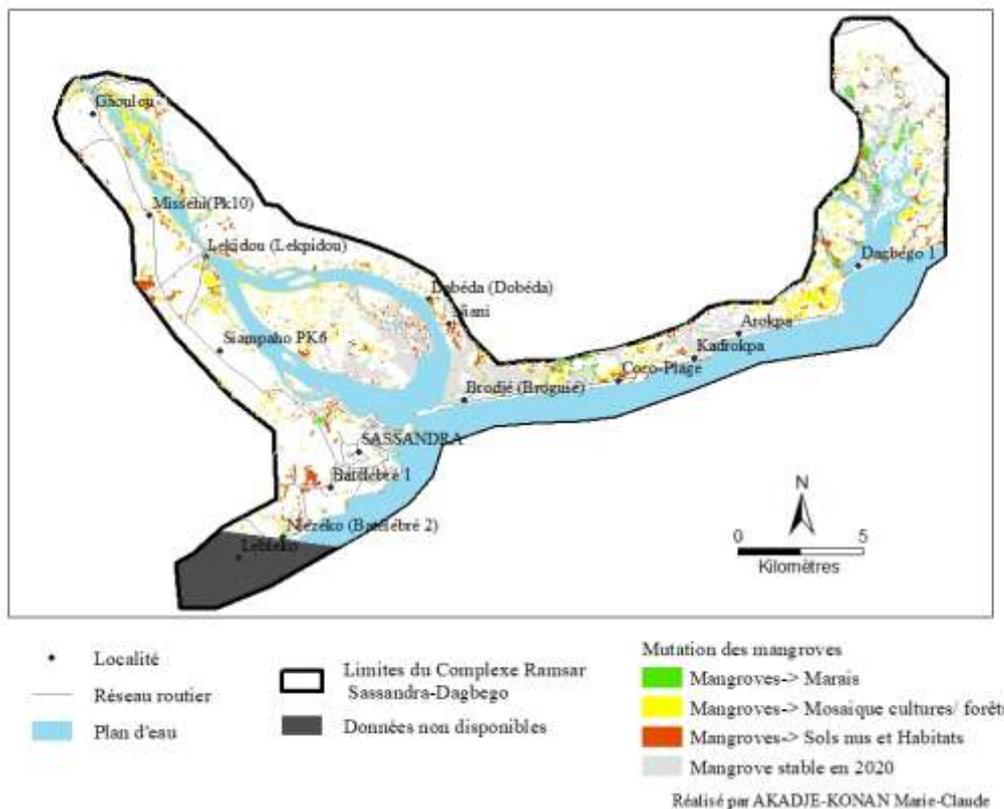
Tableau 1 : Changement du type d'occupation du sol

| Dynamique d'occupation du sol en 2020 | Superficie en Ha | Superficie en % |
|--|------------------|-----------------|
| Mangrove stable | 921,30 | 52,29 |
| Mangroves => Marais | 74,47 | 4,23 |
| Mangroves => Mosaïque cultures/ forêts | 436,57 | 24,78 |
| Mangroves => Sols nus et Habitats | 329,62 | 18,71 |
| Total général | 1761,96 | 100,00 |

Source : Nos travaux, 2021

La plus grande partie des mangroves transformée l'a été au profit des cultures. Ainsi 24,78 % des mangroves détruites, soit 436,57 ha, ont été converties en mosaïques cultures/forêt. 329 ha ont été convertis en sol nus et habitats ainsi que 4,23 ha en marais. Malgré ces transformations, 52, 29 % (soit 921,3 ha) des aires de mangroves restent stables.

Figure 3 : Dynamique spatiale au sein des aires de mangrove



Sources : Nos travaux, 2021

2.3. Les zones de vulnérabilité de la mangrove

De façon générale, la dégradation des milieux obéit à une logique. C'est aussi le cas dans la modification du milieu de mangrove.

2.3.1. Rapport entre la mangrove détruite et sa proximité aux routes et aux localités

L'analyse spatiale montre que les plus grandes superficies de mangrove dégradée ou transformée (674,45 ha, soit 78 % des superficies de mangroves dégradées), se situent à proximité des routes (à moins de 500 m) (Tableau 2). Néanmoins, la dégradation des mangroves mis en relation avec leur proximité aux localités, évolue en sens inverse. En effet, plus l'on se rapproche des localités, moins on a de dégradation de mangrove (424 ha à plus de 500 m et 215 ha à moins de 500 m).

Tableau 2 : Analyse du rapport entre les variables route et localité et la dégradation des mangroves

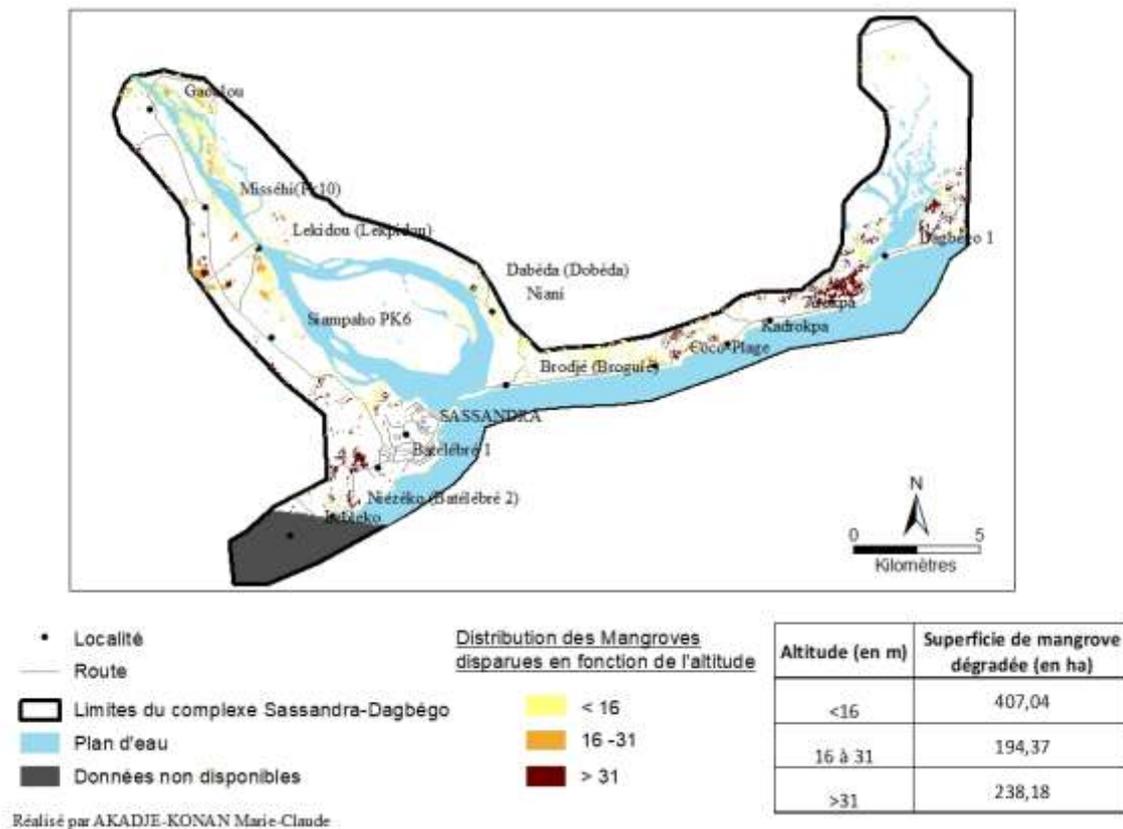
| Variabiles | Superficie de mangrove dégradée dans la zone tampon 500 m (en ha) | Superficie de mangrove dégradée dans la zone tampon 1 km (en ha) |
|------------|---|--|
| Route | 674,45 | 183,37 |
| Localités | 215,91 | 424,18 |

Source : Nos travaux, 2021

2.3.2. Rapport entre la mangrove détruite et la topographie

Bien que les altitudes soient moins prononcées, on observe une dégradation de la mangrove fonction de l'usage préférentielle que les populations font de la topographie (Figure 4).

Figure 4 : Rapport entre la topographie et les zones de dégradation des mangroves



Source : Nos travaux, 2021 et le MNT du BNETD, 2013

Plus de la moitié des mangroves transformées, l'a été à moins de 16 m d'altitude. Il s'agit d'un peu plus de 400 ha de mangrove. Par ailleurs, à plus de 31 m d'altitude, on observe de nombreuses superficies de mangroves transformées (238,18 ha). Il ressort de cette analyse spatiale, que les mangroves vulnérables sont celles à

proximité des routes, assez éloignées des localités et à des altitudes plus ou moins basses par rapport aux altitudes de la zone.

2.3.3. Vulnérabilité de la mangrove du site Ramsar Sassandra-Dagbégo

Un modèle basé sur l'analyse multicritère (Tableau 3) a été mis en place afin de déterminer la vulnérabilité des mangroves présentes sur le site d'étude en 2020.

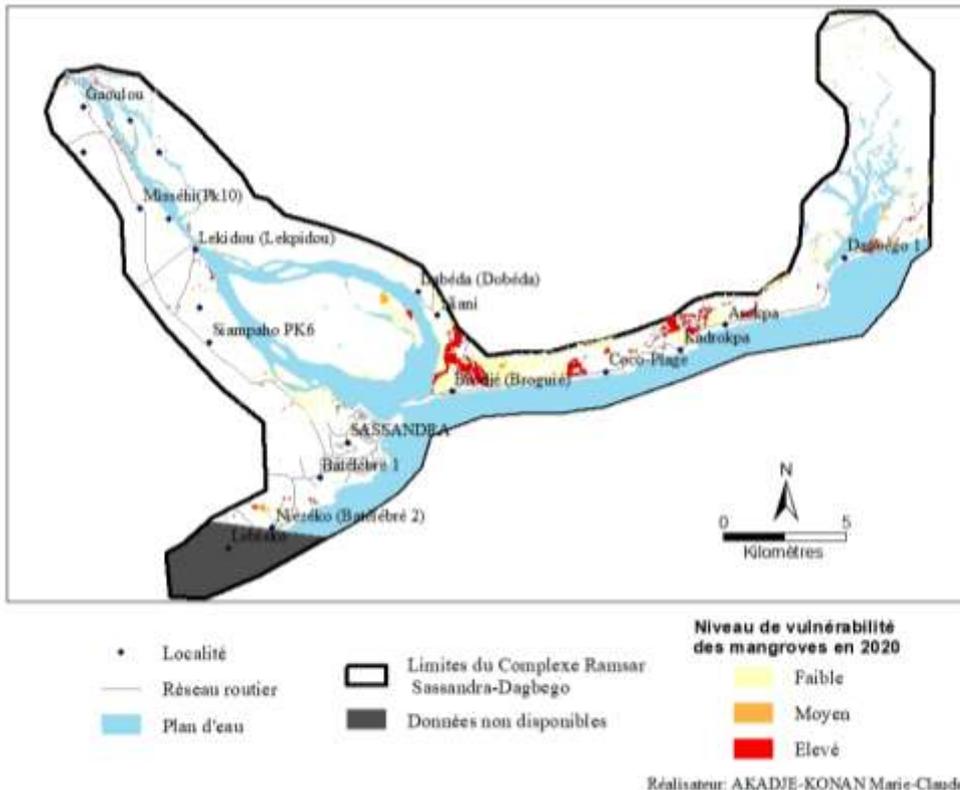
Tableau 3 : Critères de définition du niveau de vulnérabilité de la mangrove à Sassandra-Dagbégo

| Niveau de vulnérabilité | Variables | | |
|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|
| | Route | Localité | Élévation |
| Elevé | 500m (fort) | 1km (fort) | <16 m (fort) |
| Moyen | 500m (fort) | 500m (faible) | >31 m (moyen) |
| Moyen | 1km(faible) | 1km (fort) | >31 m (moyen) |
| Faible | 1km (faible) | 500 (faible) | 16 à 31 m (faible) |

Source : Nos travaux, 2021

La mangrove, dans le site du complexe Ramsar Sassandra-Dagbégo, présente trois niveaux de vulnérabilité (Figure 5). 25 % des mangroves sont à un niveau de vulnérabilité élevé, tandis que 57, 33 %, soit 462,3 ha de mangroves ont une vulnérabilité moyenne. Elles se situent dans le sud du site. Seulement 17,36 % de ces mangroves sont à un niveau de vulnérabilité faible.

Figure 5 : Carte de vulnérabilité de la mangrove en 2020



Le site Ramsar du complexe Sassandra-Dagbégo est une zone humide avec de nombreuses mangroves. Elles ont été mises en exergue grâce à la classification d'images satellites. Les indices de validation de ces cartes (Kappa) sont respectivement de 0,93 % et 0,90 %, pour 1990 et 2020. Ils concordent avec les résultats des études de cartographie des écosystèmes de mangrove de V. J. MAMA et *al.* (2003, p. 439) pour qui ces précisions sont très acceptables. Néanmoins, ils suggèrent que la validation des classifications avec l'indice kappa « ne devrait pas faire perdre de vue les contraintes rencontrées lors de l'analyse des images utilisées ». Ces contraintes se traduisant, dans notre étude, par des confusions interclasses.

En effet, les matrices de confusion obtenues, par comparaison des données de classification et de vérité terrain présentent des confusions, aux deux dates Il s'agit de confusion entre les classes mangrove et forêt sur terre ferme. Cela est dû à leur réflectance sensiblement identique et donc à leur difficile séparabilité, sur des images de moyenne résolution spectrale. C'est pour cette raison que F. TAUREAU (2017, p. 97) préconise l'utilisation de l'imagerie à très haute résolution pour la cartographie des mangroves.

La presque la moitié des mangroves est en mutation entre 1990 et 2020. Cela est dû à l'utilisation continue des ressources dans la zone Ramsar. En effet, d'autres travaux ont conclu à une régression des mangroves ; notamment ceux de E. H.B. DIEYE et *al.* (2013, p. 79) qui attribuent la dynamique de la mangrove à « l'influence de deux facteurs essentiels : la variabilité climatique et l'exploitation parfois abusive des produits de la mangrove ». Ce constat est en accord avec les conclusions de F. FOLEGA et *al.* (2017, p.11), dont les résultats des enquêtes ethnobotaniques, démontrent aussi une surexploitation des mangroves. Nos travaux identifient les zones de dégradation et de vulnérabilités des mangroves qui selon R. RAHMANIA (2016, p. 3) sont des éléments importants à connaître pour la gestion de ces espaces, surtout dans le cadre de leur restauration même si elle semble illusoire pour plus d'une raison. D'une part, les conditions initiales ne sont pas documentées. D'autre part, l'environnement a été profondément modifié, par les activités humaines et est en cours de mutation à cause des changements climatiques. Dans ce contexte d'incertitude inévitable et de changement radical, des alternatives basées sur une meilleure connaissance et utilisation de l'adaptabilité des écosystèmes et des sociétés humaines offrent de l'espoir. Il serait donc important de privilégier les notions de bon sens écologique auprès de populations impliquées afin d'aider à la réhabilitation des mangroves, mais aussi à leur protection.

Conclusion

La présente étude a permis de cartographier de la mangrove du site Ramsar du complexe Sassandra-Dagbégo, en 1990 et en 2020, puis de mettre en exergue les zones de perte de la mangrove et les différentes mutations qui ont eu cours en son sein. Les mangroves ont subi une régression de leurs superficies (47,7 %) ; de 1761,97 ha en 1990, elles atteignent à peine 919 ha en 2020. Elles ont été transformées sous la pression humaine en marais (4,23 %), mosaïques culture-forêt (24,78 %), ou en habitats et sol nu (18,7 %).

A partir d'une analyse multicritère, les différentes zones de vulnérables des mangroves ont été identifiées, mettant en relief 25 % de la mangrove avec un niveau de vulnérabilité élevé. Il serait utile pour améliorer la connaissance du milieu et sa gestion, de mettre en place un système de suivi régulier.

Références bibliographiques

ALBEROLA Emilie et DE RAFAEL Roman, 2020, *Mobiliser le carbone bleu : Une action clé pour zéro émission nette*, projet GROVE-FIT, https://info.eco-act.com/hubfs/EcoAct_Mobiliser%20le%20carbone%20bleu.pdf.

BUNEL Marie, 2010, *Biodiversité liée aux milieux aquatiques et humides, et inventaire des mares du bassin de la Vire*, SAGE de la Vire / Mares et biodiversité des milieux aquatiques et humides.

DIEYE EL Hadji Balla, DIAW Amadou Tahirou, NDOUR Tidiane Sané y Ngor, 2013, « Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010 », <https://doi.org/10.4000/cybergeog.25671>.

EGNANKOU Wadja Mathieu, 2009, « Réhabilitation des mangroves comprises entre Fresco et Grand-Lahou en Côte d'Ivoire : Zones importantes pour la pêche », *Nature & Faune*, Vol. 24, Numéro 1, FAO. Regional. Office for Africa, 144, p. 85-93.

FOLEGA Fousseni, RAKOTONDRASOA Miaratiana Andrianamenoso, WALA Kperkouma, WOEGAN Y. Agbelessessi, KANDA Madjouma, PEREKI Hodabalo, POLO-AKPISSO Aniko, BATAWILA Komlan et AKPAGANA Koffi, 2017, « Ecologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo, Biodiversité et gestion des territoires, Volume 17, numéro 3, 20, <https://doi.org/10.4000/vertigo.18791>.

FRANCOEUR Magali, 2009, *L'élevage de la crevette : une menace pour les mangroves ?*, Mémoire de maîtrise en écologie internationale, Université de Sherbrooke, Québec, Canada.

HOANG Kim Huong, 2007, *Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant : le cas du bassin versant de la rivière Càu (Viêt-nam)*, Mémoire de Maitrise, Université du Québec, Canada.

KOUASSI Kouakou Hervé, N'GO Yao Alexis, and ZRO Ferdinand Gohi Bi, 2016, « Dynamique spatio-temporelle des habitats naturels du site Ramsar du complexe Sassandra-Dagbégo par télédétection », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 27 No. 2 Nov., 337, p. 243-249.

MAMA Vincent Joseph et OLOUKOI Joseph, 2003, « Evaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol », *Télédétection*, Vol. 3, n° 5, p. 429 - 441.

N'DOUBA Valentin et BEIBRO Hilaire Yaokokoré, 2005, *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR)*, <https://rsis.ramsar.org/fr/ris/1581>.

OREKAN Vincent, PLAGBETO Hermann, EDEA Emile, SOSSOU Mariano, 2019, « Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois », Conférence scientifique internationale de OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin, 546, p. 341-355.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 2013, *Mangroves d'Afrique centrale : des puits de carbone aux multiples atouts : Une évaluation pour la REDD+*, https://www.unclearn.org/wpcontent/uploads/library/mangroves_dafrique_centrale_resume_executif_191935.pdf.

RAHMANIA Rinny, 2016, *Etude des mangroves à partir de l'analyse des changements dans les images de canopée à très haute résolution spatiale pour une meilleure gestion des côtes indonésiennes*, Thèse de doctorat, Université Montpellier, France.

SICOU Jihane, 2019, *L'utilisation des mangroves martiniquaises par la population : une question de protection et de préservation*, mémoire de géographie, Université du Québec, Canada.

TAUREAU Florent, 2017, *Cartographie harmonisée des mangroves de l'Outre-mer français*, Thèse de doctorat, Université de Nantes, France.