

#UNIVERSITÉSENGHOR

université internationale de langue française  
au service du développement africain

# CARACTERISATION DE L'EVOLUTION SPATIALE DE LA MANGROVE DE LA ZONE HUMIDE RAMSAR DE GRAND-BASSAM EN CÔTE D'IVOIRE DE 1985 A 2030

Présenté par

**Jean Frédéric Oberlin YOUHOUI**

pour l'obtention du Master en Développement de l'Université Senghor

Département Environnement

Spécialité Gestion des Aires Protégées

le 23 mars 2019

Devant le jury composé de :

**Dr. Martin YELKOUNI** Président

Directeur du Département Environnement  
Université Senghor Alexandrie-Egypte

**Pr. Souleymane Konaté** Examineur

Enseignant-Chercheur Professeur Titulaire en Ecologie  
Université Nangui Abrogoua Abidjan - Côte d'Ivoire  
Enseignant associé à l'Université Senghor à Alexandrie

**Dr. Paul OUEDRAOGO** Examineur

Conseiller Principal pour l'Afrique de la Convention de  
Ramsar – Gland, Suisse

## Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu être concrétisé sans l'aide de plusieurs personnes. Je souhaite adresser tous mes remerciements à ces personnes.

Tout d'abord, je remercie sincèrement Dr Martin YELKOUNI, Directeur de Département Environnement, qui a dirigé et encadré ce mémoire de la première à la deuxième année du master.

Mes remerciements s'adressent également au Dr Paul OUEDRAOGO, Conseiller Principal pour l'Afrique de la Convention Ramsar, qui nous a inculqué une vision de gestionnaires des Aires Protégées à travers ses apports scientifiques et concrets qui ont enrichi mon travail. Il a su faire preuve de disponibilité malgré ses charges administratives.

Nous tenons à remercier tous les enseignants qui sont intervenus au titre de l'année académique 2017-2019 au Département Environnement en particulier dans la spécialité Gestion des Aires Protégées pour leurs conseils instructifs.

Nous exprimons notre gratitude et notre reconnaissance au Commandant KONE Salimata, Directrice de la Faune et des Ressources Cynégétiques (DFRC) du Ministère des Eaux et Forêts de la Côte d'Ivoire, qui a permis que nous effectuons notre stage dans sa Direction. Nous remercions également le Colonel AGOH Jean-Baptiste qui a pris des dispositions pour que nos différentes missions de terrain soient effectuées.

Nous remercions l'ensemble des Agents de la DFRC en particuliers les Lieutenants KOUAME Kouassi Firmin et OUATTARA P. Cyrille, et Monsieur VAOULI ZOU BI Trazié Noël pour leurs conseils et aides qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de ces dix semaines de stage.

Ensuite, nos remerciements s'adressent à Messieurs KOIGNY Kouadio Juslin Hervé (Etudiant en Biologie Végétale à l'Université Péléforo GON de Korhogo – Côte d'Ivoire) et KOUADIO Konan Michael (Doctorant en Géographie Physique à l'Université Alassane Ouattara de Bouaké – Côte d'Ivoire) de nous avoir apporté assistance lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous ne saurons oublier nos parents pour leur soutien, leur contribution, ainsi que nos frères et sœurs pour leur encouragement.

Enfin, nous adressons nos remerciements à tous nos proches et amis pour leur critique et encouragement.

## Dédicace

*À ma tendre mère chérie DOGBO Cynthia Marie qui m'a toujours soutenu dans les moments difficiles et pour qui, je me battrais pour la rendre heureuse.*

*Au Professeur Véli Kpan Noël qui m'a adopté depuis ma première année de Géographie.*

*À ma très chère Rose Delima*

## Résumé

Les mangroves mondiales ont longtemps été marginalisées avec une exploitation non rationnelle. De ce fait, la question de leur dégradation, due aux pressions anthropiques est aujourd'hui un problème qui préoccupe les organismes de conservation. En Côte d'Ivoire, la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam est confrontée à ce même problème de dégradation. L'habitat des mangroves est désormais l'espace pour l'installation des infrastructures de la commune de Grand-Bassam. En outre, la forte demande de bois depuis 2002, dans l'intérêt de fournir l'énergie combustible aux pâtisseries de la commune de Bingerville ainsi qu'aux fumeuses de poissons, a entraîné une coupe excessive des palétuviers dans les villages d'Eloka et d'Ebrah. Ces états des faits entraînent ainsi, une transformation spatiale du milieu avec d'énormes risques d'inondation. C'est pourquoi, il convient de savoir : quel est l'état de l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam ?

Ce mémoire analyse l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam entre 1985 et à l'horizon 2030. Pour ce faire, l'étude a utilisé des techniques de télédétection telles que la classification d'images Landsat et le module Land Cover Modeler (LCM). Puis, des enquêtes par questionnaires, les observations de terrains et entretiens, des recherches documentaires et des analyses socio-économiques. Les données ont été introduites dans un système d'information géographique. Par la suite, des cartes thématiques accompagnées de figures ont été produites montrant le recul constant en superficie de la mangrove entre 1985 et 2030. En outre, des synthèses de tableaux, présentant des objectifs opérationnels, des projets de conservation et de résilience qui ont été mis en œuvre dans le cadre de la gestion rationnelle des écosystèmes en général et des mangroves en particulier. Il en ressort une absence de mise en œuvre concrète de projet de restauration et de résilience de la mangrove vu leur état de dégradation.

Dans le souci de remédier à cette dégradation de la mangrove, un projet de conservation, restauration et de résilience est recommandés. Des plants de *Rhizophora racemosa* seront plantés dans les endroits dépourvus de mangroves. Ensuite, un parc à bois constitué d'*Acacia mangium* sera créé afin de permettre la résilience de la mangrove. Par la suite, des objectifs opérationnels consignés dans ce travail qui contribuent à l'atteinte des objectifs 1 et 14 d'AïCHI, seront mis en exergue avant, pendant et après la mise en œuvre du projet.

## Mots-clés

Côte d'Ivoire, Ramsar, Mangroves, Résilience, Restauration, Zones humides

## Abstract

The world mangrove swamps were marginalized for a long time with a not rational exploitation. Therefore, the question of their degradation, due to the anthropogenic pressures is a problem today which worries the bodies of preservation. In Ivory Coast, the mangrove swamp of Grand-Bassam Ramsar wetland is confronted with the same problem of degradation. The housing environment of mangrove swamps is from now on the space in the installation of the infrastructures of the municipality of Grand-Bassam. Besides, the wooden high demand since 2002, to supply the combustible energy in the cake stores of the municipality of Bingerville as well as in the hazy of fishes, pulled an excessive cup of mangroves in the villages of Eloka and Ebrah. These states of the facts so pull, a spatial transformation of the environment with enormous flood risks. That is why, it is advisable to know: what is the state of the spatial evolution of the mangrove swamp of Grand-Bassam Ramsar wetland?

This report analyzes the spatial evolution of the mangrove swamp of Grand-Bassam Ramsar wetland between 1985 and on the horizon on 2030. To do it, the study used techniques of remote detection such as the classification of images Landsat and the Land Cover modeler (LCM). Then, inquiries by questionnaires, the observations of grounds and interviews, document retrievals and socioeconomic analyses. The data were introduced into a geographical information system. Afterward, thematic cards accompanied by figures were produced showing the constant backward movement in surface of the mangrove swamp between 1985 and 2030. Besides, syntheses of paintings, presenting operational objectives, projects of preservation and impact strength which were implemented within the framework of the rational management of the ecosystems generally and the mangrove swamps in particular. An absence of concrete implementation of project of restoration and impact strength of the mangrove swamp seen their state of degradation emerges from it.

In the concern to remedy this degradation of the mangrove swamp, a project of preservation, restoration and impact strength is recommended. Plants of *Rhizophora racemosa* will be planted in places devoid of mangrove swamps. Then, a park with wood established of *Acacia mangium* will be created to allow the impact strength of the mangrove swamp. Subsequently, operational objectives recorded in this work, which contribute to the achievement of objectives 1 and 14 of AĬCHI, will be highlighted before, during and after the implementation of the project.

## Key-words

Ivory Coast, Ramsar, mangroves, Resilience, Restoration, Wetlands

Liste des acronymes et abréviations utilisés

<b>AEC</b>	: Association des Etats de la Caraïbe
<b>AEWA</b>	: Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie
<b>BNETD</b>	: Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement
<b>CCT</b>	: Centre de Cartographie et de Télédétection
<b>CoP</b>	: Conférence des Parties
<b>DFRC</b>	: Direction de la Faune et des Ressources Cynégétiques
<b>ETM</b>	: Enhanced Thematic Mapper
<b>FAO</b>	: Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>FDR</b>	: Fiche Descriptive Ramsar
<b>INS</b>	: Institut Nationale de la Statistique
<b>IRD</b>	: Institut de Recherche et de Développement
<b>JICA</b>	: Agence Japonaise de Coopération Internationale
<b>MCLAU</b>	: Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme
<b>MINEF</b>	: Ministère des Eaux et Forêts
<b>MNT</b>	: Modèle Numérique de Terrain
<b>NASA</b>	: National Aeronautics and Space Administration
<b>NDVI</b>	: Normalized Difference Vegetation Index
<b>NDWI</b>	: Normalized difference water index
<b>NOAA</b>	: National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>OLI 8</b>	: Operational Land Imager
<b>ONG</b>	: Organisation Non Gouvernementale
<b>ONU</b>	: Organisation des Nations Unies
<b>PNUD</b>	: Programme des Nations unies pour le développement
<b>PNUE</b>	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
<b>Sodexam</b>	: Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire Aéronautique Météo
<b>SQL</b>	: Structured Query Language
<b>SWIR</b>	: Short Wave InfraRed
<b>UICN</b>	: Union International pour la Conservation de la Nature
<b>UNESCO</b>	: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
<b>VITIB</b>	: Village des Technologies de l'Information et de la Biotechnologie
<b>WCS</b>	: Wildlife Conservation Society
<b>WWF</b>	: Fonds Mondial pour la Nature
<b>WA BICC</b>	: West Africa Biodiversity and Climate Change

## Tables des matières

Remerciements .....	i
Dédicace .....	ii
Résumé .....	iii
Mots-clés .....	iii
Abstract .....	iv
Key-words.....	iv
Tables des matières.....	vi
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR LES MANGROVES DANS LE MONDE ET LES METHODES D'ETUDE SPATIALE .....</b>	<b>3</b>
1 Spécificités des écosystèmes de mangrove .....	3
1.1 Faune .....	3
1.2 Flore.....	3
2 Distribution spatiale des mangroves.....	5
3 Intérêts écologiques et socioéconomiques des mangroves .....	6
3.1 Importance écologique .....	6
3.2 Importance socio-économique .....	6
4 Facteurs de dégradation des mangroves .....	7
5 Mode de gestion des mangroves .....	7
5.1 Mesures de conservation des mangroves.....	7
5.2 Suivi de la mangrove par télédétection .....	8
5.2.1 Données satellitaires.....	8
5.2.2 Méthode cartographique.....	8
5.2.3 Méthode de projection de l'évolution spatiale .....	9
<b>CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE HUMIDE RAMSAR DE GRAND-BASSAM .....</b>	<b>13</b>
1 Situation géographique et cadre institutionnel.....	13
2 Caractéristiques biophysiques .....	15
2.1.1 Climat .....	15
2.1.2 Hydrologie.....	15
2.1.3 Géomorphologie et sol .....	16
2.1.4 Typologie de la végétation.....	17
2.1.5 Faune.....	18

3	Caractéristiques du milieu humain.....	18
3.1.1	Activités socio-économiques des populations .....	18
3.1.2	Nombre et composition de la population .....	19
	<b>CHAPITRE III : APPROCHE METHODOLOGIQUE A LA CARACTERISATION SPATIALE DE LA MANGROVE DE 1985 A 2030 .....</b>	<b>21</b>
1	Variables d’analyse .....	21
2	Données issues des enquêtes de terrains .....	22
2.1.1	Revue documentaire.....	22
2.1.2	Données statistiques.....	22
2.1.3	Données de l’enquête de terrain et d’entretiens.....	23
3	Données cartographiques - vectorielles et satellitaires .....	23
3.1.1	Données vectorielles et cartographiques .....	23
3.1.2	Données images satellitaires .....	23
4	Outils de traitement des données.....	24
5	Méthode et traitement de données d’enquête.....	25
5.1.1	Choix des localités.....	25
5.1.2	Enquête par observation .....	26
5.1.3	Enquête par entretien.....	26
5.1.4	Enquête par questionnaire .....	26
5.1.5	Traitement et analyse de données des personnes enquêtées.....	27
6	Traitement et analyse des données vectorielles et satellitaires .....	28
6.1.1	Traitement des données cartographiques et vectorielles.....	28
6.1.2	Traitement et analyse des données satellitaires .....	28
7	Validation de la classification par la matrice de confusion .....	30
8	Difficultés et limites de la recherche .....	32
	<b>CHAPITRE IV : CARACTERISATION DE LA DYNAMIQUE DE LA MANGROVE DE GRAND-BASSAM DE 1985 A 2030.....</b>	<b>33</b>
1	ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE L’OCCUPATION DU SOL DE 1985 A 2017 .....	33
1.1	Etat de l’occupation des sols dans la zone humide de Grand-Bassam.....	33
1.1.1	Occupation du sol en 1985 .....	33
1.1.2	Occupation du sol en 2017 .....	34
1.2	Evolution de la mangrove sur la période 1985-2017.....	36
1.2.1	Marché du bois de palétuvier .....	37
1.2.2	Utilisation du bois de palétuvier dans les ménages .....	38

1.2.3 Destruction de la mangrove par les Infrastructures urbaines mal planifiées .....	39
2 PROJECTION DE L'EVOLUTION SPATIALE A L'HORIZON 2030 DE LA MANGROVE.....	40
2.1 Modélisation du potentiel de transitions .....	40
2.1.1 Création du sous-modèle de transition .....	40
2.1.2 Evaluation de la qualité des variables explicatives.....	41
2.2 Projection de l'évolution de l'occupation du sol à l'horizon 2030 .....	42
2.2.1 Demande de modélisation des changements de l'occupation du sol.....	42
2.2.2 Génération de la carte prédictive à l'horizon 2030 .....	42
2.3 Analyse de l'évolution de la mangrove entre 2017 et 2030.....	44
<b>CHAPITRE V : DIAGNOSTIC DES PROJETS CONCRETS DE RESTAURATION ET DE RESILIENCE DE LA MANGROVE ELABORES ET PERSPECTIVES POUR UNE CONSERVATION DURABLE .....</b>	<b>47</b>
1 RESULTATS ESCOMPTEES A L'ISSUS DES OBJECTIFS OPERATIONNELS DU PLAN D'ACTION POUR LA BIODIVERSITE DE LA COTE D'IVOIRE 2016-2020.....	47
2 PROJETS DE RESTAURATION ET DE RESILIENCE MIS EN ŒUVRE DANS LES ZONES HUMIDES DE CÔTE D'IVOIRE .....	48
2.1 Programmes et projets de sites Ramsar mis en œuvre et leurs impacts.....	48
2.2 Mis en œuvre de projets en zone humide dans les sites non Ramsar et leurs impacts	50
3 PERSPECTIVE POUR UNE RESTAURATION ET CONSERVATION DURABLE DE LA MANGROVE .....	51
3.1 Mise en place de projet de Conservation, Restauration et Résilience de la mangrove qui contribue à l'atteinte des objectifs 11-14-15 d'AÏCHI.....	53
3.2 Actions stratégiques avant et pendant la mise en œuvre du projet qui contribuent à l'atteinte de l'objectif 1 d'AÏCHI .....	54
3.2.1 Implication de la jeunesse riveraine dans la gestion de la zone humide .....	54
3.2.2 Intensification des campagnes de sensibilisation des populations riveraines et la vulgarisation des connaissances sur la mangrove .....	54
3.2.3 Organisation récurrente des événements (journée mondiale des zones humides, journée des mangroves).....	55
3.2.4 Matérialisation des limites de la zone humide.....	55
3.3 Actions après le projet qui contribuent à l'atteinte de l'objectif 14 d'AÏCHI .....	55
3.3.1 Promotion de l'élevage de poulet à Eloka et Ebrah et l'ouverture de l'embouchure de Grand-Bassam .....	55
3.3.2 Vulgarisation de foyers améliorés .....	55
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>57</b>
Références bibliographiques.....	x
Liste des illustrations.....	xiii

Liste des tableaux.....	xiii
Glossaire .....	xv
Annexes .....	xvi

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les mangroves jouent un rôle très important dans le fonctionnement de l'écosystème. Selon Rougerie (1986), la mangrove stabilise la côte en empêchant l'érosion côtière. Elle protège le littoral contre les agressions terrestres (eaux turbides) et marines (tempêtes) (David, 1985). Les mangroves enrichissent le milieu estuarien et marin en nutriments par la biodégradation des matières organiques qu'elles produisent et des matériaux venant de la terre ferme et emprisonne également le CO<sub>2</sub> dans sa vase (Ngor Ndour *et al.* 2011). Outre son intérêt écologique, les mangroves procurent de la subsistance aux populations des zones côtières (FAO, 2005). La pêche de poissons et de crustacés dans la mangrove constitue une importante activité socio-économique (Tiega *et al.* 2012). Les hommes pêchent du poisson dans ce milieu qui compte environ 114 espèces de même que la crevette (Diouf, 1996).

Malgré ces multiples potentialités remarquables, les mangroves manquent de protection dans plusieurs régions tropicales (Spaninks *et al.* 1997; Aijiki, 2000). Cet état de fait les met dans une situation atterrante. L'état des lieux des mangroves devient de plus en plus préoccupant à l'échelle mondiale en général, et en Côte d'Ivoire en particulier. Ainsi, il est estimé au niveau mondial que 50% des mangroves n'existent déjà plus, et qu'une bonne partie de celles qui restent sont en péril (MMFT, 2002). En outre, la superficie mondiale des mangroves est passée de 18,8 millions d'hectares en 1980 à 15,2 millions en 2005, soit une perte de 3,6 millions d'hectares (FAO, 2005). La FAO (2003) révèle que, l'Afrique possède la deuxième plus grande étendue de mangrove après le continent asiatique et, qu'elle n'est pas épargnée non plus par cette dégradation significative. La FAO a révélé qu'en 1980, la superficie totale des mangroves était estimée à 3,6 millions d'hectares contre 3,3 millions d'hectares en 2000 ; soit un taux de changement de -3% (308.000 ha). Par ailleurs, cette tendance lourde est due à une conjugaison de la pauvreté des populations des zones côtières qui tirent une grande partie de leur subsistance dans les zones marécageuses (Ngor Ndour *et al.* 2011). Cette situation prévaut également en Côte d'Ivoire (Egnankou, 1985). Les superficies des mangroves étaient estimées à 110.000 ha en 1966 contre 15.000 ha en 1995 et 9.940 ha en 2000 (Egnankou, 1985). Aujourd'hui, le manque de données constitue un obstacle à une évaluation nette de l'état actuel de dégradation des mangroves ivoiriennes.

L'amplification de la croissance des populations côtières et les pressions provenant des activités anthropiques terrestres provoquent la perte des ressources vivantes et la destruction des habitats côtiers. Ce qui a des répercussions sur les opportunités de survie et accentue la pauvreté. Mais les causes de cette dégradation sont de plusieurs ordres. D'une part, ce sont les phénomènes naturels (changement climatique, érosion et déficit pluviométrique et inondation), et d'autre part la pollution, le développement du tourisme, le prélèvement anarchique du bois et les pressions du développement urbain.

Les informations cartographiques qui pourraient avoir une vue globale sur l'étendue de la mangrove ivoirienne et envisager un aménagement approprié ne sont pas totalement

réalisées. Ce sont autant de raisons qui justifient le choix du sujet de recherche sur l'étude de l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam de 1985 à 2030.

Aujourd'hui, la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam est confrontée au problème de dégradation. L'habitat des mangroves est désormais l'espace propice pour l'installation des infrastructures de la commune de Grand-Bassam. En outre, la forte demande de bois depuis 2002, dans l'intérêt de fournir l'énergie combustible aux pâtisseries de la commune de Bingerville ainsi qu'aux fumeuses de poissons, a entraîné une coupe excessive des palétuviers dans les villages d'Eloka et d'Ebrah. Ces états de fait entraînent ainsi, une transformation spatiale du milieu avec d'énormes risques d'inondation.

Cette étude soulève la question de savoir : quel est l'état de l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam ? Pour mener une réflexion sur cette question, il revient de répondre à ces deux questions : quelle est l'évolution de la superficie de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam ? Quelle est la cause d'intensification à la dégradation de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam ?

L'objectif du présent mémoire est de caractériser l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam entre 1985 et à l'horizon 2030. Plus spécifique, il revient d'abord de déterminer l'évolution des superficies de la mangrove de 1985 à 2017. Ensuite, de projeter l'évolution des superficies de la mangrove d'ici à l'horizon 2030. Et enfin, d'identifier la cause d'intensification de la mangrove de la zone humide.

Le profit qu'on peut tirer de cette étude est l'utilité, l'importance et l'actualisation des informations sur l'environnement physique et humain de ce site. Ces informations permettent entre autres d'aider les gestionnaires et les praticiens en charges de la conservation et de la gestion de la biodiversité de mieux connaître les caractéristiques écologiques, d'être informés sur l'évolution de la mangrove. Cela permettra d'envisager un aménagement du site dans une optique d'amélioration des conditions de vie des populations environnantes. En outre, l'étude servira à l'actualisation de la fiche Ramsar du site, mais également à l'identification de zones prioritaires pour la restauration des zones humides de Côte d'Ivoire comme le recommande la cible 12 du plan stratégique Ramsar 2016-2024.

Ce travail s'articule autour de cinq chapitres. Le chapitre I présente les généralités sur la mangrove dans le monde. Le chapitre II présente de façon générale la zone humide de Grand-Bassam. Le chapitre III expose méticuleusement l'approche méthodologique utilisée pour la vérification des hypothèses de recherche. Le chapitre IV aborde la caractérisation de la dynamique de la mangrove de Grand-Bassam de 1985 à 2030. Le chapitre V consiste à un diagnostic de la mise en œuvre concrète de projet dans les zones humides de Côte d'Ivoire et expose les perspectives ou recommandations.

# CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR LES MANGROVES DANS LE MONDE ET LES METHODES D'ETUDE SPATIALE

La recherche bibliographique nous a conduits à exploiter plusieurs fonds documentaires de diverses bibliothèques et aussi sur internet. Elle nous a permis d'avoir une connaissance plus large sur les mangroves. La revue bibliographique a été l'occasion pour nous de constater que les études relatives aux mangroves sont abondantes. La documentation est constituée pour l'essentiel d'ouvrages spécifiques, de revues scientifiques, de mémoires de fin de cycle et de thèses de doctorat. Les différentes thématiques abordées dans ces travaux de recherches sont les suivantes :

- Spécificités des écosystèmes de mangrove ;
- Distribution spatiale des mangroves ;
- Intérêts écologiques et socio-économiques des mangroves ;
- Facteurs de dégradation des mangroves et ;
- Mode de gestion des mangroves et sa cartographie par télédétection

## 1 Spécificités des écosystèmes de mangrove

### 1.1 Faune

Les mangroves sont l'un des écosystèmes qui renferment des espèces animales rares les plus importantes de la planète où, les oiseaux d'eau comme l'ibis rouge peuplent plus la mangrove (Ndotit Manguingha, 2014). Mais les crabes, les mollusques, les crustacés et les poissons sont les plus présents. On trouve des crabes comme les ucas et les mantous, ou le crabe "sémaphore" dit aussi violoniste (Vande, 2005). La zone aérienne est occupée par des insectes, des reptiles et des oiseaux (Vande, 2005). Dans certaines zones, on y trouve également des animaux sauvages à l'exemple du Bangladesh où la mangrove est le refuge du tigre du Bengale (FAO, 2005). C'est l'un des derniers territoires que l'homme ne peut menacer. Mais on y trouve aussi le cerf axis, des macaques auxquels l'enchevêtrement de branches d'arbres offre un refuge impénétrable (Ndotit Manguingha, 2014).

### 1.2 Flore

La végétation de la mangrove est diversifiée et comporte assez de caractéristiques floristiques (Saffache, 2001). Mais, les palétuviers constituent les espèces dominantes de cet écosystème. Le *rhizophora* et l'*avicennia* sont l'une des variantes de palétuviers les plus dominantes de cet écosystème (Egnankou, 1985). Ils se développent sur un substrat vaseux. Le *rhizophora* prend une forme d'une échasse aux multiples arceaux qui lui permet de bien s'arc-bouter dans la vase (figure 1). Par contre, l'espèce *avicennia* dispose des racines pneumatophores qui croissent sous la vase (Saffache, 2001) (figure 2).

Selon Kouamé *et al.* (2009), les mangroves de la zone sud-est de la Côte d’ivoire sont caractérisées par cinq communautés végétales. Parmi elles, il y a la présence de *rhizophora racemosa* bien développé en bordure des lagunes Aby. Il se développe également au niveau du Parc national des îles Ehotilés et dans des stations de mangroves bien conservées au niveau de l’île Vitré en lagune Ebrié (Egnankou, 1985). L’espèce *Avicennia germinans* qui se développe sur les substrats vaseux ou sablo-vaseux. Dans les espaces dégradés des mangroves, on note la présence de *machaerium lunatum* et *Dalbergia ecastaphyllum*.



**Figure 1** *Rhizophora racemosa* du parc des îles Ehotilés

Source : Boris Kester, 2015



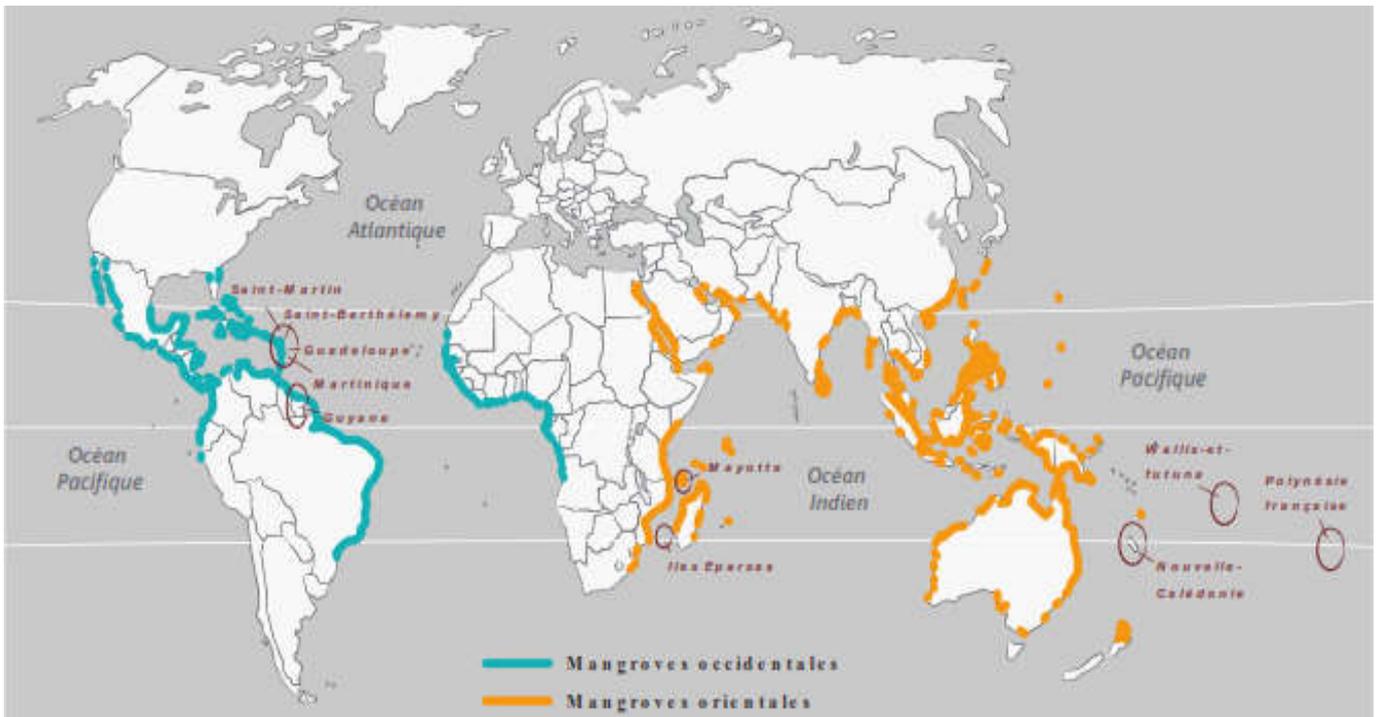
**Figure 2** Racines pneumatophores d’*avicennia germinans*

Source : Prota

## 2 Distribution spatiale des mangroves

Pour qu'une mangrove prospère, il faut que la température du milieu dans lequel elle se développe soit toujours supérieure à 18°C avec une amplitude thermique journalière modeste inférieure à 10°C (Saffache, 2001). La température est l'un des paramètres qui conditionne la distribution spatiale des mangroves. C'est la raison pour laquelle les mangroves ne se développent que dans les zones équatoriales, tropicales humides et les régions semi-tempérées (Saffache, 2001). La cartographie mondiale des mangroves (figure 3) distingue deux régions de mangrove (Spalding *et al.* 2010). La mangrove occidentale et la mangrove orientale possédant la plus grande part de superficie mondiale.

L'Afrique est dotée de mangroves abondantes couvrant plus de 3,2 millions d'hectares, de la Mauritanie à l'Angola sur la côte atlantique, et de la Somalie à l'Afrique du sud, le long de l'Océan indien. Les pays couverts de mangrove en Afrique de l'ouest et du centre sont les pays non enclavés par l'océan (Ajonina *et al.* 2008).



**Figure 3** Répartition mondiale des mangroves

Source : Spalding, Collins et Kainuma, 2010

En Côte d'Ivoire, les régions de mangroves peuvent être séparées en deux principaux groupes (Egnankou, 2007). La zone se trouvant entre Assinie et Fresco qui est formée d'étendues lagunaires dans lesquelles se jettent les rivières et la zone se trouvant entre Fresco et la frontière avec le Libéria le long du fleuve Cavally qui est formée d'un système fluvial deltaïque. Les mangroves des étendues lagunaires sont généralement plus petites bien qu'elles atteignent vingt mètres de hauteur dans la région de Grand Bassam (Egnankou, 2007).

### **3 Intérêts écologiques et socioéconomiques des mangroves**

#### **3.1 Importance écologique**

Les mangroves ont longtemps été mal considérées à cause de son odeur nauséabonde et de ses zones putrides, contenant des moustiques et des reptiles Saffache (2001). Mais les mangroves sont écologiquement nécessaires. Cet auteur stipule que les mangroves ont une importante fonction paysagère puisque dans les Caraïbes, elles représentent la seule espace de verdure littorale. Les mangroves abritent une faune nombreuse et variée et concentrent ainsi une partie importante des ressources faunistiques. On estime par exemple, que 80 à 90% des poissons pêchés dans le Golfe du Mexique naissent dans les mangroves caribéennes (UNESCO, 1983). Si la faune aquatique (poissons, mollusques, etc.) prolifère dans les mangroves, les oiseaux y trouvent aussi un habitat parfaitement adapté à leurs besoins.

Des études effectuées en Floride ont dénombré respectivement 181 espèces d'oiseaux nichant dans les mangroves (Odum, 1982). Les mangroves ont aussi d'autres fonctions telles que la double fonction purificatrice : elles absorbent le gaz carbonique et rejettent l'oxygène ; elles absorbent aussi de grandes quantités d'éléments polluants et jouent donc le rôle de véritables stations d'épuration naturelle (Saffache, 2001). Par ailleurs, Alongi (2012), montre que l'écosystème le plus performant dans la séquestration de carbone est la forêt de mangroves (+ de 900 tonnes par ha) devant les forêts boréales, tempérées et tropicales des milieux terrestres environ 250 tonnes par ha.

#### **3.2 Importance socio-économique**

Les mangroves ont également une importance économique. Certaines études attribuent une valeur financière moyenne par hectare et par an pour les vastes mangroves mondiales telles que celles d'Afrique et du Brésil, équivaut à 1470 et 6614 Euros (Spalding et al. 2011). Les communautés utilisent l'écorce de plusieurs arbres de *Rhizophora* et *Bruguiera* pour la préparation du cuir (Tiega, 2012). En République dominicaine, par exemple, les troncs de palétuviers ont servi à la construction de séchoirs à tabac, des échafaudages, des piquets de clôtures, des poteaux de soutènement ont été réalisés à partir de troncs de palétuviers (Saffache, 2001). En Côte d'Ivoire, elles ont joué et continuent de jouer un rôle important sur l'ensemble du littoral : le bois est utilisé 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 feu (Egnankou, 2007).

## **4 Facteurs de dégradation des mangroves**

Les écosystèmes humides littoraux s'avèrent être des milieux très fragiles. Par une utilisation abusive, non contrôlée, l'homme occasionne leur dégradation pouvant aboutir jusqu'à leur disparition (Ruggiero, 2003). Le même auteur précise que, les facteurs physiques tels que le réchauffement climatique, l'augmentation du niveau de la mer sont moins influents dans la dégradation de cet écosystème. Selon la FAO (2007), les causes principales de la dégradation des mangroves sont l'urbanisation, le remblaiement, le tourisme et la pollution qui sont dus à la démographie côtière.

En réalité, ces forêts très fragiles disparaissent progressivement, puisqu'elles sont soumises à une utilisation ne répondant plus aux besoins traditionnels des populations locales, mais se conformant de plus en plus aux caractéristiques de l'économie de marché.

A titre d'exemple, on estime qu'au Costa Rica plus de 50 % des mangroves ont été détruites en raison d'activités d'abattage incontrôlées (Clark, 1977). Ce même auteur stipule que la situation est encore pire en Colombie, où ce sont près de 70 % des mangroves qui ont été fortement dégradées ces cinquante dernières années en raison de la fabrication de charbon de bois. A Porto Rico et au Venezuela, par exemple, la prolifération de résidences touristiques « les pieds dans l'eau » constitue une source de pollution majeure, car les effluents domestiques sont rejetés à proximité des mangroves sans traitement préalable (Pannier *et al.* 1989).

## **5 Mode de gestion des mangroves**

### **5.1 Mesures de conservation des mangroves**

Depuis 1971, les mangroves sont aux centres des préoccupations mondiales. Plusieurs conventions internationales créant des sites protégées contribuent à la protection des mangroves et la Convention Ramsar est le leader de de conservation des zones humides dans le monde qu'elles soient menacées et vulnérables, même si la CDB joue un rôle indéniable dans la protection de la mangrove (Gaudin, 2005).

Plusieurs acteurs œuvrent pour la conservation et la gestion durable des mangroves. Au Cameroun par exemple, des programmes de restauration des mangroves ont été entrepris par plusieurs parties prenantes tels que les ONG, l'Etat, les organisations internationales comme le WWF. A titre illustratif, à Douala, les pépinières de mangroves ont été établies dans l'estuaire de Ntem par la population de Campo Beach avec plus de 4000 semis de mangroves élevés et établis comme barrière verte pour protéger Campo Beach de l'érosion côtière et le vent. Cette initiative est un projet communautaire basé sur l'expérience négative de la destruction de la construction de murs de béton le long de la plage (FAO, 2009).

Selon Saffache (2001), la survie et la gestion des mangroves caribéennes passent d'abord par la mise en place de véritables lois environnementales qui pourraient être mises en œuvre par l'AEC. En Côte d'Ivoire, la protection de l'écosystème mangrove ne fait l'objet d'une législation propre mais elle est régie par le code forestier.

## **5.2 Suivi de la mangrove par télédétection**

### **5.2.1 Données satellitaires**

La cartographie de la mangrove par télédétection a pris de l'ampleur depuis la découverte de l'intérêt écologique et économique de la mangrove à partir du 20<sup>e</sup> siècle. Des successions d'images satellitaires ont vu le jour en fonction des objectifs d'études du milieu. Selon Taureau (2015), quatre catégories d'image peuvent être distinguées en fonction de leur résolution spatiale. Ce sont entre autres : les images aériennes, les images satellites de très Haute Résolution Spatiale ou THRS (1 mètre de côté), les images satellites à haute résolution dont les pixels font 1,5 mètre de côté (SPOT, RapidEye, etc.) et les images satellites à moyenne résolution (+10 mètres de côté). Ce même auteur stipule que les images THRS apportent un très grand avantage dans la cartographie des mangroves, puisqu'elles permettent de distinguer des éléments très fins du paysage. Aussi, Blasco *et al.* (1998) et Heumann (2011) réitèrent les propos de Taureau en disant que le THRS permet des avancées importantes dans la connaissance des mangroves. Car les combinaisons de bandes spectrales, algorithmes de classification, d'analyses des textures permettent une cartographie des écosystèmes mangroves et de leurs dynamiques.

En revanche, s'il s'agit d'une cartographie transcrivant simplement la présence ou absence de mangrove sur de grandes surfaces, une résolution plus basse est recommandée en l'occurrence les images Landsat. Bien que la résolution spatiale des images à moyenne résolution demeure insuffisante pour cartographier les différents types de mangroves, elle permet néanmoins de discrétiser la végétation en deux catégories mangrove/non-mangrove avec une grande précision comme dans les deux exemples suivants à deux échelles différentes.

### **5.2.2 Méthode cartographique**

Suivre la dynamique des mangroves revient à la délimitation de ses contours et le calcul de la surface comprise entre ces limites (Taureau *et al.* 2015). Pour ce faire, Taureau *et al.* ont utilisé les propriétés spectrales de la mangrove dans le Moyen Infrarouge (MIR) disponibles sur certains capteurs satellitaires dont le capteur Haute Résolution Géométrique du satellite Spot 5 (bande SWIR, résolution spectrale 1,58 - 1,75  $\mu\text{m}$ , résolution spatiale 20 m) ou encore le capteur ETM+ du satellite Landsat 7 (bande SWIR n° 5, résolution spectrale 1,55-1,75, résolution spatiale 30 m). Diverses études ont pointé les propriétés optiques des mangroves dans ces longueurs d'onde (Curran, 1989 et Tamura, 2008).

Par ailleurs, la classification d'image est choisie parmi les diverses méthodes de cartographie car la majorité des travaux de cartographie est fondée sur cette démarche. Parlant de cette méthode, plusieurs façons d'aborder cette méthode sont présentées : depuis la photo-interprétation jusqu'aux approches orientées-objets en passant par les classifications pixels. Pour cette méthode, deux approches sont possibles notamment la classification supervisée et la classification non supervisée.

La classification non supervisée fixe un nombre de classes plus élevé que souhaité et on procède à la classification. Puis le travail a posteriori consiste à faire des regroupements de classes à la suite de la classification de façon à faire coïncider les limites des classes avec la connaissance a priori de la zone d'étude. Pour la classification supervisée, la connaissance préalable sert à établir des pixels ou groupes de pixels représentatifs de ces classes et à utiliser leur valeur comme parcelles d'entraînement pour agréger les pixels de l'image et leur attribuer la classe correspondante.

### **5.2.3 Méthode de projection de l'évolution spatiale**

La synthèse cartographique des travaux réalisés sur la projection de l'occupation des sols présente plusieurs types de modèles qui ont été utilisés. Selon Hubert-Moy *et al.* (2006), qui cite entre autres : les modèles mathématiques, statistiques, systèmes multi-agents, automates cellulaires et les modèles basés sur une approche dite "approximative". En outre, les modèles fondés sur la théorie de chaîne de Markov ou des modèles experts ont été largement utilisés (Okwuashi *et al.* 2012 ; He *et al.* 2006; Hepinstall *et al.* 2006; Hubert-Moy *et al.* 2006).

Au cours des 20 dernières années, les modèles tels que chaîne de Markov, CA-Markov GEOMOD et LCM (Land Change Modeler), ont été considérés comme performants et efficaces pour la prédiction du changement de l'occupation des sols, car ils sont couplés aux SIG dans l'analyse des données, la simulation des probabilités du changement et l'amélioration des résultats prédictives (Eastman, 2006).

Nombreux chercheurs tels que Eastman ont utilisé le LCM au détriment des autres modèles du fait que la simulation englobe plusieurs catégories d'occupation du sol contrairement à GEOMOD qui ne prennent que deux. Le LCM est un module intégré pour l'analyse, la prédiction du changement de l'occupation des sols et l'évaluation des implications sur l'environnement (Eastman, 2006 et 2009). La modélisation à l'aide du LCM nécessite principalement deux cartes de l'occupation des sols correspondant à deux dates différentes (temps-1 et temps-2). Ces cartes sont utilisées comme les données d'entrées pour l'analyse du changement de l'occupation des sols. Celle-ci permet de comprendre les gains, les pertes et les zones de transition des différentes catégories de l'occupation du sol (Nghiem, 2014). Elle permet également de quantifier les changements survenus du temps-1 au temps-2 (Tewolde et Cabral, 2011).

Le module LCM permet de prédire l'évolution de l'occupation du sol avec un, deux ou plusieurs catégories à la fois sur la base de transitions potentielles en utilisant des variables susceptibles de faire évoluer les catégories de sol dans le temps et dans l'espace. Chaque transition est modélisée par une régression logistique ou un réseau de neurones perceptron multi-couche.

Le module LCM permet d'évaluer la précision de chaque étape dans le processus de simulation et de choisir l'algorithme adapté à l'objectif initial. Il est à l'heure actuelle un outil de modélisation largement utilisé. Encore à un stade expérimental, il dispose de beaucoup de potentialités et peut fonctionner avec les réseaux neuronaux et fournir des résultats d'une précision supérieure à 70 % (Islam et Ahmed, 2011). De plus, ce modèle fournit également en sortie directement une carte prédictive de l'occupation du sol avec les catégories identiques à celles de la carte de départ.

En substance, plusieurs éléments peuvent être mis en relief. On y relève les spécificités des écosystèmes de mangroves. En outre, ces milieux ont des espèces fauniques et floristiques particulières caractérisées par des espèces de *Rhizophoras* et d'*Avicennia* qui possèdent des moyens de fixation de racines dans le sol mais tous deux propices aux zones humides. En outre, leur distribution spatiale est très spécifique à la surface terrestre.

Généralement les mangroves sont localisées le long de l'Océan indien, sur la côte atlantique, dans les zones équatoriales, tropicales humides et les régions semi-tempérées. Ainsi, cet écosystème renferme d'énormes intérêts écologiques et économiques. Sur le plan écologique, les mangroves séquestrent le CO<sub>2</sub>, abritent une faune nombreuse et variée et concentrent ainsi une partie importante des ressources faunistiques. Au niveau de son intérêt socioéconomique, le bois de mangrove sert à la production du charbon, à la construction de séchoirs à tabac, des échafaudages, des piquets de clôtures et des poteaux de soutènement sans oublier également la pêche par les populations riveraines. Plusieurs causes de dégradation ont été relevées dans la revue de littérature.

Les facteurs humains comme l'urbanisation mal planifiée, le remblaiement, le tourisme non durable, l'exploitation abusive des palétuviers dégradent fortement les zones de mangroves littorales. Tandis que les facteurs naturels comme le climat, la nature du sol influencent moins.

Le suivi de la dynamique de la mangrove par télédétection passe par l'utilisation de plusieurs données en l'occurrence les images satellitaires. Ces sources de données sont choisies en fonction de la surface à cartographier. Il faut ajouter à cela, pour une projection de l'évolution spatiale de l'occupation des sols, l'outil LCM est le mieux adapté bien qu'il est toujours en phase de perfectionnement.

Le manque d'étude approfondie sur l'évolution de la dynamique des mangroves dans la zone humide de Grand-Bassam, en dehors de celle d'Akadje *et al.* (2017) soulève notre engouement à vouloir mener cette étude dans l'optique de mieux discriminer la mangrove, et de

caractériser les différents facteurs anthropiques responsables de sa dynamique dans l'espace et dans le temps.

Au regard de la synthèse bibliographique qui précède, trois hypothèses se dégagent à savoir :

- De 1985 à 2017, la superficie de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam est réduite du fait de la progression des espaces humanisés et la coupe de palétuviers.
- La projection spatiale de la mangrove sur la période 2017 à 2030 exhibe une diminution de celle-ci causée par l'intensification de la coupe de palétuviers.
- L'absence d'une mise en œuvre concrète d'activité de restauration et de résilience de la mangrove contribue à sa dégradation.

La vérification de ces différentes hypothèses passe par l'adoption d'une méthodologie axée sur quatre étapes telles que : la recherche documentaire et données, les observations de terrains, les phases d'entretiens et questionnaires. Toutes ces données recueillies sont traitées à partir d'un système d'information géographique. Le tableau 1 résume le cadre logique et méthodologique de ce travail.

**Tableau 1** Tableau synoptique du cadre logique

Questions de recherche	Objectifs	Hypothèses	Variables d'analyse	Méthodologie	Expression des résultats
quel est l'état de l'évolution spatiale de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam ?	<p>Déterminer l'évolution des superficies de la mangrove de 1985 à 2017</p> <p>Projeter l'évolution des superficies de la mangrove d'ici à l'horizon 2030</p>	<p>De 1985 à 2017, la superficie de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam est réduite du fait de la progression des espaces humanisés et la coupe de palétuviers.</p> <p>La projection spatiale de la mangrove sur la période 2017 à 2030 exhibe une diminution de celle-ci causée par l'intensification de la coupe de palétuviers.</p>	Voir tableau 2	<p>Recherche documentaire</p> <p>Enquête de terrain</p> <p>Photo-interprétation</p> <p>Classification d'images satellitaire</p>	<p>Texte</p> <p>Figures</p> <p>Tableaux</p> <p>Cartes</p>
Quelle est la cause d'intensification à la dégradation de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam?	Identifier la cause d'intensification à la dégradation de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam.	L'absence d'une mise en œuvre concrète d'activités de restauration et de résilience de la mangrove contribue à sa dégradation	Voir tableau 3	Recherche documentaire	<p>Texte</p> <p>Figures</p> <p>Tableaux</p>

Source : Auteur, 2018

## **CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE HUMIDE RAMSAR DE GRAND-BASSAM**

La présentation de la zone d'étude est caractérisée par la description des éléments qui constituent son écosystème. Ils sont regroupés sous deux grands ensembles notamment, les caractéristiques biophysiques qui renferment l'hydrologie, la végétation, le climat, le sol et les caractéristiques humaines qui englobent la dynamique de la population, ses caractéristiques et la situation géographique et administrative. La présentation de toutes ces composantes nous permet de faire un état des lieux de notre zone d'étude afin de faire ressortir les forces et faiblesses de ladite forêt qui est perçue comme un espace en évolution.

### **1 Situation géographique et cadre institutionnel**

Située dans la partie est du littoral ivoirien, précisément entre le 5° 21' de latitude nord et 3°46' de longitude ouest, la zone humide de Grand-Bassam est la plus grande zone humide de Côte d'Ivoire avec une superficie de 40210 ha. Elle regroupe trois principales régions notamment la région de la Mé, du District Autonome d'Abidjan et du Sud-Comoé qui renferme une vaste partie soit les 2/3 de la superficie (figure 4). Différentes villes sont situées à l'intérieur et aux alentours de la zone humide en l'occurrence Grand-Bassam, Bingerville, Bonoua et Oghlwapo pour ne citer que cela. Gorgée par une vaste retenue d'eau, la zone humide de Grand Bassam est limitée au sud par l'océan atlantique.

La zone humide de Grand-Bassam s'inscrit dans le cadre de la Convention de Ramsar à laquelle la Côte d'Ivoire est partie prenante. Cette convention concerne l'identification de zones humides d'importance internationale. La zone humide de Grand-Bassam a été inscrite sur la liste Ramsar depuis le 18 octobre 2005 à l'issue du décret n° 00336/MINEF/CAB, le 19 avril 2004. La Direction de la Faune et des Ressources Cynégétiques est la structure étatique pour la gestion et la conservation de ladite zone humide. Par ailleurs, la Côte d'Ivoire a installé un Comité National Ramsar intégrant auprès des autorités gouvernementales, des chercheurs, des universitaires, et des responsables d'organisation non gouvernementales, tous compétents en divers domaines de la gestion des zones humides.

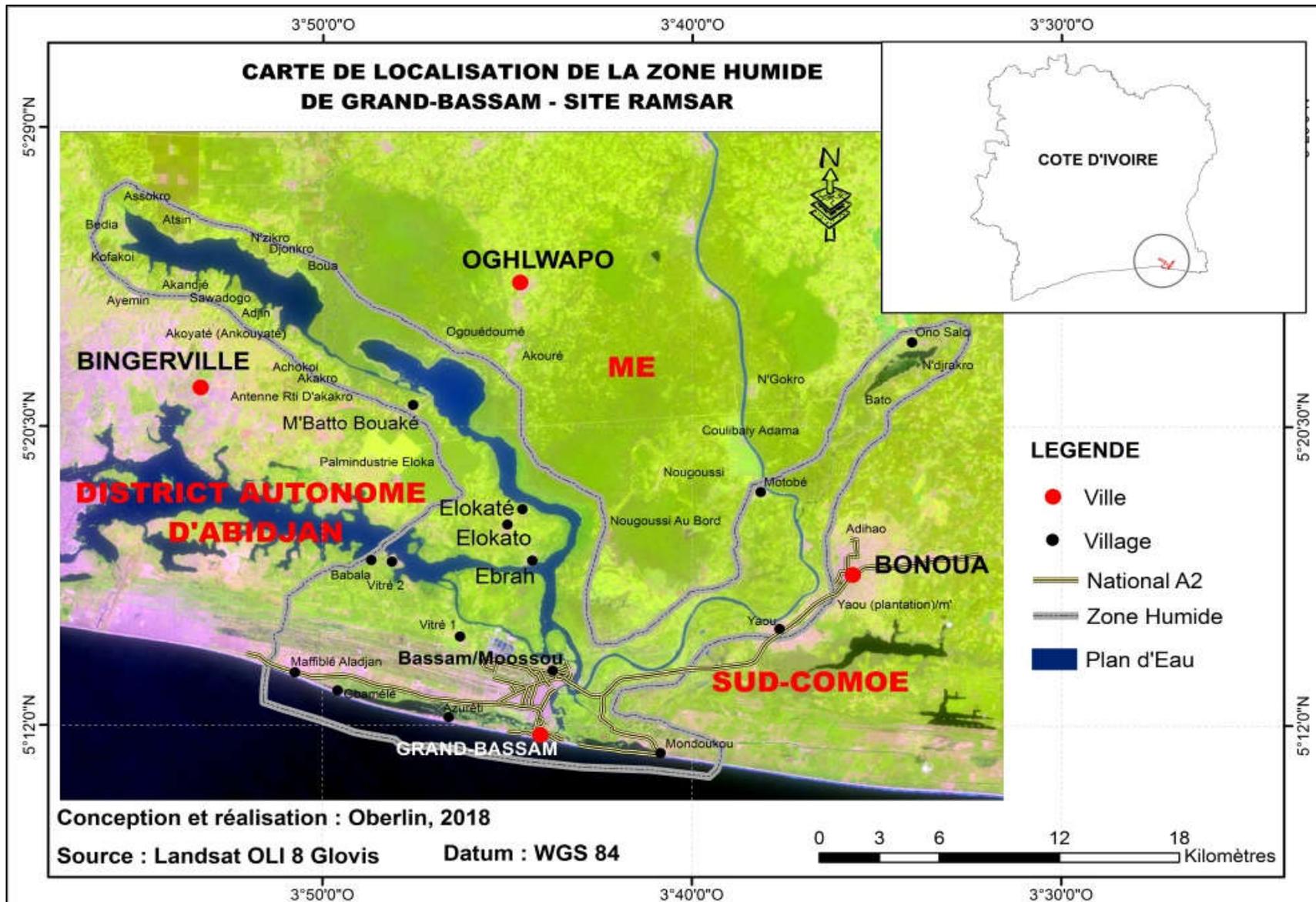


Figure 4 Carte de localisation de la zone d'étude

## 2 Caractéristiques biophysiques

### 2.1.1 Climat

La zone bénéficie d'un régime pluviométrie bimodal avec un climat de type subsoudanais de transition connue généralement sur le nom de climat tropical subhumide. La pluviométrie annuelle en 2017 est de 2715,6 mm (Sodexam, 2017). Elle est caractérisée par quatre saisons : une grande saison sèche (décembre à avril), une grande saison des pluies (mai à juillet), une petite saison sèche (août à septembre) et enfin une petite saison des pluies (octobre à novembre) (figure 5). La température moyenne annuelle en 2010 est de 27,9 °C. Ce sont les mois de mars (29,7°C) et d'avril (29,6°C) qui sont les plus chauds. Le mois d'août (25,4°C) est le plus frais. Le taux d'humidité varie de 80 à 90 % (infoclimat, 2018).

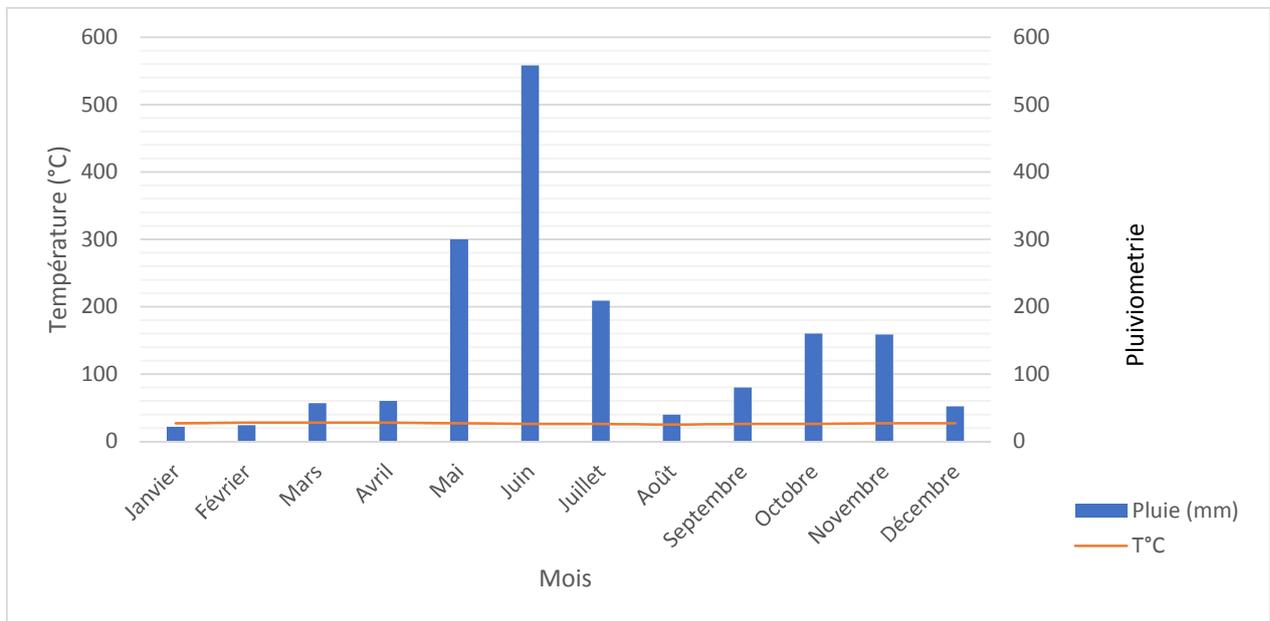


Figure 5 Diagramme ombrothermique Grand-Bassam

Source : infoclimat, 2018

### 2.1.2 Hydrologie

La zone humide de Grand-Bassam présente une grande surface d'eau (Enval, 2014). Le *fleuve Comoé* qui prend sa source au nord-est de la Côte d'Ivoire, alimente les différentes lagunes présentes dans la zone humide (Baidai, 2011). Il se prélassse en forme sinueuse lors de son passage dans la zone humide pour se déverser dans la mer en traversant les *lagunes Ouladines, Azurety et Ebrié* ainsi que la *rivière Mé*. Le *fleuve Comoé* et les différentes lagunes sont caractérisés par un régime tropical de transition avec une crue importante quand vient la saison des pluies. Mais pendant l'été, on constate une baisse du niveau d'eau. La zone humide renferme de sous bassins-versants (RSTM30 dans lesquels baignent une multitude de plans d'eaux intermittents. Ces bassins-versants sont beaucoup alimentés pendant la saison des pluies et aussi par les affluents des différentes lagunes et le fleuve Comoé. Pendant la

saison sèche, certains sous bassins tarissent. Mais les grands bassins restent gorgés d’eaux avec une légère baisse (Baidai, 2011). Cependant, la zone humide présente un important réseau hydrographique pour alimenter ses sous-bassins versants et pour le développement des espèces floristiques et aquatiques.

### 2.1.3 Géomorphologie et sol

La zone humide de Grand-Bassam appartient à l’étroit cordon littoral de très basse altitude qui constitue une barrière pour le complexe des lagunes *Ebrié* et *Potou* ainsi que le fleuve Comoé (Kouamé *et al.* 2006). Ce cordon est périodiquement submergé lors des fortes marées d’équinoxe qui se déroulent en mars et en septembre. Sur le plan géologique, la zone humide repose sur un sol qui s’est développé selon la topographie et la profondeur de la nappe phréatique. Cette zone humide se localise dans la zone centrale du bassin sédimentaire côtier où on observe du nord au sud les formations miopliocène à quaternaire (SODEMI, 1972). Les plateaux sablo-argileux du continental terminal au nord dominent les sables argileux des bas plateaux qui sont relayés au sud par les vases et sables lessivés fluviaux lagunaires. Son aspect relief montre une variation des altitudes d’un endroit à un autre. Cette zone appartient au domaine du bas plateau dont les altitudes varient de 0 à 279 m (RSTM30, 2016). Les surfaces les plus rigoureuses se localisent dans l’extrême nord-ouest de la zone humide ainsi qu’au centre-ouest dans les localités telles qu’Eloka et Ebrah (figure 6).

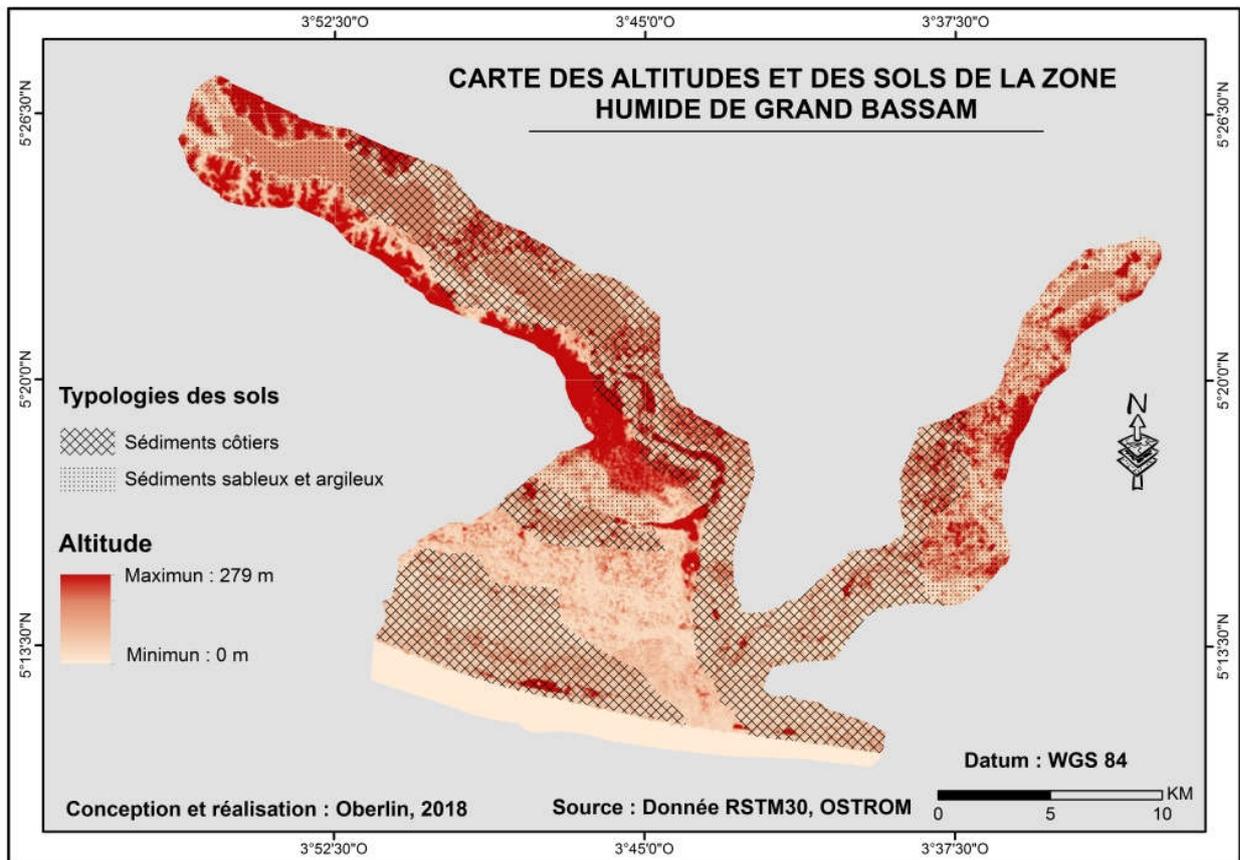


Figure 6 Carte des altitudes et des sols de la zone humide de Grand-Bassam

#### **2.1.4 Typologie de la végétation**

La zone humide de Grand-Bassam qui appartient au secteur littoral du grand domaine phytogéographique guinéen est caractérisée par divers types de végétations littorales et marécageuses (SODEFOR, 2014). Leur structure et composition sont conditionnées par les caractéristiques édaphiques du substrat, et par la salinité des eaux d'immersion. On distingue :

##### **a. Forêt littorale et mangrove**

La forêt littorale est caractérisée par de grands arbres qui sont généralement situés sur des espaces dont l'altitude est imposante (voir figure 3). Dominée par trois espèces de palétuviers, la mangrove se trouvant sur les pourtours de la lagune et des fleuves se développe sur des sols hydromorphes salés (OSTROM, 1985). Elle est constituée d'essence fréquemment observée de *Rhizophora racemosa* de taille variante entre 6 et 12 mètres de hauteur (Sankaré *et al.* 1997), ainsi que de *Avicennia germinans* qui est moins dominante dans le paysage.

##### **b. Prairie**

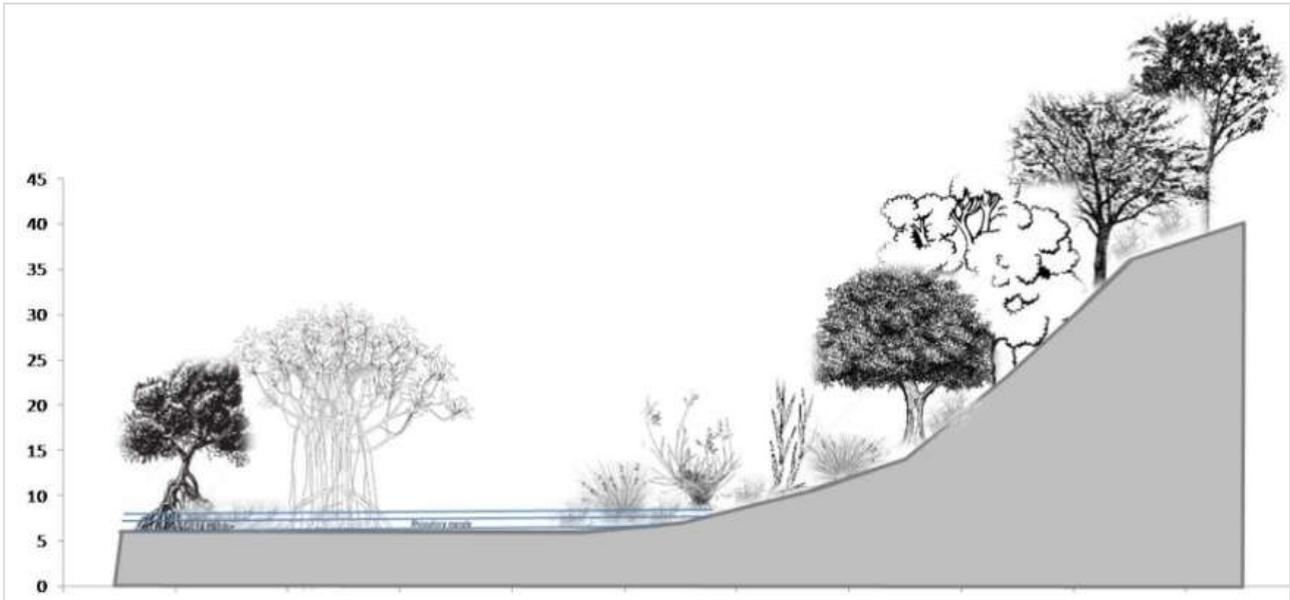
Ce sont de vastes étendues de végétation basses en majorité constituées d'herbacées rudérales dressées dont les plus dominantes sont les *hélrophytes graminéens* auxquelles se substitue une frange d'*hélrophytes* à *Cypéracées* colonisant les fonds plat et vaseux périodiquement inondés (Enval, 2014).

##### **c. Jachères**

Elles sont périodiquement inondées avec la présence d'espèce de taille moyenne (Enval, 2014). Les espèces caractéristiques sont : *Harungana madagascariensis*, *Alchornea cordifolia*, *Cecropia peltata*, *Musanga cecropioides*, *Chromolaena odorata*, *Panicum maximum*. Ces formations végétales sont entrecoupées par des champs de vivriers, de cocotiers, de palmiers à huile, de canne à sucre, de riz et de cultures maraîchères. Isolées, *Alstonia boonei*, *Ceiba pentandra*, *Pycnanthus angolensis* et *Bombax buonopezen* constituent les espèces de grande taille émergentes (Enval, 2014).

##### **d. Végétation marécageuse**

Cette formation végétale est présente exclusivement dans les zones de bas-fond mal drainées et périodiquement inondées par les eaux douces (Enval, 2014). Elle est bien développée dans l'ancien delta de l'Agnéby et comprend essentiellement des fougères (*Nephtrolepis bisserrata* et *Caeratopteris cornuta*) ; elle est considérée comme une formation résultant de la dégradation du raphia. Dans les secteurs non anthropisés, les espèces dominantes sont *Mitragyna ciliata*, *Symphonia globulifera* et *Raphia hookeri* et les espèces accompagnatrices *Ficus congensis*, *F. ovata*, *Cludia klainei*. (Enval, 2014). La figure 7 présente le profil de la végétation dans le village d'Elokato.



**Figure 7** Profil de végétation  
**Source :** Auteur, Juillet 2018

### 2.1.5 Faune

Selon Odoukpé *et al.* (2014), la zone humide de Grand-Bassam est le plus grand site Ramsar du pays abritant les oiseaux d’eaux. L’avifaune est très riche en espèces. Au total, 218 espèces appartenant à 51 familles et 17 ordres ont été identifiées. La dernière étude de l’avifaune révèle 49 espèces nouvellement observées dans la zone humide de Grand-Bassam. Le peuplement d’oiseaux rencontré renferme un grand nombre d’individus dont le pic annuel est atteint en juillet (Odoukpé *et al.* 2014). Ce peuplement est dominé par les populations de tisserins gendarmes (*Ploceus cucullatus*), de travailleurs à tête rouge (*Quelea erythropsia*) et de capucin nonnette (*Spermestes cucullata*). Selon Odoukpé *et al.* (2014), 165 espèces d’oiseaux appartenant à 45 familles ont été identifiées durant une observation faite dans la ville de Grand-Bassam d’avril 2010 à mars 2011. D’autres espèces animales abritent la zone humide de Grand-Bassam notamment la tortue verte (*Chelonia mydas*), le chimpanzé (*Pan troglodytes*), la panthère (*Panthera pardus*), l’éléphant de forêt (*Loxodonta africana cyclotis*), le crocodile de forêt (*Osteolaemus tetraspis*).

## 3 Caractéristiques du milieu humain

### 3.1.1 Activités socio-économiques des populations

La population de la zone humide pratique plusieurs activités. L’activité dominante est l’artisanat (voir figure 8). L’artisanat est l’une des activités qui apporte de bon revenu à la ville balnéaire de Grand-Bassam. Elle reçoit chaque année des touristes locaux et européens qui viennent profiter des œuvres d’art des populations. La pêche est pratiquée par les Ghanéens

et libériens venu des pays voisins. Les productions vivrières de l'agriculture telle que le manioc est cultivé dans tous les villages. Depuis 2002, une autre activité est née suite à la fermeture de l'embouche de Grand-Bassam. Le marché de bois de mangrove devient un secteur enrichissant de certaines populations riveraines notamment Ebrah et Eloka.



**Figure 8** Œuvres d'art pour commercialisation dans la commune de Grand-Bassam  
**Source :** Auteur, juillet 2018

### **3.1.2 Nombre et composition de la population**

La population de la zone humide de Grand-Bassam est diversifiée (INS, 2014). Elle est constituée d'une population fortement cosmopolite avec une majorité autochtone. La zone humide est fortement peuplée par les peuples autochtones *Appoloniens*, *Ebriés* et *Abouré* (INS, 2014). À ces peuples s'ajoutent les peuples allogènes *Dioula* qui sont issus du nord du pays. On y trouve également une minorité de Ghanéens, de Maliens, burkinabés. Avec une population de 98.650 habitants, cette zone a subi une croissance démographique au cours des dernières décennies (INS, 2014).

La figure 9 présente la répartition spatiale de la population de la zone humide de Grand-Bassam. Au regard de cette carte, la ville de Grand-Bassam est la plus peuplée avec 75% de la population totale. Les villages Eloka et Ebrah ont connus un accroissement de leur population au cours de ces dernières décennies (RGPH, 2014).

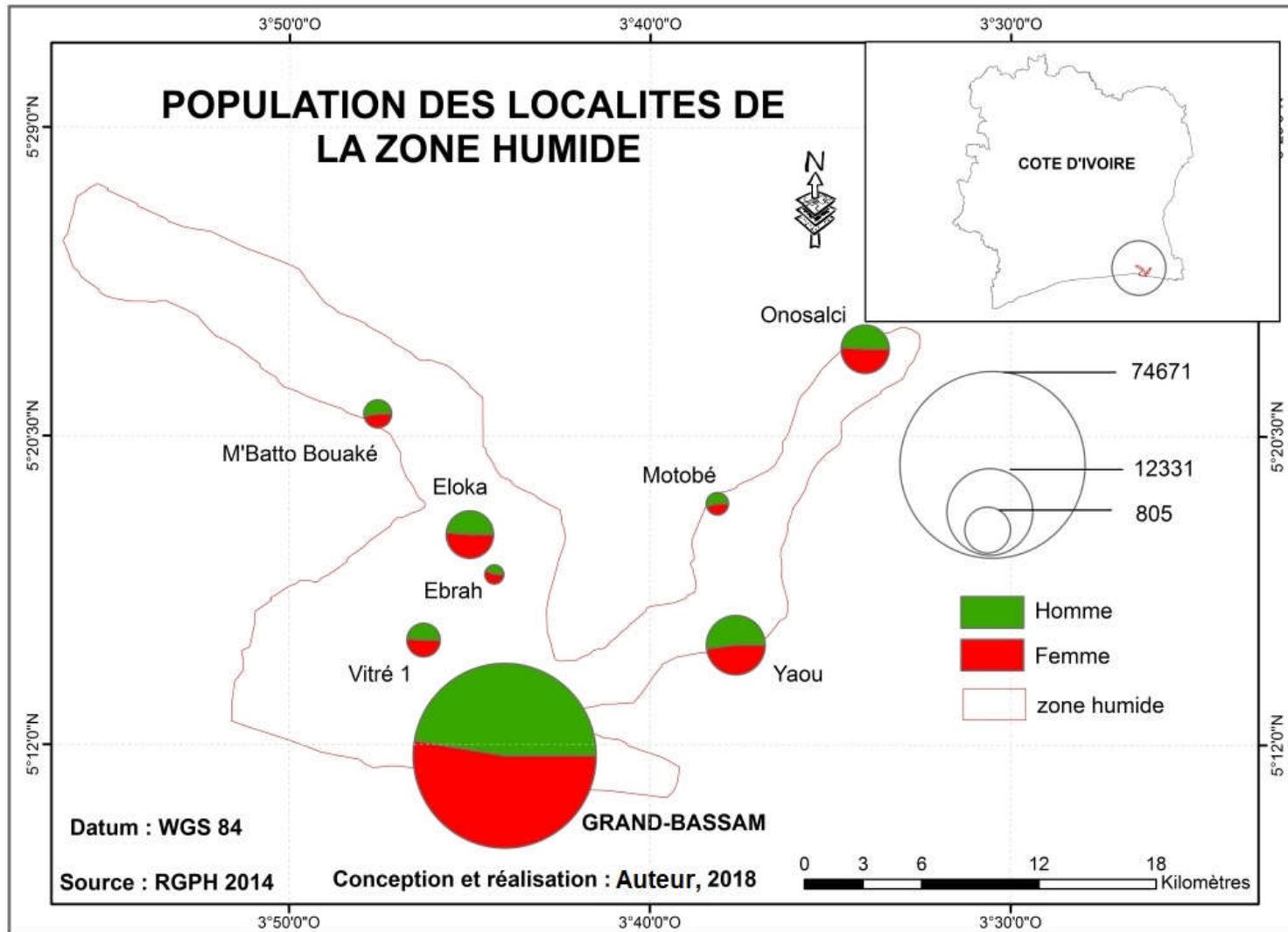


Figure 9 Répartition spatiale de la population de la zone humide

## CHAPITRE III : APPROCHE METHODOLOGIQUE A LA CARACTERISATION SPATIALE DE LA MANGROVE DE 1985 A 2030

Ce chapitre du présent travail traite de l'approche méthodologique utilisée afin de vérifier les hypothèses formulées. Cette méthodologie est constituée de quatre phases dont : la recherche documentaire, l'observation sur le terrain, les enquêtes et entretiens, et le traitement des données. Bien avant d'aborder d'une manière suscite ces étapes, il revient d'identifier les variables sur lesquelles porteront notre étude.

### 1 Variables d'analyse

Selon Yassi (2006) cité par Konan (2012), les variables sont les différents caractères ou discriminants d'un objet. Dans notre cadre d'étude, nous avons identifié plusieurs indicateurs à la fois quantitatifs et qualitatifs pour tester nos différentes hypothèses. Le tableau 2 présente les indicateurs relatifs à la régression de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam

**Tableau 2** Indicateurs liés à la régression de la mangrove de la zone humide

Indicateurs qualitatifs	Indicateurs quantitatifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- la nature des types d'occupation du sol ;</li> <li>- la qualité des images satellitaires ;</li> <li>- la carte de changement ;</li> <li>- les types d'habitats et ;</li> <li>- la typologie des activités anthropiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la superficie des types d'occupation du sol ;</li> <li>- la matrice de transition ;</li> <li>- les gains et pertes de l'occupation des sols ;</li> <li>- la superficie des changements nets des catégories de l'occupation des sols ;</li> <li>- la superficie des catégories de l'occupation des sols simulés ;</li> <li>- la superficie d'évolution des habitats et infrastructures ;</li> <li>- la quantité de bois de palétuviers coupés ;</li> <li>- le coût des bois de palétuvier et ;</li> <li>- le nombre des personnes pratiquant la coupe des palétuviers.</li> </ul>

Source : Auteur, 2018

Ces indicateurs permettent d'apprécier la régression temporelle de la mangrove de Grand-Bassam de 1985 à 2017 et d'évaluer sa projection évolutive à l'horizon 2030.

En outre, la deuxième hypothèse de la présente étude qui stipule que l'absence de la mise en œuvre concrète d'activités de restauration et de résilience contribue à sa dégradation est vérifiée par les variables consignées dans le tableau 3 ci-dessous.

**Tableau 3** Indicateurs liée à l’absence d’une mise en œuvre concrète de restauration et de résilience

Indicateurs qualitatifs	Indicateurs quantitatifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objectifs opérationnels pour la sauvegarde des zones humides en Côte d’Ivoire</li> <li>- Année d’achèvement des actions des objectifs opérationnels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de projets de conservation et de résilience mis en œuvre dans les zones humides de Côte d’Ivoire</li> <li>- Dynamique spatiale des sites de mangroves qui ont connu des activités de restauration et de résilience</li> </ul>

Source : Auteur, 2018

## 2 Données issues des enquêtes de terrains

### 2.1.1 Revue documentaire

Les données documentaires ont permis d’avoir une large connaissance sur le sujet des mangroves. Plusieurs sources de données ont été consultées. Pour ce faire, nous avons eu recours à des bibliothèques électroniques via les ressources en ligne. Dans ce contexte, les sites du PNUD, de Ramsar, de l’IRD et de la FAO ont été visités.

Ensuite, nous nous sommes orientés sur le fond documentaire de certaines bibliothèques. C’est ainsi que, nous avons visité la bibliothèque BU de l’Université Senghor. La bibliothèque nous a permis de consulter des ouvrages des revues scientifiques et mémoires qui traitent des questions de la dynamique et gestion de la mangrove ainsi que les méthodes de leur suivi. Pour combler de nombreuses attentes, nous nous sommes rendus dans les services de documentation des ministères, notamment la DFRC, l’INS, le MCLAU et BNETD/CCT. Des documents nous ont été remis dont notamment l’étude d’impact environnemental et social dans la commune de Grand-Bassam, le dernier rapport national de la Côte d’Ivoire sur les zones humides ainsi que le rapport sur la stratégie et plan d’action pour la diversité biologique nationale 2016-2020 de la Côte d’Ivoire.

### 2.1.2 Données statistiques

Les données statistiques sur le nombre de la population des différentes localités se trouvant à l’intérieur qu’à proximité de la zone d’étude ont été recueillies. Ces données sont issues de l’institut Nationale de la Statistique de Côte d’Ivoire. Elles ont permis d’observer l’évolution de la population de ces différentes localités.

### **2.1.3 Données de l'enquête de terrain et d'entretiens**

Les données de l'enquête sont constituées des caractéristiques socio-économiques des personnes utilisant les bois de mangrove, des éléments caractéristiques de la mangrove et de sa gestion (Cf. annexe III et IV).

#### Les caractéristiques socio-économiques des personnes utilisant le bois

- Activités de personnes enquêtées ;
- l'exploitation des bois de mangrove (site d'exploitation, moyen en disposition des exploitants, la vente, le revenu).

#### Éléments caractéristiques de la mangrove et de sa gestion

- L'écologie de la mangrove ;
- la faune et flore ;
- la loi ;
- l'histoire de l'exploitation de la mangrove dans la zone ;
- les mesures de gestion de la mangrove ;
- les types d'occupation des sols de la zone.

Toutes ces données citées ci-après ont été recueillies auprès des populations riveraines utilisant la mangrove, le Ministère de la Construction et de l'Urbanisme, la Direction Technique de la Mairie de Grand-Bassam, la Direction de la Faune et des Ressources Cynégétiques.

## **3 Données cartographiques - vectorielles et satellitaires**

### **3.1.1 Données vectorielles et cartographiques**

La donnée vectorielle recueillie est celle de la limite de la zone humide de Grand-Bassam. Cette donnée a été fournie par la DFRC sous un format « shapefile ». Elle a permis d'identifier les limites et d'extraire la zone d'intérêt sur l'image satellitaire. En outre, les données vectorielles sur les voiries, les localités, les cours d'eau ont été recueillies auprès de la SODEFOR. Elles nous ont permis de localiser nos lieux à enquêter et d'établir des cartes de variables (distance par rapport à la route et aux localités) (Cf. annexe IX).

### **3.1.2 Données images satellitaires**

Plusieurs données images ont été mobilisées pour la cartographie des mangroves par télédétection. Notons entre autres des modèles numériques de terrain MNT- RSTM30 issus du site de la NASA au cours de la mission satellite de l'année 2000. Les MNT nous ont permis

de générer les cartes des variables (pentes, altitudes, réseau hydrographique) afin de faire les projections de l'évolution spatiales de la mangrove (Cf. annexes VIII et IX).

En outre, des images satellitaires Landsat multi-dates (1985 et 2017) ont été téléchargées sur le site de la NASA <http://glovis.usgs.gov>. La date de prise de vue des images a été choisie en saison sèche c'est-à-dire entre novembre et janvier, de manière à éviter une confusion dans la reconnaissance des espèces ligneuses (palétuviers) avec les surfaces couvertes d'herbacées flottants sur le marais, dans les vasières et sur les tannes.

Les différentes images multi spectrales ont été retenues selon plusieurs critères. L'image de 1985 a été retenue grâce aux études menées par Egnankou (1985) sur les mangroves de Côte d'Ivoire. Cet auteur a identifié une importante superficie des mangroves du territoire ivoirien de l'ordre de 64.400 ha. Ainsi il fut jugé de connaître avec exactitude, les proportions des années 1985 et 2017 de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam qui apparaît comme l'une des grandes zone humide de mangrove. Enfin, l'image de 2017 a été retenue du fait de la qualité des images et leur disponibilité à mieux restituer l'occupation du sol.

#### **4 Outils de traitement des données**

L'élaboration des cartes d'occupation du sol a été faite à travers plusieurs logiciels qui ont une interopérabilité.

ERDAS imagine 2014 et IDRISI Selva sont spécialisés pour les traitements numériques des images satellitaires. Dans ce travail, ils ont été utilisés dans le cadre de :

- les corrections radiométriques et géométriques des images satellitaires ;
- l'assemblage des bandes spectrales ;
- le découpage de la zone d'étude ;
- la classification supervisée et non supervisée.

L'outil GoogleEarth qui est un logiciel d'ESRI a permis de visualiser la zone humide à partir d'un « mosaïquage » de photographies aériennes dans le but de discriminer les types d'occupations du sol avant la phase terrain.

Notons également que pour les restitutions des cartes, nous avons eu besoin d'ARCGIS 10.2.2 qui a été développé pour faciliter la gestion et l'analyse des données spatiales afin de répondre à une problématique donnée. Ce logiciel a été utilisé dans ce travail pour :

- la création, l'habillage et l'édition des cartes ;
- la détection de changement entre les différentes images satellitaires
- et les requêtes SQL

Le logiciel Excel nous a permis de déterminer les statistiques des personnes enquêtées, de calculer les taux d'évolution de l'occupation du sol et de produire les différentes figures nécessaires.

## 5 Méthode et traitement de données d'enquête

### 5.1.1 Choix des localités

Le choix des localités sur trois villages qui sont proches de la mangrove. Il s'agit d'Ebrah, Moossou/Grand-Bassam et Eloka. Les localités Ebrah et Eloka nous ont intéressées d'une part du fait de leur proximité avec la mangrove. D'autre part, parce que l'activité de la vente de bois de mangrove y est beaucoup pratiquée.

Pour ce qui est de la localité de Moossou, ce village semble perdu dans la ville de Grand-Bassam du fait de l'urbanisation de celle-ci. Cette localité ne pratique pas l'activité de vente de mangrove mais plutôt installe des infrastructures sur des espaces de mangrove. C'est dans ce cadre qu'elle a été choisie.

La ville d'Abidjan a été aussi retenue pour des enquêtes d'entretiens avec les ministères impliqués dans la gestion de la zone humide de Grand-Bassam. La figure 6 ci-dessous nous présente les localités et le nombre de personnes enquêtées.

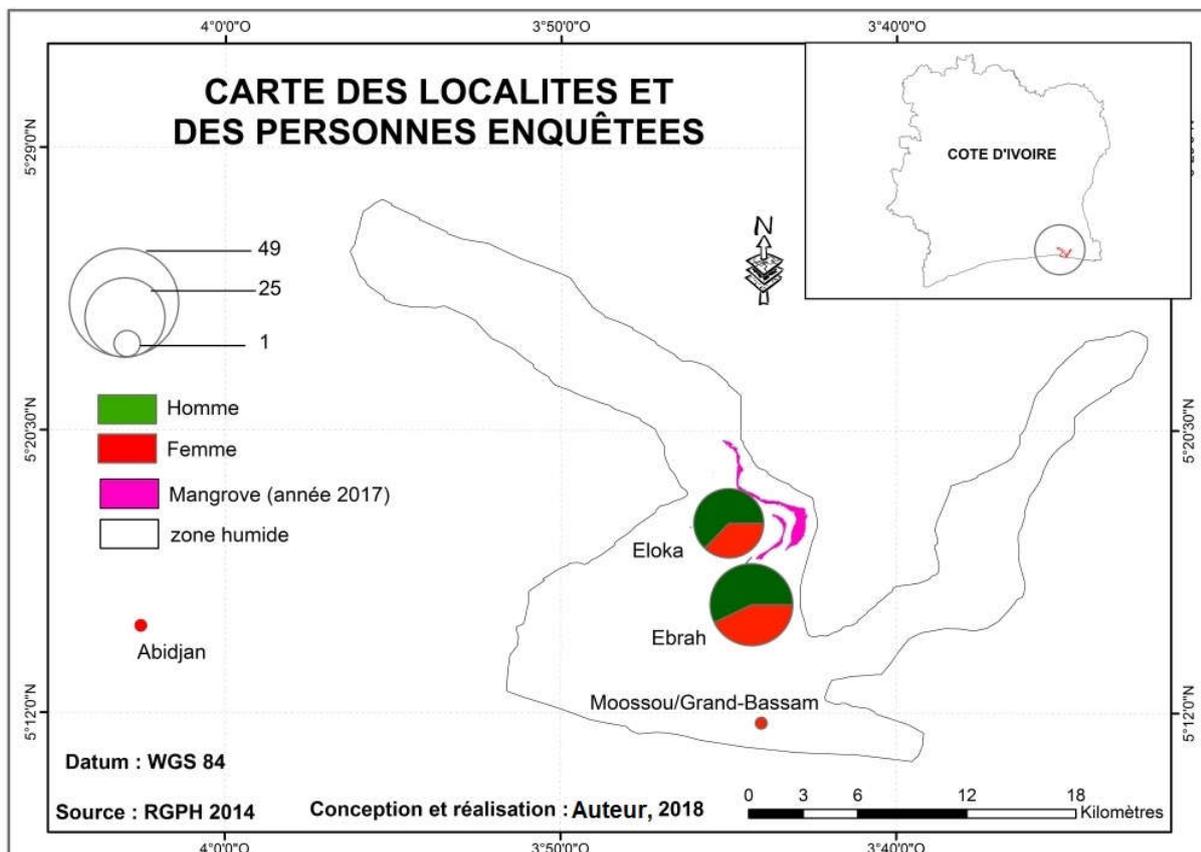


Figure 10 Carte des localités et des personnes enquêtées

### **5.1.2 Enquête par observation**

La phase d'enquête a été importante compte tenu des éléments physiques qui sont en perpétuels dynamiques.

Pour effectuer cette enquête, trois jours de missions de terrain en juillet 2018 ont permis d'observer physiquement l'état et la distribution spatiale de la mangrove. De façon successive sur les trois jours, les trois localités (Ebrah, Eloka et Moossou) ont été visitées. Cette phase nous a permis d'identifier les types de palétuviers, leur état de dégradation, d'appréhender les facteurs responsables de la dégradation de la mangrove.

### **5.1.3 Enquête par entretien**

Afin d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés, il fut nécessaire de réaliser des entretiens. Les entretiens ont été faits à travers un questionnaire dirigé et élaboré sur la base de recherche documentaire.

Durant la phase de l'enquête par observation, nous nous sommes entretenus avec plusieurs personnes ainsi que des services et organisations qui ont un enjeu de conservation de la zone d'étude. Ces entretiens se sont déroulés en quatre phases. Une étape faite à Abidjan auprès de la DFRC. Pour ce faire, les questions de gestion, de l'écologie de la mangrove, ainsi que les menaces auxquelles les mangroves sont confrontées furent abordées.

Les trois autres étapes se sont déroulées lors des missions d'observation de terrain. D'abord à Moossou/Grand-Bassam, nous nous sommes entretenus avec un instituteur retraité nommé KODJO Théophile âgé de 69 ans qui, nous a renseignés sur l'état passé et actuel de la mangrove de Moossou. Un entretien a été effectué avec le Directeur Technique de la mairie de Grand-Bassam BRINDOUMI Koffi Noel. Les pressions et menaces subies par la zone humide en général ont été abordées y compris les moyens de lutte et de conservation mis en œuvre.

Dans les villages d'Eloka et d'Ebrah, les entretiens ont concernés les sous-chefs et chef du village et ont permis de connaître le nombre de personnes qui pratiquent l'activité de vente de bois de mangrove. Les sous-chefs et chef du village nous ont renseignés sur les mauvaises pratiques actuelles de l'utilisation de la mangrove et exposés leurs aspirations pour une gestion durable de la mangrove.

### **5.1.4 Enquête par questionnaire**

L'enquête par questionnaire (Cf. questionnaire en annexe III) est un outil d'observation qui permet de quantifier et de comparer l'information. Cette information est collectée auprès d'un échantillon représentatif de la population visée par l'évaluation.

Les informations qui émanent des chefs des villages Ebrah et Eloka stipulent que le nombre de personnes pratiquants la coupe de bois de mangrove sont de 35 à Eloka et 49 à Ebrah.

Ainsi, avoir une base de sondage ne renvoie plus à une quelconque méthode d'échantillonnage. Ceci étant, nous avons orienté nos questionnaires vers ces personnes afin de recueillir plus d'amples informations. Les différentes rubriques des questions attribuées ont porté sur : l'activité de la personne enquêtée ; l'exploitation des bois de mangrove (site d'exploitation, moyen en disposition des exploitants, la vente, l'usage).

L'enquête par questionnaire a été également faite dans le mois de juillet 2018 à la suite de l'enquête par entretien. Au total, 84 personnes liées aux activités de bois de mangroves ont été interrogées. Le nombre de personnes qui ont été soumises aux entretiens est de 6.

#### **5.1.5 Traitement et analyse de données des personnes enquêtées**

Les données issues d'enquête par questionnaire ont recueilli parmi tant d'autres l'âge et le sexe des personnes enquêtées. Le traitement de ces données a consisté à dénombrer le nombre d'individus enquêtés à partir de critères de sélections bien définis, déterminer leur pourcentage et classer les informations recueillies. Au total, 84 personnes ont été questionnées dont 13 femmes et 22 hommes dans le village d'Eloka. À Ebrah, 49 personnes ont été dénombrées dont 21 femmes et 28 hommes. Le groupe d'âge de ces personnes varie entre 15 – 29 ans et 30 – 45 ans.

Les enquêtés dont l'âge varie entre 15-29 ans, sont les plus nombreux à pratiquer la coupe du palétuvier. Soulignons que dans cette tranche d'âge, les hommes sont les plus actifs dans la coupe de palétuvier. En revanche, dans le groupe d'âge 30-45, les femmes sont les plus actives. Cela s'explique par leur seconde activité de séchage de poisson nécessitant de s'approvisionner plus en bois de mangrove. Le tableau 4 résume les statistiques des personnes enquêtées par localité.

**Tableau 4** Statistique des personnes enquêtées par localité

Village	Age	Nombre de personnes			Pourcentage	
		Femme	Homme	Effectif	Femme	Homme
Eloka	15 à 29	3	17	20	15	85
	30 à 45	10	5	15	67	33
Ebrah	15 à 29	8	22	30	27	73
	30 à 45	13	6	19	68	32
<b>Total</b>				84		

Source : Auteur, juillet 2018

## 6 Traitement et analyse des données vectorielles et satellitaires

### 6.1.1 Traitement des données cartographiques et vectorielles

Les dessins cartographiques ont été rendus possible grâce à la photo-interprétation et à la digitalisation. Les cartes analogiques préalablement obtenues ont été scannées au format TIFF, redimensionnées et enregistrées sous une haute résolution de 700ppp pour être numérisé par la suite.

Pour ce qui est de la donnée vecteur reçue par la DFRC, elle a été mise à jour à partir de sa table attributaire. Des requêtes SQL ont été générées pour mettre en rapport plusieurs variables dans le but de ressortir les liens qui existent entre elles.

### 6.1.2 Traitement et analyse des données satellitaires

L'acquisition des deux images dans leurs états initiaux implique de passer par une étape de prétraitement qui consiste à faire une correction des bruits et une calibration des pixels. Cette étape permettra d'améliorer l'aspect des images pour une meilleure analyse visuelle et une bonne interprétation numérique.

À partir de trois canaux spécifiques à chaque scène, une composition colorée a été maintenue, dans l'ordre colorimétrique Rouge, Vert, Bleu. De la sorte, on obtient une image synthétique enrichie de l'apport spécifique de chacune des trois bandes spectrales. Le choix des bandes spectrales affichées est fait en fonction des propriétés spectrales des éléments d'occupation du sol de la zone d'étude. Les enregistrements du PIR contribuent de manière significative à la discrimination des couverts végétaux, alors que les enregistrements du SWIR complètent ceux de la bande spectrale rouge et confortent ainsi l'interprétation visuelle. C'est sur ces compositions colorées que nous avons extrait la végétation de notre zone d'étude afin de la quantifier et étudier son évolution à partir des classifications d'images. Les bandes utilisées dans le cas de notre étude pour les compositions colorées de type fausses couleurs naturelles sont représentées dans le tableau 5.

**Tableau 5** Les différentes compositions colorées des deux images retenues

Landsat	Composition colorée		
	Rouge	Vert	Bleu
Landsat Oli	6	5	3
Landsat TM	5	4	3

Source : Glovis, 2000

### e. Prétraitement des images satellitaires

Les prétraitements des images sont les premières parties utiles dans l'étude des images satellitaires. Cette phase englobe plusieurs niveaux de prétraitements que sont les corrections géométriques, atmosphériques et radiométrique. Mais, toute fois avant de procéder à ces différents niveaux de prétraitement, nous avons procédé à un assemblage des bandes spectrales.

- Combinaisons des bandes spectrales

À ce niveau, il est fort de rappeler que la technologie des acquisitions des images s'améliore dans le temps. Il y a eu assez d'ajouts de bande spectrale depuis les Landsat TM jusqu'à celle des OLI 8. Cependant, nous allons choisir des bandes équivalentes aux deux (02) images satellitaires qui ont été prises à des dates différentes. Ainsi, nous nous sommes servis de l'outil LayerStack de ERDAS Imagine pour assembler les différentes images afin de les rendre multi spectrales pour le traitement. Après cette phase, nous passons à la correction radiométrique.

- Correction Radiométrique / atmosphérique

Les corrections radiométriques comprennent entre autres, la correction des données à cause des irrégularités du capteur, des bruits dus au capteur ou à l'atmosphère, et de la conversion des données afin qu'elles puissent représenter précisément le rayonnement réfléchi ou émis mesuré par le capteur. Les fonctions de rehaussement ont pour but d'améliorer l'apparence de l'imagerie pour aider l'interprétation et l'analyse visuelles. Les fonctions de rehaussement permettent l'étirement des contrastes pour augmenter la distinction des tons entre les différents éléments d'une scène, et le filtrage spatial pour rehausser (ou éliminer) les patrons spatiaux spécifiques sur une image. Les outils LUT et Stretch de ERDAS Imagine nous ont permis de rehausser les qualités spectrales des deux images Landsat (figure 11)

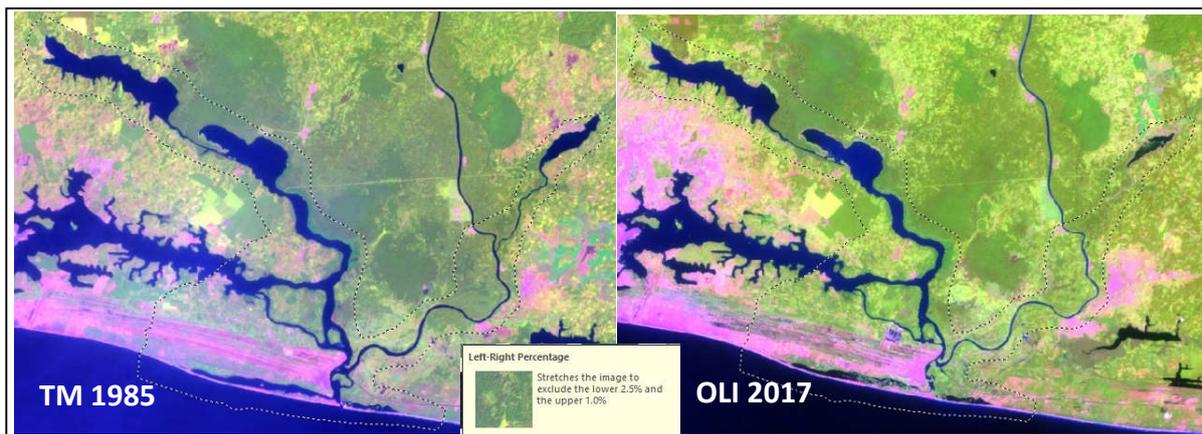


Figure 11 Application de l'outil Stretch sur les images Landsat 1985 et 2017

Source : Images satellitaires Landsat - Glovis

### f. Segmentation et classification supervisée

Cette étape se fait en fonction de nos connaissances de la zone par la photo-interprétation et les enquêtes de terrain. Après avoir généré plusieurs classes dans la phase précédente, il nous revient cependant de bien identifier les différentes classes à partir du logiciel IDRISI Selva. La

méthode de maximum de vraisemblance a été retenue pour la réalisation de la classification car c'est une méthode paramétrique à distribution dite normale qui tient compte des probabilités de l'orientation et de la distribution dans l'espace. La méthode calcule la probabilité d'appartenance d'un pixel à une classe donnée. Une phase de terrain a été primordiale pour la reconnaissance spatiale des types d'occupation du sol. Au final, nous avons retenu six types de classes. Grâce à la segmentation nous avons pu rapprocher avec précision les pixels se ressemblant qui ont les mêmes caractéristiques spectrales. IDRISI nous amène à classier de façon automatique les pixels de mêmes signatures spectrales. Pour ce faire, nous avons procédé d'abord par la mise en évidence de la meilleure composition colorée à travers le menu Display, l'outil Composite et l'outil SEGMENTATION, SEGTRAIN issus du menu « Image Processing ».

## 7 Validation de la classification par la matrice de confusion

L'évaluation de la classification supervisée des deux images satellitaire est basée sur un tableau appelé matrice de confusion. L'outil « accuracy assessment » d'ERDAS Imagine a permis de faire ressortir les statistiques dans les tableaux 6 et 7.

**Tableau 6** Matrice de contingence de la classification d'image de 1985

Terrain	Classification						Grand Total	Précision de l'utilisateur (%)
	Eau	Forêt Littorale	Plantation	Hab ou sol dégra	Mangrove	Df ou Jach		
Eau	4	0	0	0	0	0	5	80
Forêt Littorale	0	4	0	0	1	0	5	80
Plantation	0	1	2	0	0	0	3	66,67
Hab ou sol dégra	0	0	0	5	0	0	5	100
Mangrove	0	0	0	0	3	0	2	100
Df ou Jach	0	0	0	0	0	5	5	100
<b>Grand Total</b>	4	5	2	5	4	5		
<b>Précision du producteur (%)</b>	100	80	100	100	80	100		

Source : Auteur, 2018

Hab ou sol dégra = Habitat ou sol dégradé

Df ou Jach = Défrichement ou Jachère

Coefficient KAPPA ( $K^{\wedge}$ ) = 0.85

**Tableau 7** Tableau de contingence de la classification d'image de 2017

Terrain	Classification						Grand Total	Précision de l'utilisateur (%)
	Eau	Forêt Littorale	Plantation	Hab ou sol dégra	Mangrove	Df ou Jach		
Eau	<b>24</b>	0	0	0	0	0	24	100
Forêt Littorale	0	<b>22</b>	1	0	1	0	24	91,67
Plantation	0	0	<b>20</b>	0	<b>0</b>	0	20	100
Hab ou sol dégra	0	0	0	<b>23</b>	<b>0</b>	1	24	95,83
Mangrove	0	0	0	0	<b>4</b>	0	4	100
Df ou Jach	0	1	0	0	0	<b>22</b>	23	91,67
<b>Grand Total</b>	24	23	21	23	5	23		
<b>Précision du producteur (%)</b>	100	95,65	95,24	95,84	80	95,65		

Source : Auteur, 2018

Hab ou sol dégra = Habitat ou sol dégradé

Df ou Jach = Défrichement ou Jachère

Coefficient KAPPA ( $K^{\wedge}$ ) = 0.95

Les tableaux 6 et 7 de matrice de contingence montrent pour chaque classe, les niveaux de précision et de confusion lors de la classification supervisée. Pour l'ensemble des différentes classes, il y a une confusion hors mis les classes « Forêt Littorale » et « Habitat ou sol dégradé ». La confusion traduit que les pixels d'autres classes ont été attribuées à d'autres lors de la classification. Nonobstant, les précisions du producteur et de l'utilisateur sont très satisfaisants étant donné qu'ils sont supérieurs à 50%.

Notons également que l'indice KAPPA qui permet de valider la classification en télédétection révèle des résultats satisfaisants. Les coefficients KAPPA respectives des deux tableaux sont de 0.85 et 0.95. Ceux-ci permettent de conclure que les résultats issus de ces classifications sont excellents car, l'indice attendu pour une excellente classification est d'au moins 0.81. L'indice est bon quand il est compris entre 0.8-0.61. Il est mauvais quand il est compris entre 0.20-0.00.

## **8 Les difficultés et limites de la recherche**

Comme toute œuvre humaine, la présente étude s'est heurtée à plusieurs difficultés majeures. Sans pour autant impacter la validité des résultats, elle souffre de trois difficultés.

La discrimination de la mangrove a été un problème épineux dans la caractérisation des types d'occupation du sol. En effet, la texture de la forêt littorale et celle de la mangrove sont les mêmes dans certains endroits. Il était difficile pour nous de les discriminer. De plus, s'ajoutent les difficultés liées à l'accessibilité des informations de données. L'attente de données relatives aux installations des infrastructures de la ville de Grand-Bassam – Moossou s'est soldée par un échec. Nous nous sommes dirigés vers d'autres sources de données SIG ne reflétant pas exactement la réalité sur le terrain.

Notons également que durant les enquêtes de terrain des personnes pratiquants la coupe du bois de mangrove, elles ne disposaient pas de registre de note pour la précision des données (montant, quantité de bois coupé). Il fut difficile pour nous de déterminer tous ces éléments.

L'une des limites de cette recherche fut également le manque d'information sur les projets réalisés dans les zones humides de Côte d'Ivoire. Notre étude s'est focalisée sur les documents de projets mis en ligne sur internet.

En outre, les localités et les personnes enquêtées furent basées uniquement sur des informations émanant des chefs de village et des revues bibliographiques. Le temps fut limité pour parcourir toute la zone humide pour identifier d'autres localités potentielles dans la coupe du bois de mangrove.

En dépit de toutes ces contraintes, les enquêtes de terrain furent effectuées afin d'obtenir les informations utiles à la présentation des résultats de la recherche.

## CHAPITRE IV : CARACTERISATION DE LA DYNAMIQUE DE LA MANGROVE DE GRAND-BASSAM DE 1985 A 2030

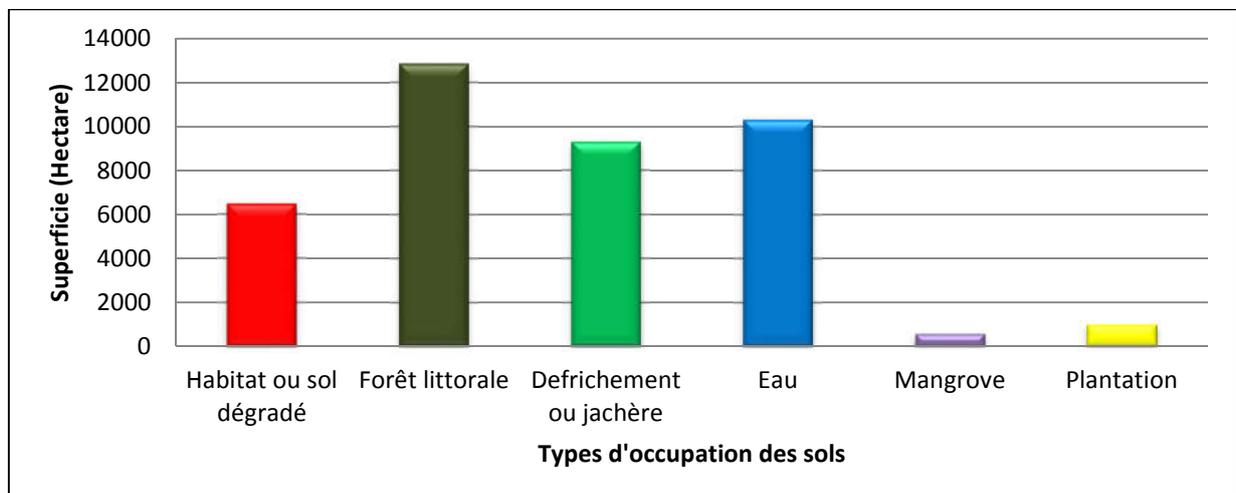
La caractérisation de la mangrove est l'essence de la présente étude. Cette section de l'étude expose les superficies dans le temps de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam. Pour ce faire, deux périodes de caractérisation furent déterminées. La première allant de 1985 à 2017, et la deuxième part de 2017 à 2030. Par la suite, les deux facteurs prépondérants tels que la coupe de palétuviers et l'installation des infrastructures urbaines sont abordés afin de comprendre leur impact sur l'évolution spatio-temporelle de ladite mangrove. Pour conclure ce chapitre, une synthèse des résultats suivra ainsi qu'une discussion de celles-ci.

### 1 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL DE 1985 A 2017

#### 1.1 Etat de l'occupation des sols dans la zone humide de Grand-Bassam

##### 1.1.1 Occupation du sol en 1985

La Figure 132 montre qu'en 1985, la forêt littorale est la plus dominante dans la zone humide, avec une superficie de 12 844 ha. Ce qui représentait 32% de la superficie totale de la zone humide. Les défrichements ou jachère couvraient une superficie de 9 292 ha, soit un taux de couverture de 23% de la superficie totale. La végétation de mangrove ne représente que 1% de la zone humide en 1985 ce qui correspondait à une superficie de 552 ha. La superficie du cours d'eau dans la zone humide représentait 25% ; ce qui correspond à 10 308 ha. Enfin, les sols dégradés ou habitats qui couvrent une superficie de 6 472 ha, soit 16% de la superficie totale. La figure 13 ci-dessous montre la répartition de l'occupation du sol dans la zone humide de Grand Bassam en 1985.



**Figure 12** Répartition de l'occupation du sol dans la zone humide de GB en 1985

Source : Auteur, 2018

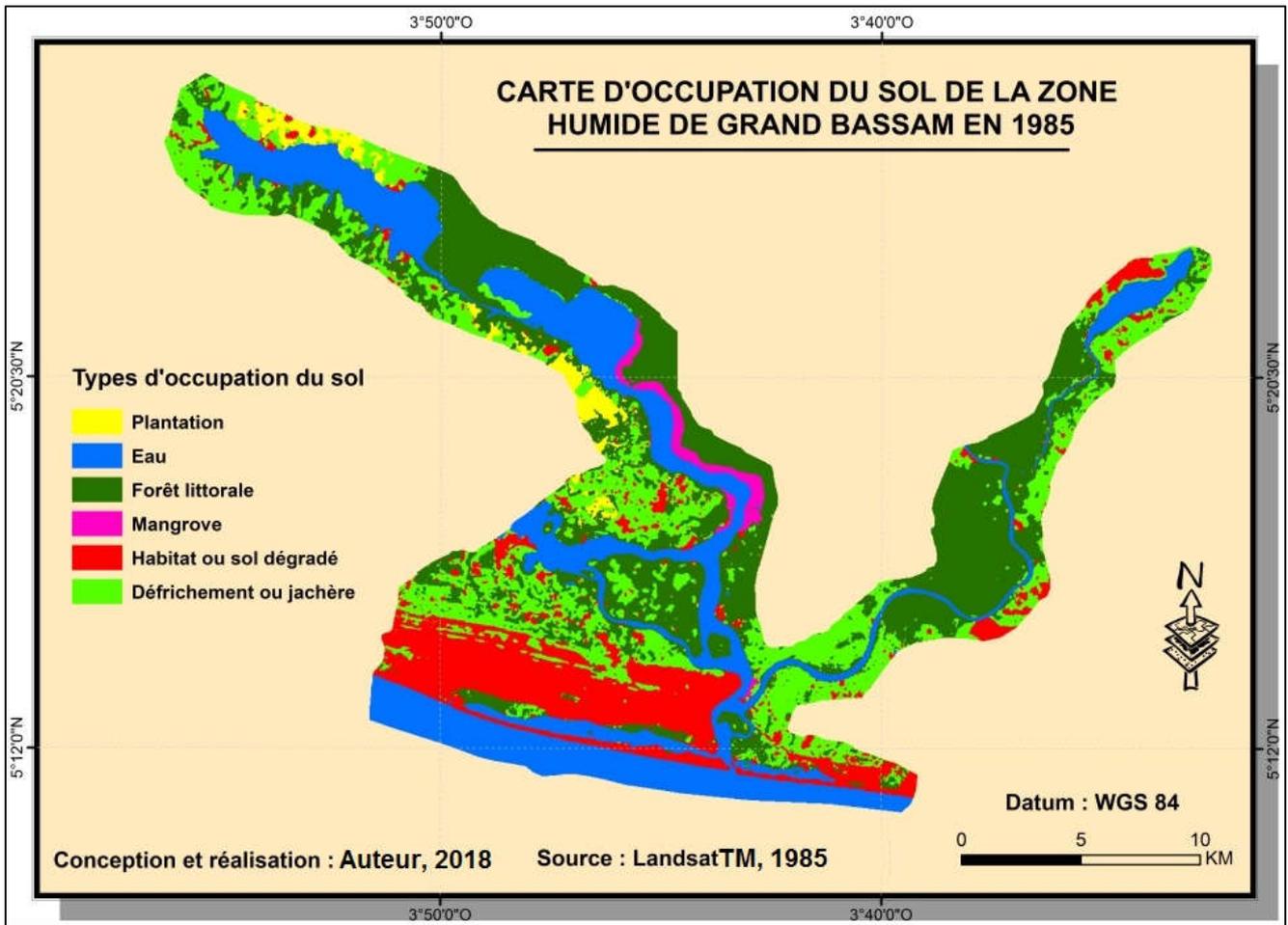


Figure 13 Carte d'occupation du sol en 1985

### 1.1.2 Occupation du sol en 2017

La cartographie de la zone humide à partir de la télédétection nous montre au regard de la Figure 14, une distribution spatiale hétérogène des différents types d'occupations du sol en 2017.

Avec une superficie de 5.706 ha soit 14% de la superficie totale de la zone humide, les sols dégradés ou habitats sont concentrés le plus dans la partie sud de la zone humide avec environ 90% de sa superficie totale. La commune de Grand-Bassam qui s'y trouve, regorge assez d'infrastructures (modernes et traditionnelles). Les autres localités environnantes se partagent les 10% de la classe.

La végétation de mangrove, avec une superficie de 303 ha ne représente que 1 % sur la superficie totale. Sa perceptibilité est faible dans le paysage. Cependant, elle se concentre en particulier au centre de la zone humide sur les pourtours du côté droit du fleuve. Du fait d'une intensification des activités agricoles dans cet espace, les défrichements ou jachères ont la plus grande superficie qui est de 13.446 ha soit 33% de la superficie totale. Les plantations de palmiers à huile, d'hévéa sont beaucoup cultivées et occupent de vastes superficies 1 048 ha soit 3 % de la superficie totale. La forêt littorale occupe une superficie de 10 454 ha soit 26%

de la superficie totale. Quant au cours d'eau, il est permanent et trouve sa crue dans les saisons pluvieuses (Juin et Juillet). Pendant l'été, sa configuration reste inchangée avec une superficie de 9 118 ha soit 23 % de la superficie totale.

La Figure 15 ci-dessous résume les statistiques des différents types d'occupations du sol dans la zone humide de Grand-Bassam.

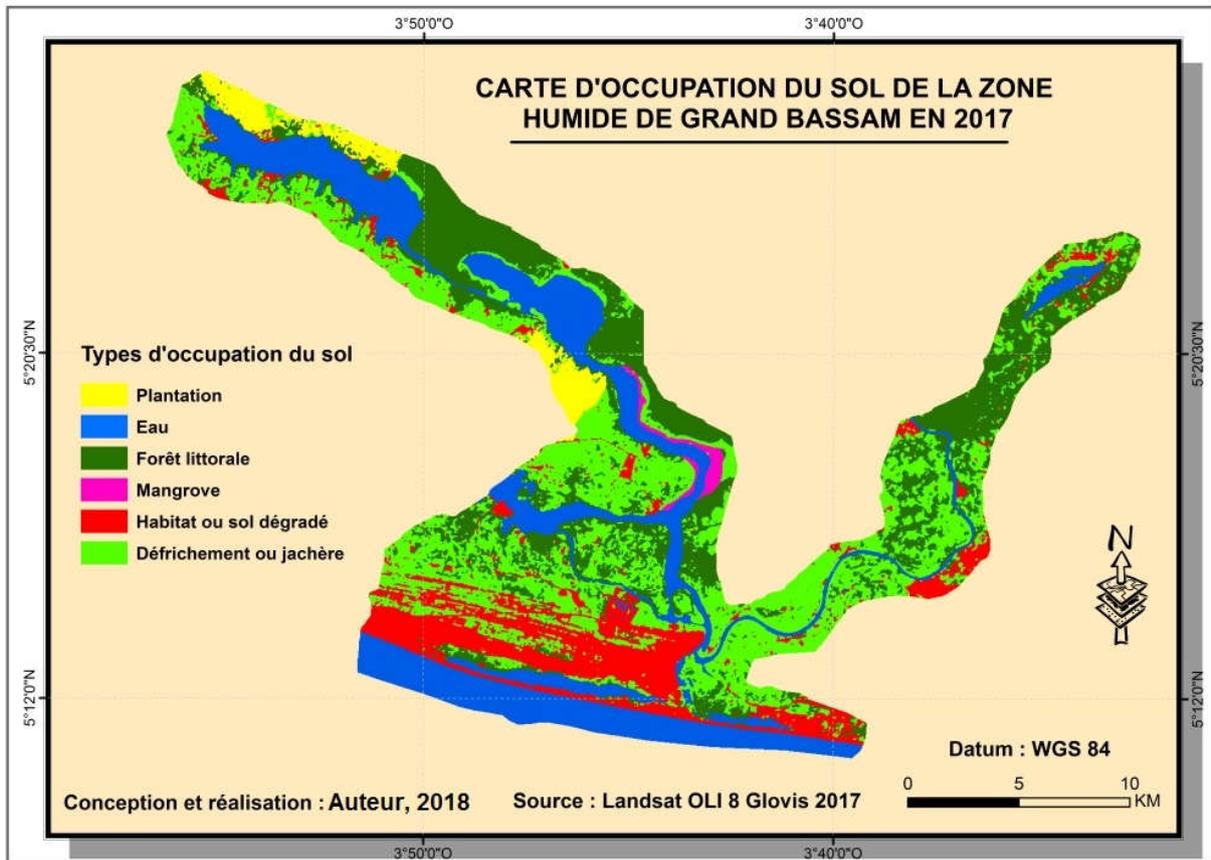


Figure 14 Carte d'occupation du sol en 2017

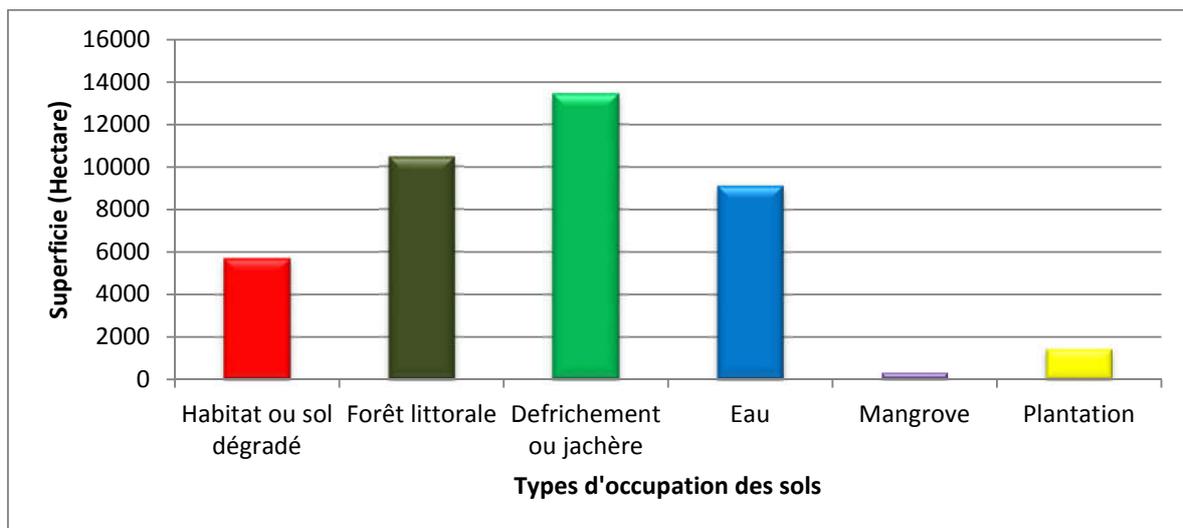


Figure 15 Superficie de l'occupation du sol en 2017  
Source : Auteur, 2018

## 1.2 Evolution de la mangrove sur la période 1985-2017

Le tableau 8 représente le changement de l’occupation du sol entre 1985 et 2017. Les superficies et les pourcentages de la catégorie mangrove indiquent qu’au cours des 32 dernières années, la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam présente une régression de sa superficie. Comme l’indique le tableau 6, la mangrove a perdu 248 hectares de sa superficie soit 45 % de sa superficie initiale de l’année 1985. La régression de ses superficies a été faite au profit des habitats et des défrichements. Comme on le constate sur la figure 16 ci-dessous, la mangrove présente un fort pourcentage de changements net (-82%) parmi les autres catégories. Ceci signifie que la mangrove est un milieu soumis à d’énormes pressions contrairement aux autres catégories identifiées dans cette zone humide.

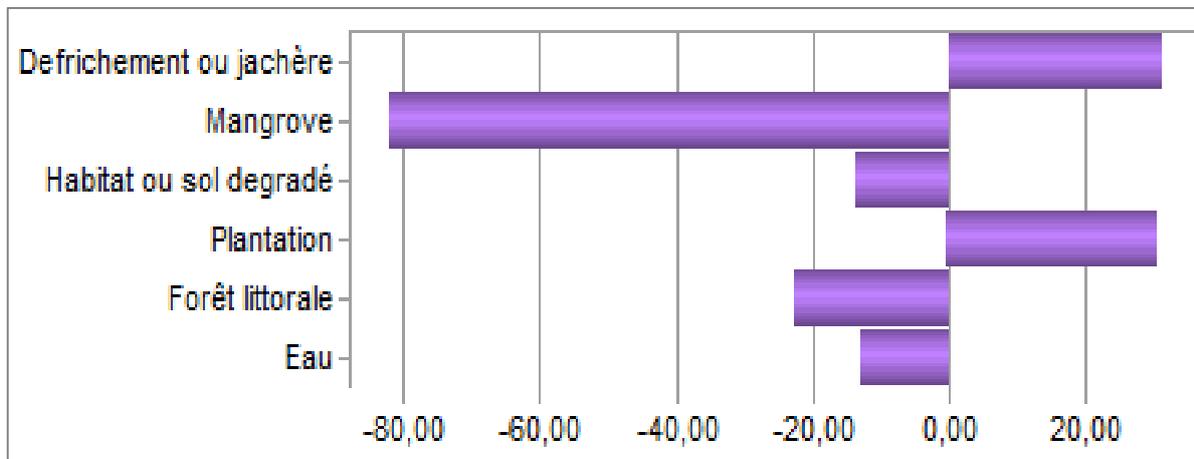


Figure 16 Changement net de l’occupation du sol entre 1985 et 2017

Source : Auteur, 2018

La régression spatiale des superficies et l’affectation des superficies au profit des habitats et défrichement s’expliquent par l’accroissement du marché de bois de palétuvier et l’installation des infrastructures immobilières. Les villages Eloka et Ebrah sont influencés par un marché de bois depuis 2002. Aussi, la localité de Moossou se dote d’infrastructures sur des espaces à jeune plants de *Rhizophoras*.

Tableau 8 Changement de l’occupation du sol entre 1985 et 2017

Catégories	Occupation du sol de 1985 (ha)	Occupation du sol de 2017 (ha)	1985-2017	
			Superficie	%
Habitat ou sol dégradé	6472	5706	-766	-11,84
Forêt littorale	12844	10454	-2389	-18,60
Défrichement ou jachère	9292	13446	4154	44,72
Eau	10308	9118	-1190	-11,54
Mangrove	552	303	-248	-45
Plantation	969	1408	439	45,30

Source : Auteur, 2018

### **1.2.1 Marché du bois de palétuvier**

Le marché de bois des palétuviers dans la zone humide de Grand-Bassam par les populations riveraines est l'un des facteurs majeurs de la dégradation des mangroves. Nos investigations auprès des populations riveraines des villages Eloka et Ebrah montrent que, la coupe des palétuviers fut entreprise depuis 1971 après la fermeture de l'embouchure du côté de Grand-Bassam. Avec l'arrivée de ce marché en 2002, chaque année, près de 8 hectares de palétuviers sont coupés pour être vendus et utilisés dans les ménages.

Avant la fermeture de l'embouchure, la pêche sur le fleuve était énormément rentable (Chef du village d'Elokato). Par jour, les communautés prélevaient une importante quantité de poissons qu'ils consommaient et aussi qu'ils vendaient dans la ville d'Abidjan. Des pêcheurs de localités lointaines venaient profiter de ces richesses aquatiques. Cependant, depuis la fermeture définitive de l'embouchure en 2002, la rentabilité de la pêche a diminué. C'est ainsi, les populations riveraines se sont tournées vers une autre source de revenu qui est la commercialisation des bois de palétuvier. Dès lors, un marché de bois de palétuvier a vu le jour dans ces localités d'Ebrah et d'Eloka. Ce marché est organisé à deux échelles de commercialisation.

La première échelle est constituée d'environ 20 personnes dans le village d'Eloka et 30 personnes dans celui d'Ebrah dont l'âge varie entre 15 ans et 29 ans. Cette échelle de commercialisation se pratique par toute personne capable de traverser le fleuve pour couper des palétuviers. Par jour, d'énormes quantités de bois sont transportées depuis le côté de la rive jusqu'au village. Un individu coupe en moyenne 4.71 m<sup>3</sup> de bois de palétuviers par jour qui équivaut à un stère de 45 troncs de palétuviers. Le transport vers les lieux de vente au moyen des camions nécessite de collecter plus de stères de palétuviers (figure 17 et 18). Généralement, ces troncs découpés en 18 tranches sont vendus aux femmes qui exercent l'activité du fumage des poissons et quelques fois aux boulangeries au prix de 5.000 FCFA le stère. La figure 17 montre les bois de palétuviers coupés par des jeunes et mis en vente dans la localité d'Elokato



**Figure 17** Bois de palétuvier coupé par des jeunes et mis en vente dans la localité d'Elokato

**Source :** Auteur, juillet 2018

La deuxième échelle de commercialisation concerne un nombre de personnes moins important qui s'adonne à cette activité mais qui nécessite de grands moyens d'exploitation. Selon nos enquêtes, dans chacun des villages (Eloka et Ebrah), 34 personnes s'organisent trois fois dans le mois d'une manière permanente pour la coupe du bois. Chaque exploitant effectue un abattage de 318 m<sup>3</sup> de bois de palétuviers par mois. Ceux-ci sont disposés en stère de 25 troncs afin de faciliter la vente. Le prix du stère est évalué à 95.000 FCFA soit 285 000 FCFA chaque trois mois le revenu d'un exploitant. Les principaux acheteurs de ces bois de palétuviers sont les différentes boulangeries situées dans la ville de Bingerville. La figure 18 montre un stère de palétuvier ainsi que des personnes qui effectuent un chargement de bois de paludiers pour livraison.



**Figure 18** Chargement de stère de bois de palétuvier pour une livraison  
**Source :** Auteur, juillet 2018

### ***1.2.2 Utilisation du bois de palétuvier dans les ménages***

Les localités Eloka, Ebrah et M'Batto Bouaké bien qu'elles soient en proximité de la ville d'Abidjan, prélèvent le bois de palétuvier à des fins domestiques. Selon le sous-chef du village d'Elokato (M. ASSANDRE Mobio), les femmes des villages utilisent le bois de palétuvier pour le fumage des poissons pêchés dans la lagune. Pour elles, en utilisant ces bois de palétuvier pour le fumage des poissons. Ceux-ci ont un goût très particulier. En plus de cela, le bois dure plus longtemps au feu et sèche très bien le poisson. La figure 19 présente une femme dans le village d'Elokato fumant du poisson.



**Figure 19** Fumage de poissons par une femme dans la localité d'Elokato  
Source : Auteur, juillet 2018

### 1.2.3 Destruction de la mangrove par les Infrastructures urbaines mal planifiées

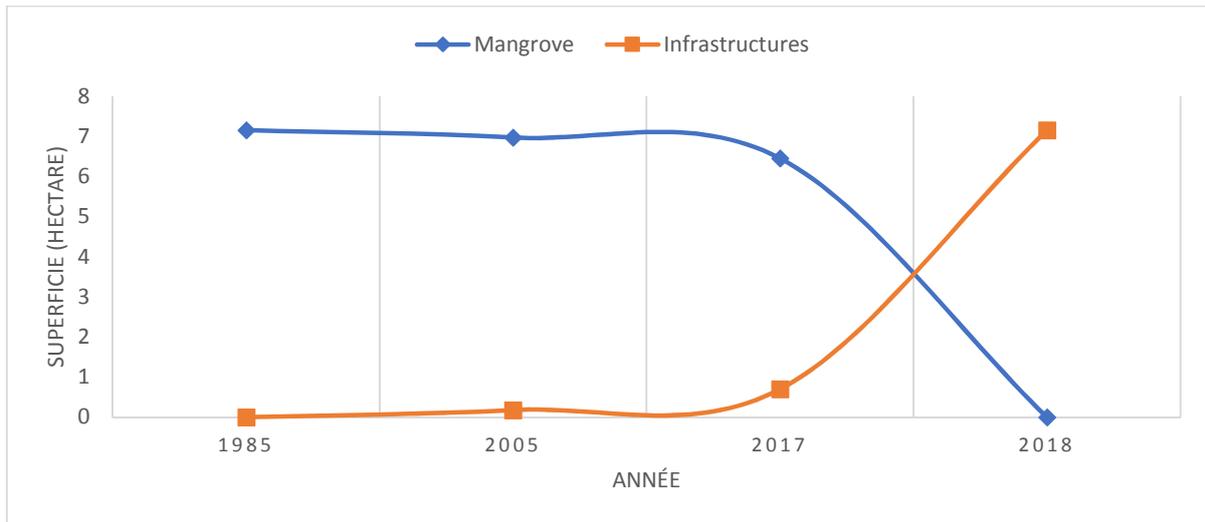
Le schéma directeur d'urbanisme du Grand Abidjan établi en 2015 par la mission d'étude de la JICA prévoyait maintenir dans la localité de Moossou un espace vert constitué de jeunes arbres de rhizophora (figure 20).



**Figure 20** Carte de l'occupation du sol du Grand-Abidjan  
Source : MCLAU, mars 2015

De nos jours, on constate la disparition de ces espaces verts. Depuis la fin de l'année 2017, on assiste à une forte tendance d'emprise de sol par l'urbanisation. Au regard de la figure 14, entre 1985 et 2015, l'urbanisme était quasiment très faible dans ce secteur de Moossou. Aucune infrastructure majeure n'avait encore été instaurée sur ce site. Mais à partir de l'année

2017 jusqu'à nos jours, nous assistons à une installation massive d'infrastructures. Nous sommes passés de 0,7 ha en 2017 à 7,15 ha en 2018 contre 0,18 ha en 2005 et 0,0 ha en 1985 (figure 20). Cette emprise a pour corollaire la disparition de la végétation de *Rhizophora*. Pendant les enquêtes de terrain, il fut constaté que cette zone a été remblayée par une société dont on n'a pas eu l'occasion de rencontrer. Mais selon les informations recueillies sur place, ce serait une entreprise industrielle qui a eu l'autorisation de la mairie pour y construire des bâtiments (Cf. annexe XIII).



**Figure 21** Evolution de la superficie de la mangrove et des infrastructures dans le secteur Moossou  
**Source :** Auteur, 2018

## 2 PROJECTION DE L'EVOLUTION SPATIALE A L'HORIZON 2030 DE LA MANGROVE

Pour la projection de l'évolution de l'occupation du sol de la zone humide de Grand-Bassam, nous avons utilisé les deux images Landsat 1985 et 2017 classifiées. Le processus de la projection de l'évolution spatiale de la mangrove englobe quatre phases. Mais pour notre cas, nous avons pris les deux premières phases que sont : la modélisation du potentiel de transition et la projection de l'évolution des sols. Ces deux éléments sont très importants pour l'élaboration de la projection de l'évolution.

### 2.1 Modélisation du potentiel de transitions

#### 2.1.1 Création du sous-modèle de transition

La création des sous-modèles de transition permettra l'introduction des variables explicatives sur lesquelles se produiront des transitions potentielles. Dans notre étude, nous avons créé huit sous-modèles de transition grâce à l'option MLP réseau neuronal (Cf. annexe V). Celui-ci peut modéliser plusieurs sous-modèles et peut fournir de bons résultats avec une précision

des cartes prédictives supérieure à 85% selon Nghiem et Nedjai (2011). Le cas de notre étude a révélé une précision de 84.03%.

### 2.1.2 Evaluation de la qualité des variables explicatives

Dans le cadre de notre étude, sept (7) variables explicatives ont été choisies pour la modélisation de la zone humide en général et des mangroves en particulier.

Cette étape permet de tester la puissance potentielle des variables explicatives et de calculer l'indice de Cramer's V. Les variables explicatives telles que la pente, le MNT, le réseau routier, le réseau hydrographique, la distance aux localités, l'aspect représentent les facteurs qui peuvent influencer l'évolution de l'occupation du sol.

Le coefficient de Cramer's V calcule la corrélation entre des variables et varie entre 0 et 1. Plus la corrélation est forte et plus le coefficient se rapprochera de 1 et vice versa. Selon Eastman (2004), la variable sera considérée comme acceptable si son coefficient est égal ou supérieur à 0,4, mais devra être rejetée si le coefficient est inférieur à 0,15.

Le Tableau 9 présente les coefficients de Cramer's V des différentes variables explicatives. Ces coefficients montrent la corrélation qui existe entre les variables explicatives et l'occupation des sols dans la zone humide de Grand-Bassam.

**Tableau 9** Coefficient Cramer's V des variables explicatives

Variables explicatives	Cramer's V						
	V global	Forêt littorale	Mangrove	Défrichement ou jachère	Habitat ou sol dégradé	Plantation	Eau
Défrichement/ Jachère	<b>0,5615</b>	<b>0,9091</b>	<b>0,6484</b>	<b>0,5864</b>	<b>0,5040</b>	<b>0,4970</b>	0,0000
Exposition	<b>0,2007</b>	<b>0,4810</b>	0,1252	0,0422	0,0622	<b>0,1688</b>	0,0000
Distance des agglomérations	0,1418	0,1180	<b>0,1521</b>	0,1116	0,1341	<b>0,2518</b>	0,0000
Distance du réseau routier	<b>0,2135</b>	<b>0,2229</b>	<b>0,3258</b>	<b>0,1548</b>	<b>0,2037</b>	<b>0,2964</b>	0,0000
MNT	<b>0,2474</b>	<b>0,4577</b>	<b>0,2136</b>	0,0620	<b>0,3283</b>	<b>0,2034</b>	0,0000
Pentes	<b>0,2896</b>	<b>0,6527</b>	<b>0,2640</b>	0,0424	<b>0,1659</b>	<b>0,2358</b>	0,0000
Types de sol	0,0867	0,0556	0,0878	0,0782	0,1010	0,1404	0,0000

Source : Auteur, 2018

Dans le tableau 9, le V global indique le coefficient de Cramer's global. Il révèle que les variables explicatives telles que la distance des agglomérations et les types de sol sont moins importants pour la répartition des catégories d'occupation du sol. Leurs coefficients globaux respectifs 0,1418 et 0,0867 sont inférieurs à 0,15. À titre d'exemple, une corrélation très limitée entre les types des sols et les catégories de l'occupation du sol a été enregistrée (V global = 0,0867). Ces coefficients de Cramer's pour toutes les catégories sont inférieurs à 0,15

en particulier la mangrove et l'eau. Aussi, une association limitée entre la distance des agglomérations et les occupations du sol. Les coefficients de Cramer's pour toutes les catégories sont également inférieurs à 0,15 excepté deux catégories notamment la mangrove et la plantation ( $V=0,1521$  et  $V=0,2518$ ). À ce titre, les plantations sont concentrées sur les sédiments sableux et argileux. Les mangroves se retrouvent sur les sédiments côtiers.

La variable défrichement ou jachère présente la plus forte corrélation avec un  $V$  global de 0,5615. Elle montre une forte association avec les catégories de l'occupation du sol. Toutes les valeurs de Cramer's des catégories de l'occupation des sols sont supérieures à 0,4 exceptée la catégorie l'eau qui présente toujours une valeur nulle (0,00). A cet effet, les différentes catégories d'occupation du sol sont des espaces où les défrichements sont le plus pratiqués.

Les variables exposition, pente et MNT présentent des corrélations acceptables dans l'ensemble ( $V$  supérieur à 2) mais, donnent des Cramer's  $V$  très élevés dans certaines catégories de l'occupation du sol. Le Cramer's  $V$  de la catégorie forêt littorale est très élevé ( $V=0,45$   $V=0,48$   $V=0,65$ ) au sein des trois variables. La catégorie mangrove présente de bonne corrélation avec la pente et le MNT ( $V$  supérieur à 2) contrairement à l'exposition qui est peu limitée ( $V=0,12$ ).

Les différentes évaluations faites ci-dessus montrent que les variables explicatives et les catégories de l'occupation du sol sont bien corrélées dans l'ensemble même si d'autres révèlent une corrélation peu limitée.

## **2.2 Projection de l'évolution de l'occupation du sol à l'horizon 2030**

### ***2.2.1 Demande de modélisation des changements de l'occupation du sol***

La projection de l'évolution de l'occupation du sol consiste à déterminer la quantité de changement qui se produira en 2030 grâce au processus de projection de l'évolution de la chaîne de Markov. Il y a plusieurs hypothèses dans l'application de cette chaîne. Mais, nous retenons une des hypothèses acceptées qui est de considérer l'occupation du sol et son changement comme un processus stochastique, et les différentes catégories sont les états d'une chaîne de Markov. Une chaîne est définie comme un processus stochastique, si elle a la valeur ( $X_t$ ) du processus à un moment  $t$ , que cette valeur ne dépend que de sa valeur ( $X_{t-1}$ ) au temps  $t-1$ , et ne dépend pas de la séquence de valeurs  $X_{t-2}, X_{t-3}, \dots, X_0$  (les valeurs du processus sont aux temps avant le temps  $t-1$ ). Après la sélection de la chaîne de Markov, une matrice de probabilité de transition est créée et donne les probabilités de changement des catégories.

### ***2.2.2 Génération de la carte prédictive à l'horizon 2030***

Le Tableau 1010 ci-dessous présente la matrice des probabilités de transition à l'horizon de 2030. Dans cette matrice, les colonnes correspondent aux catégories de l'occupation du sol prévues pour 2030 et les lignes correspondent à celles de 2017. Les valeurs sur la diagonale

principale de cette matrice indiquent la stabilité pour chaque catégorie de l'occupation du sol et varient entre 0,0 et 1,0. Les valeurs proches de 1,0 montrent une grande stabilité pour les catégories de l'occupation du sol ; à l'inverse, celles proches de 0.0 montrent des changements importants.

**Tableau 10** Matrice de probabilité de transition de l'occupation du sol pour 2030

	Forêt littorale	Mangrove	Défrichement ou jachère	Habitat ou sol dégradé	Plantation	Eau
Forêt littorale	0,7046	0,0007	0,2910	0,0000	0,0020	
Mangrove	0,0000	0,6490	0,1780	0,1720	0,0000	
Défrichement ou jachère	0,1529	0,0000	0,7315	0,0764	0,0384	
Habitat ou sol dégradé	0,0307	0,0003	0,1596	0,8071	0,0000	
Plantation	0,1108	0,0004	0,1022	0,0000	0,7865	
Eau						0,9463

Source : Auteur, 2018

Cette matrice montre qu'entre 2017 et 2030, les zones d'habitations ou sols dégradés, les défrichements continueront de s'étendre, tandis que la forêt littorale, la mangrove et les plantations agricoles diminueront. La surface des mangroves a un coefficient de stabilité supérieur à 0,65. Ce coefficient signifie que 65 % de la surface des mangroves ne changera pas. Mais les 35% restants ont une grande probabilité de changer vers les autres catégories. A titre d'exemple, environ 17,80 % passeront en défrichements ou jachères et 17,20 % en zone d'habitation ou dégradé. 30% de la forêt littorale peut se substituer en d'autres catégories, telles que les espaces défrichés ou jachère (29,10 %) et les plantations. La catégorie défrichement ou jachère a une probabilité de stabilisation forte mais présente également une transition de 36% vers d'autres catégories. La figure 22 montre l'occupation du sol en 2030.

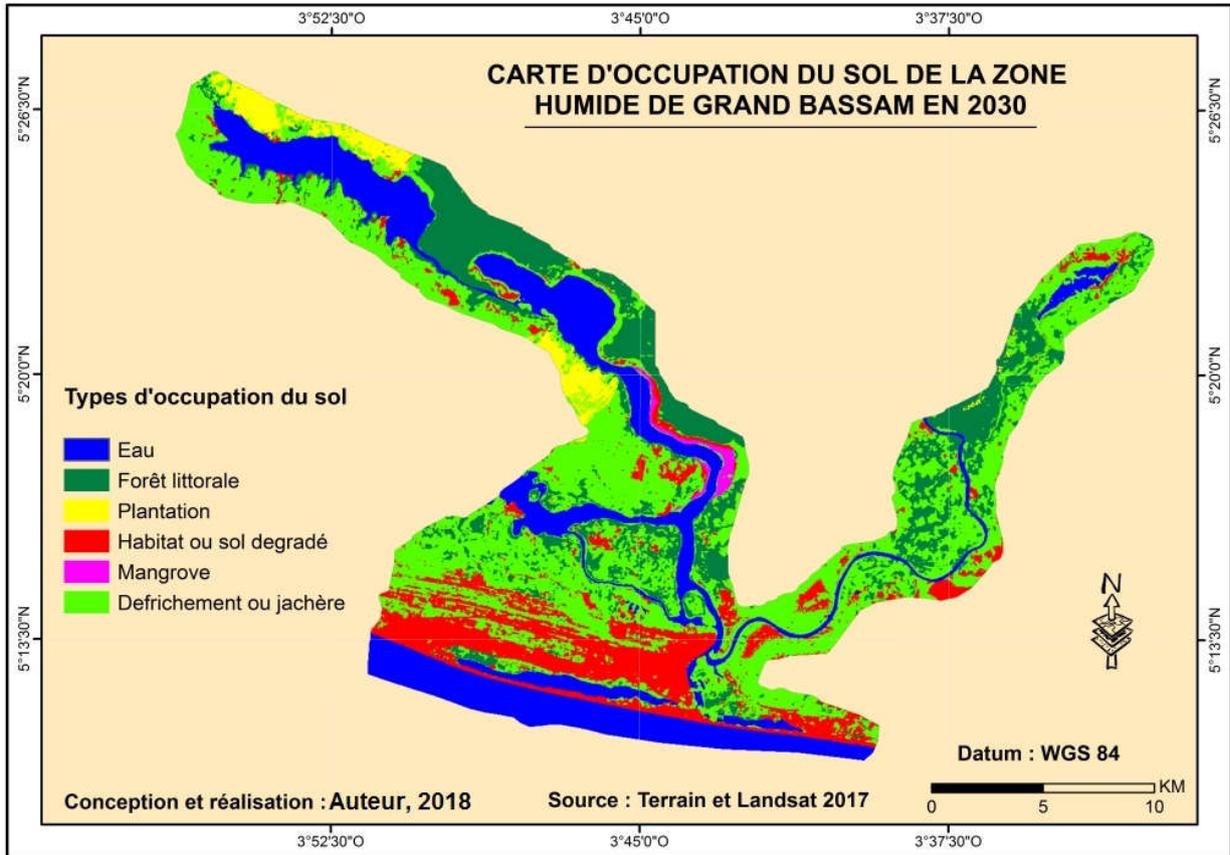


Figure 22 Carte d'occupation du sol à l'horizon 2030

La carte prédictive de l'occupation du sol à l'horizon 2030 de la zone humide de Grand-Bassam (figure 22) permet d'observer les variations spatiales. Elle montre que les mangroves ont perdu de la superficie (Cf. annexe IV). A titre illustratif, les mangroves du côté de Moossou qui ont été détruites en faisant place aux espaces d'habitats ou dégradés (figure 22).

### 2.3 Analyse de l'évolution de la mangrove entre 2017 et 2030

Le Tableau 1111 présente l'évolution de l'occupation du sol entre 2017 et 2030. Il montre que la superficie de la mangrove diminuera de 54 hectares au profit des sols dégradés/habitats et des défrichements/jachères. Le prélèvement abusif des palétuviers pour alimenter le marché de bois continuera de faire diminuer la superficie de la mangrove si des mesures d'urgence de conservation ne sont pas prises. De plus, les infrastructures routières et des immobiliers continueront de réduire la mangrove. À travers l'indice de Cramer's, les éléments naturels tels que la pente et le MNT peuvent également participer à la régression de la mangrove.

**Tableau 11** Evolution de l'occupation du sol entre 2017 et 2030

Catégorie	Superficie 2017	Superficie 2030	Superficie 2017-2030
Habitat ou sol dégradé	5706	5827	121
Forêt littorale	10454	7402	-3053
Défrichement ou jachère	13446	16549	3103
Eau	9118	9108	-10
Mangrove	303	249	-54
Plantation	1408	1281	-128

Source : Auteur, 2018

En substance, depuis la fermeture en 2002 de la zone humide de Grand-Bassam, la mangrove de cette zone connaît une régression de sa superficie due au marché du bois de palétuvier et l'installation des infrastructures urbaines mal planifiées. L'analyse diachronique et prospective des images satellitaires des années 1985 et 2017 montre que la superficie de la mangrove qui était estimée à 552 ha en 1985 est passée à 303 ha en 2017. Chaque année, - 1.87 % de la mangrove se dégradent. Le marché de bois qui est l'une des activités qui dégrade la mangrove prélève près de 8 hectares de bois de palétuviers par an.

Par ailleurs, la simulation spatiale sur la période 2017-2030 confirme que la mangrove perdra de plus sa superficie allant dans l'ordre de 54 hectares. Le prélèvement abusif de la mangrove pour alimenter le marché de bois et l'installation des infrastructures mal planifiées continueront de réduire la superficie de la mangrove. En plus de ces deux facteurs de facteurs de dégradation, on ajoutera une contribution de facteurs naturels tels que la pente et MNT. Ces derniers ont des corrélations peu significatives avec l'évolution de la mangrove. Il faudrait également prêter une attention particulière car dans l'avenir ils pourront être les facteurs prépondérants dans la dégradation de la mangrove.

L'utilisation des images satellites dans l'étude de la dynamique de la végétation par télédétection de la mangrove s'est avérée convaincante comme le préconisent certaines études. Guillet *et al.* (2008) ont utilisé des images satellites Landsat pour étudier l'évolution de la mangrove de 1973 à 2006 au nord-ouest de Madagascar. Selon eux, l'étude diachronique et l'élaboration de produit cartographique par télédétection de la mangrove s'avèrent être des moyens d'évaluation importants. En outre, des travaux de recherche effectués par certains auteurs tels qu'Akadjé *et al.* (2017) ont abordé dans une certaine globalité le changement de ce site Ramsar. Dans leur démarche de modélisation, les types de végétations en particulier la mangrove n'a pas été discriminée afin de prendre en compte les variables spécifiques à sa destruction. Cependant, la présente étude a discriminé les sites de mangrove dégradés et non dégradés à l'aide des images Landsat en exploitant le PIR des images. Cette discrimination a déterminé les zones de forêts de mangrove qui étaient confondues dans les

classifications de l'étude d'Akadjé *et al* (2017). Mais de façon générale, notre étude ainsi la leur ont démontré une régression de la mangrove entre 1985 et 2017, annonçant une perte de celle-ci d'ici à l'horizon 2030. Notons également que, l'outil LCM utilisé dans d'autres travaux a été testé également dans cette étude. La projection de nos différents types d'occupation des sols à partir de la chaîne Markov a révélé 84 % de précision dépassant largement le score donné par Islam et Ahmed (2011) qui est de 70 %.

La dégradation des mangroves occasionnée par une intensification de la coupe de bois de palétuviers qui fut démontrée dans la présente étude fut également mentionnée par Egnankou (2007). Celui-ci a stipulé que l'une des menaces auxquelles est confrontée la mangrove et qui occasionne sa disparition en Côte d'Ivoire sont les prélèvements anarchiques du bois de palétuviers. Par ailleurs, cette information doit attirer l'attention des décideurs pour prêter une attention particulière à ce facteur dévastateur afin de sauvegarder l'écosystème mangrove ivoirien.

Au lendemain de l'inscription de la zone humide de Grand-Bassam sur la liste Ramsar, des engagements ont été pris dans le cadre de la conservation et de l'utilisation rationnelle de ce milieu. Une bonne gestion de ce site d'importance internationale est attendue. Cependant, aucune action concrète pour palier au problème de dégradation de la mangrove induite par les facteurs identifiés est mise en place. Ainsi, l'absence d'une mise en œuvre concrète de projet de restauration et de résilience de la mangrove intensifie sa dégradation.

## **CHAPITRE V : DIAGNOSTIC DES PROJETS CONCRETS DE RESTAURATION ET DE RESILIENCE DE LA MANGROVE ELABORES ET PERSPECTIVES POUR UNE CONSERVATION DURABLE**

Le problème de l'intensification de la dégradation de la mangrove de la zone humide Ramsar de Grand-Bassam tire sa compréhension dans le diagnostic des projets mis en œuvre. La Côte d'Ivoire ayant un engouement pour la conservation et la gestion durable de la nature, mène des actions dans ce sens, vu que les communautés locales sont dépendantes des ressources issues de la mangrove. Mais qu'est-ce qui justifie l'intensification de la mangrove ? Ce chapitre quatre fait un diagnostic de la mise en œuvre de programmes concrets sur la conservation de la biodiversité en Côte d'Ivoire d'une manière générale et sur la zone humide de Grand-Bassam en particulier. Par la suite, un projet de restauration et de résilience est proposé au Ministère des Eaux et Forêts afin de contrer ce fléau.

### **1 RESULTATS ESCOMPTEES A L'ISSUS DES OBJECTIFS OPERATIONNELS DU PLAN D'ACTION POUR LA BIODIVERSITE DE LA COTE D'IVOIRE 2016-2020**

Le troisième objectif du plan d'action pour la biodiversité de la Côte d'Ivoire (tableau 12) prévoit de restaurer et de préserver tous les écosystèmes et habitats prioritaires du territoire ivoirien. Les zones humides sont des milieux très riches en biodiversité et font partis de ces écosystèmes. Dans l'ensemble, le plan prévoit une restauration de 1 500 000 hectares des écosystèmes et habitats jusqu'à 2019 en dehors des aires protégées et d'élaborer leur plan de gestion d'ici à 2017. Malheureusement, la quasi-totalité des zones humides (sites Ramsar) de Côte d'Ivoire en particulier celle de Grand-Bassam n'en disposent pas pourtant l'année d'achèvement de l'action était prévue pour 2017 (rapport national Ramsar, 2018). Les actions de restauration des écosystèmes et des habitats sont également mitigées. Les programmes de restauration dans ces milieux dégradés et fragiles sont peu mis en exécution vu l'année de fin de l'action prévue pour 2019.

**Tableau 12** Plan d’action stratégique de l’objectif 3 de la biodiversité de la Côte d’Ivoire 2016-2020

Objectifs opérationnels	Objectifs spécifiques	Action prioritaire	Indicateur performance	Année d'achèvement de l'action				
				2016	2017	2018	2019	2020
<b>Objectif 3 :</b> D'ici à 2020 au plus tard, les écosystèmes et habitats prioritaires, sont restaurés et préservés	Adopter un statut juridique de protection pour les sites prioritaires	Identifier les habitats et les écosystèmes d'importance écologique et biologique hors des AP	Liste des habitats d'importance biologiques situés hors des AP					
		Mettre en place un cadre réglementaire pour la sauvegarde des aires d'importances écologique et biologique.	Un acte réglementaire est mis en place					
	Gérer de façon durable les sites prioritaires viables	Elaborer des plans de gestion des sites prioritaires	% de plans de gestion élaborés					
		Restaurer 1.500.000 hectares des écosystèmes / habitats dégradés	Superficie des écosystèmes terrestres / Habitats dégradés restaurés					

Source : Stratégie et plan d’action pour la diversité biologique nationale 2016-2020 Côte d’Ivoire

## 2 PROJETS DE RESTAURATION ET DE RESILIENCE MIS EN ŒUVRE DANS LES ZONES HUMIDES DE CÔTE D’IVOIRE

### 2.1 Programmes et projets de sites Ramsar mis en œuvre et leurs impacts

Le tableau 13 et la figure 24 présentent des projets de restauration et de résilience de la mangrove mis en œuvre dans les zones humides en général et plus particulièrement dans les sites Ramsar de Côte d’Ivoire. Il ressort que sur les six (6) sites Ramsar, un site a bénéficié d’un projet. Notamment le site de Fresco. Celui-ci se trouvant sur le long du littoral a été inclus dans le projet de restauration initié par le Pr EGNANKOU Wandja en 2007. Vu l’état de dégradation de la mangrove, des activités de restauration ont été menées ce qui a permis de réhabiliter plus de 100 hectares de mangrove. Dans le cadre logique de ce projet, des activités de résilience de la mangrove n’ont pas été entreprises ; ce qui a entraîné à ce jour, une continuité de destruction de ces mangroves.

Corrélativement à cette dégradation et pour faire face à celle-ci, certaines mesures prometteuses, adoptées au cours des dix dernières années, ont visé à restaurer la diversité, les conditions physiques et l’expansion des zones de mangroves en Côte d’Ivoire par le biais de la recherche et d’opérations de reforestation. C’est ainsi, depuis octobre 2018, l’USAID avec

son programme WA BICC met en œuvre l'un des projets 'paysages d'apprentissage' de restauration et de résilience sur une durée de 16 mois.

En dehors du site de Fresco, les autres sites Ramsar hors aires protégées aux nombres de trois n'ont pas bénéficié de projet de mise en restauration et de résilience de la mangrove. Le complexe Sassandra-Dagbego (1 des 6 sites Ramsar du pays) se trouve actuellement dans une situation de dégradation de sa superficie. Celle-ci qui est passée de 10,5% ha en 1986 à 7,8% en 2014 (Kouassi *et al.* 2016). Le site Ramsar Nganda Nganda et de Grand-Bassam renfermant des richesses en matière de biodiversité, n'en font pas exception à la dégradation des mangroves due à la surexploitation des ressources halieutiques et des mangroves. Aucun projet de résilience et de restauration n'a été mis en œuvre pour répondre à ce problème.

À titre illustratif, selon le dernier rapport national sur l'application de la convention de Ramsar sur les zones humides de Côte d'Ivoire, quelques sites ont été identifiés pour la restauration. Mais toujours en est-il que des programmes, plans ou projets de restauration ou remise en état des sites Ramsar n'ont pas effectivement été appliqués. Cependant, les sites Ramsar dans les aires protégées des Iles Ehotilés-Essoumans et le Parc national d'Azagny bénéficient des projets de conservation des ressources naturelles notamment le projet CORENA depuis l'année 2016. Notons que ces deux sites sont dans des aires protégées ; ce qui leur permet de bénéficier de meilleurs programmes de conservation des ressources naturelles de l'OIPR.

**Tableau 13** Projets de restauration et de résilience de la mangrove dans les sites Ramsar

Zone humide de mangrove	Etat de la zone humide avant ou absence de mise en œuvre de projet	Projet de Restauration et de Résilience	Année	Résultat	Nombre de projets mis en œuvre	Initiateur du Projet
Sites expérimentaux le long du littoral Fresco - Grand Lahou (Site Ramsar inclus)	De 15 000 ha de palétuviers à moins de 6 000 ha.	Réhabilitation des mangroves comprises entre Fresco et Grand-Lahou	2007	Plus de 100 hectares de mangrove réhabilités	1	Pr. WANDJA
Paysage côtier Fresco (Site Ramsar)	Dégradation de la mangrove : diminution des palétuviers et des ressources halieutiques	Renforcer la résilience au changement climatique dans le Paysage côtier de Fresco en Côte d'Ivoire	En cours (16 mois)		1	WABICC USAID
Grand-Bassam (Site Ramsar)	De 554 ha de mangrove à 243 ha	Aucun			0	
Complexe Sassandra-Dagbego (site Ramsar)	En dégradation De 10,5% ha en 1986 à 7,8% ha en 2014	Aucun			0	
Iles Ehotilés-Essoumans (site Ramsar)	Conservé					
N'Ganda N'Ganda (site Ramsar)	En dégradation	Aucun			0	
Parc national d'Azagny	Conservé					

Source : Rapport national sur les zones humides de Côte d'Ivoire, 2018

## 2.2 Mis en œuvre de projets en zone humide dans les sites non Ramsar et leurs impacts

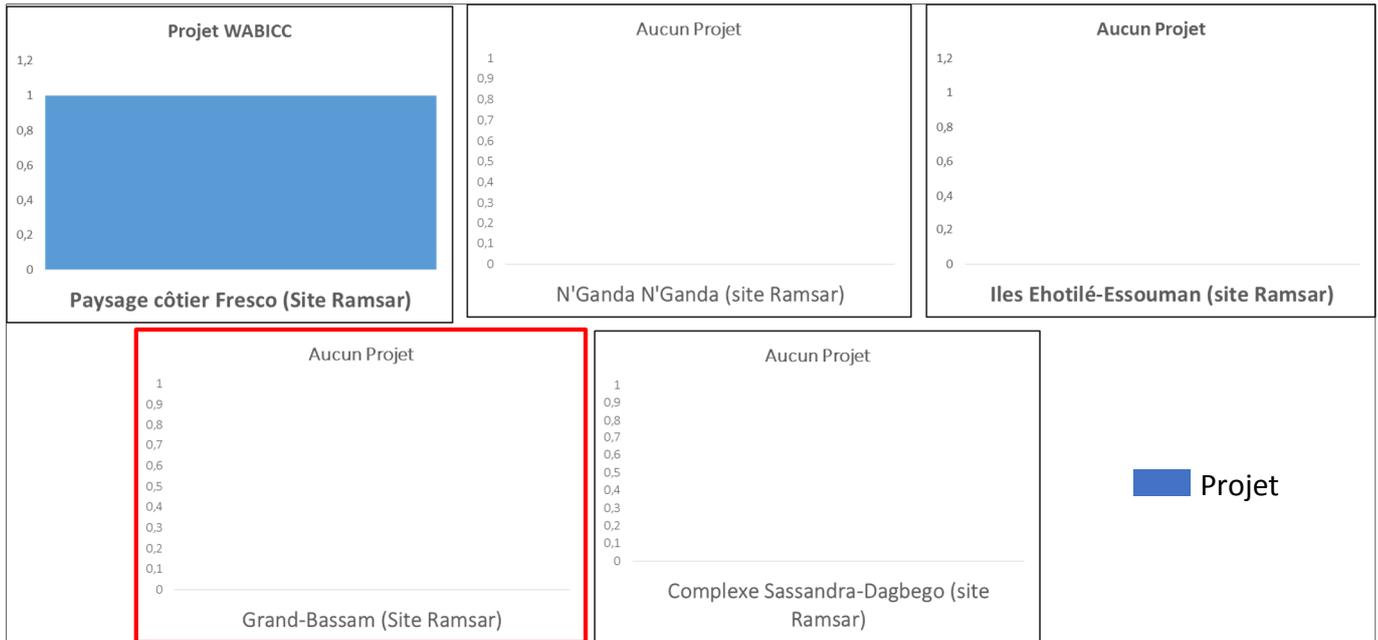
Les zones humides qui ne sont pas des sites Ramsar subissent des pressions anthropiques ; ce qui engendre la dégradation de leurs écosystèmes. Quelques sites ont bénéficié de mise en œuvre de projet de restauration et de résilience de la mangrove (tableau 14 et figure 23). La zone humide du village d'Anan dans la commune de Bingerville, à travers son projet de protection de la mangrove et de création de parc à bois de feu. Ce projet est l'un des projets financés par le PNUD à avoir eu un résultat escompté en matière de résilience de la mangrove. À travers ce projet, 10 km de mangrove ont été restaurés le long de la lagune Ebrié. Soixante-quinze hectares de plantation communautaire d'*Acacia mangium* plantées dans le cadre du projet ont alimenté le village pendant 2 à 3 ans en bois de chauffe.

Les sites expérimentaux le long du littoral Fresco - Grand-Lahou ont connu un projet de restauration ; ce qui a permis de restaurer plus de 10 hectares de mangrove. Cinq années après le projet de restauration de la mangrove, la présence abondante des poissons est constatée (Egnankou, 2007).

**Tableau 14** Projets de restauration et de résilience de la mangrove dans les sites non Ramsar

Zone humide de mangrove	Etat de la zone humide avant ou absence de mise en œuvre de projet	Projet de Restauration et de Résilience	Année	Résultat	Nombre de projets mis en œuvre	Initiateur du Projet
Sites expérimentaux le long du littoral Fresco - Grand Lahou (Site Ramsar inclus)	De 15 000 ha de palétuviers à moins de 6 000 ha.	Réhabilitation des mangroves comprises entre Fresco et Grand-Lahou	2007	Plus de 100 hectares de mangrove réhabilités	1	Pr. WANDJA
Zone humide d'Anan	destruction des mangroves pour les besoins de bois de chauffe	Protection de la mangrove et création de parc à bois de feu	2011	10 km de mangrove ont été restaurés le long de la lagune Ebrié	1	PNUD

Source : Egnankou, 2007 et PNUD, 2011



**Figure 23** Nombre de projets de restauration et de résilience de la mangrove mis en œuvre  
**Source :** Rapport national sur les zones humides de Côte d'Ivoire, 2018

### 3 PERSPECTIVE POUR UNE RESTAURATION ET CONSERVATION DURABLE DE LA MANGROVE

La gestion participative et le plan de gestion seront des outils très utiles dans la conservation durable, la restauration et la résilience de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam. Elles permettront de donner la responsabilité de gestion aux communautés. Ainsi, nous proposons, une étude préliminaire à l'élaboration d'un plan de gestion. Un diagnostic a été fait dans ce sens pour identifier les acteurs internes et externes qui interagissent sur la mangrove ainsi que les différentes pressions et menaces. En outre, les cibles de conservation ont été identifiées. Celles-ci permettront d'orienter les options de gestion.

Les acteurs qu'ils soient internes ou externes de la zone humide mènent des interactions sans équivoque avec la mangrove de la zone humide. La collecte de données pendant les enquêtes de terrain a révélé différents acteurs. La figure 24 présente tous les acteurs du système (interne et externe). A titre illustratif, les propriétaires de pâtisseries qui sont identifiés comme des acteurs interne du système, ont un pouvoir dans le développement durable de la mangrove. Etant donné qu'il ne participe pas directement à la dégradation de la mangrove, ils sont des acteurs à prendre en compte puisqu'il influence le marché de bois. Les propriétaires des pâtisseries achètent les bois pour le fonctionnement des foyers de feu des boulangeries. Leurs échanges avec les exploitants des palétuviers accélèrent la destruction de la mangrove. En outre, le diagramme de Venn démontre qu'il y a une faible relation entre le Ministère des Eaux et Forêts et les exploitants de palétuviers. Puisqu'il n'existe pas de plan de gestion. Quant

à la Mairie de Grand-Bassam, elle entretient de forte relation avec les opérateurs immobiliers. Ceux-ci doivent être impliqués dans le processus de la gestion de la mangrove.

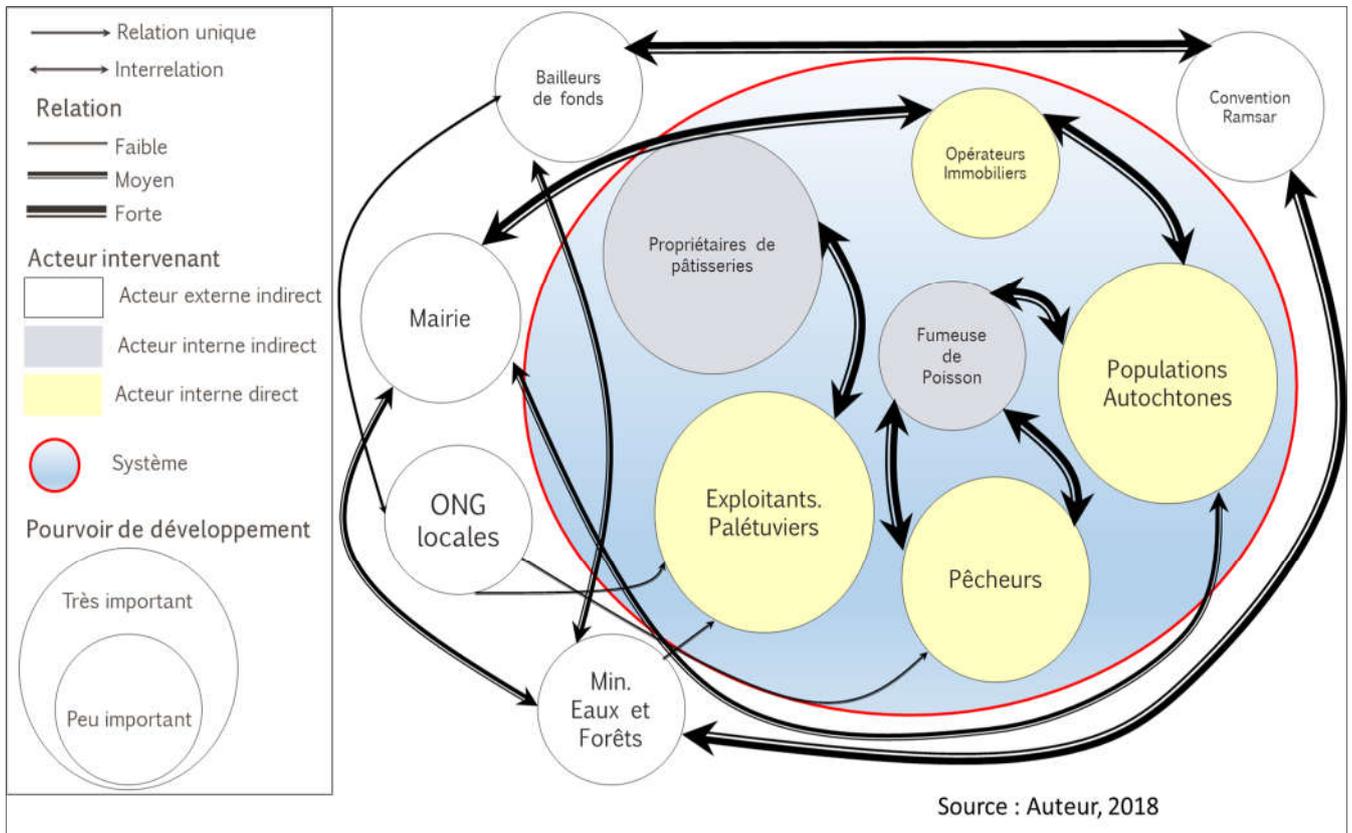


Figure 24 Diagramme de Venn

La prise de décision en ce qui concerne la restauration et la gestion de la mangrove sera déterminée par ces différentes parties prenantes. Pour sauver la mangrove actuelle des pressions et menaces auxquelles elle est confrontée, les palétuviers et son cours d'eau doivent être protégés. Ceux-ci représentent l'ossature de la mangrove.

Les actions à mener seront basées sur la conservation des palétuviers et du cours d'eau. Les activités de restauration et de résilience seront menées. Pour cela, des plans de *Rhizophora racemosa* seront plantés dans les endroits dégradés de la zone humide. En outre, des objectifs opérationnels qui contribuent à l'atteinte des objectifs 1 et 14 d'AICHI seront mis en exergue avant, pendant et après la mise en œuvre du projet de restauration et de résilience de la mangrove à savoir :

- l'implication de la jeunesse riveraine dans la gestion de la zone humide ;
- l'intensification des campagnes de sensibilisation des populations riveraines et la vulgarisation des connaissances sur la mangrove ;
- l'organisation récurrente des événements (journée mondiale des zones humides, journée des mangroves ;
- la matérialisation des limites de la zone humide ;

- la promotion de l'élevage de poulet à Eloka et Ebrah et ouverture de l'embouchure de Grand-Bassam ;
- la vulgarisation de foyers améliorés.

### **3.1 Mise en place de projet de Conservation, Restauration et Résilience de la mangrove qui contribue à l'atteinte des objectifs 11-14-15 d'AÏCHI**

La présente étude a montré que l'absence d'une mise en œuvre concrète de projet de restauration et de résilience contribue à la dégradation de la mangrove. C'est pourquoi, il faudrait au Ministère des Eaux et Forêts d'envisager le plus tôt possible à mettre en œuvre un projet de restauration et de résilience de la mangrove qui contribuerait à l'atteinte des objectifs 11, 14 et 15 d'AÏCHI. Ce projet permettra de restaurer la biodiversité de ce milieu et à améliorer les conditions de vie des populations.

Les projets expérimentaux du Professeur EGNANKOU Wandja et celui du village d'Anan ont révélé une mise en œuvre de projet de restauration et de résilience qui peuvent servir de base pour la mise en œuvre de celle de la zone humide de Grand-Bassam. Partant des résultats obtenus par le traitement des images satellites, des zones dégradées ont pu être identifiées. Ceci permettra de faire un reboisement en utilisant des pépinières de *rhizophora racemosa* avec l'appui du Pr EGNANKOU et son ONG SOS forêt. Le projet s'étendra sur 2 ans. Les propagules de *Rhizophora* seront collectées et mis en pépinière sur une durée de 5 mois. La réussite des pépinières dépend de la technique de collecte des propagules. La technique de repousses déracinées sera retenue. Cette technique garantie au moins 90% de réussite. Etant donné qu'au moins 200 hectares sont à reboiser, 1500 semis seront récolter ou acheter. Les résultats de germination et de développement de la plante sont observés après au moins 3 mois. Les plantes peuvent être confrontées à certaines difficultés dans leur croissance. Cependant, il faudrait contrôler les caractéristiques organoleptiques (Salinité). Les *Rhizophora* sont moins résistants au sel. En substance, après la germination et le développement des propagules, la phase de reboisement suivra pour 1 mois.

En matière de résilience de la mangrove, des plans d'*Acacia mangium* seront plantés aux alentours des villages avec l'aide du Ministère des Eaux et Forêts. L'*Acacia mangium* est une source importante de bois. Son bois est utilisé pour la construction, la construction de bateaux, les meubles et l'ébénisterie, et le placage. Il fait un beau mobilier et des armoires, moulures, portes et fenêtres et des composants. La conversion en placages et des contreplaqués est possible sans exigences de traitement spécifiques (World Agroforestry Center). L'*Acacia mangium* a fait ces preuves dans la zone humide d'Anan et également à Niapé, Toumodi et Aghien Télégraphe. Les populations les ont utilisées pour subvenir à leurs besoins (bois de chauffe, vente) pendant 2 à 3 ans. Cela a permis à la mangrove d'être conservée intégralement face à toutes pressions et menaces. Les communautés par un consensus doivent identifier un espace pour le reboisement. Par la suite, il sera prévu de

planter 75 ha d'*Acacia magium* sur une durée de 3 mois. Le tableau 15 exhibe l'échelle de temps de la mise en œuvre des activités du projet.

**Tableau 15** Echelle de temps de mise en œuvre des actions

Objectifs opérationnels	Activités	Temps
Restauration	Mise en place de pépinière	6 mois
	Reboisement	
Plantation d'Acacia	Plantation	4 mois
Sensibilisation	Ateliers	8 mois
Matérialisation	Délimitation	1 mois
	Pose de pancarte	
Promotion d'élevage	Construction de poulaillers	3 mois
	Dépôt des poussins	
Création de foyers améliorés		2 mois

Source : Auteur, 2018

### **3.2 Actions stratégiques avant et pendant la mise en œuvre du projet qui contribuent à l'atteinte de l'objectif 1 d'AÏCHI**

#### ***3.2.1 Implication de la jeunesse riveraine dans la gestion de la zone humide***

La politique de gestion de la zone humide de Grand-Bassam qui fut toujours une gouvernance par l'Etat de Côte d'Ivoire n'arrive pas à gérer les différentes pressions. Cependant, nous recommandons une gouvernance partagée entre l'Etat et des Comités villageois de gestion. Les villages Eloka, Ebrah doivent avoir un comité de gestion chacun. Cela aidera à mettre en place une gestion participative du projet.

#### ***3.2.2 Intensification des campagnes de sensibilisation des populations riveraines et la vulgarisation des connaissances sur la mangrove***

La DFRC en sa qualité de gestionnaire des zones humides d'importance internationale de Côte d'Ivoire doit d'avantage initier des campagnes de sensibilisation des populations environnantes et vulgariser des connaissances sur la mangrove. En effet, le nombre de campagnes de sensibilisation orchestré depuis 2005 est insuffisant. Cela traduit que la priorité de gestion des zones humides hors aires protégées ne fait pas partie des priorités de gestion environnementales de l'Etat. Cependant, il faudrait chaque année initier deux périodes de campagnes pour sensibiliser la population sur l'importance de pourquoi gérer et utiliser rationnellement les mangroves. Les populations riveraines ignorent qu'elles sont à l'intérieur d'une zone d'importance internationale et qu'il faudrait utiliser rationnellement les ressources naturelles. Ceci dit, des campagnes de sensibilisation doivent être faites même en langue locale pour que des explications soient compréhensibles. Les campagnes de

sensibilisation se feront sur la durée du projet, c'est-à-dire en 2 ans. Des ateliers de communication et d'entretien avec les acteurs se feront 1 fois chaque 3 mois.

### ***3.2.3 Organisation récurrente des événements (journée mondiale des zones humides, journée des mangroves)***

Ces évènements permettront de relayer des informations plus localement. Egalement de mieux expliquer les différentes décisions qui ont été prises à une CoP. La DFRC doit d'avantage organiser des journées mondiales des zones humides ainsi que des journées des mangroves ouvertes au grand public et aux acteurs (population, chefs coutumiers, leaders communautaires, société civile, ONG, mairie).

### ***3.2.4 Matérialisation des limites de la zone humide***

La DFRC doit matérialiser les limites de la zone humide en particulier celle de la mangrove du côté de Moossou par des panneaux ou pancartes publicitaires. Cette matérialisation indiquera au grand public une zone qui fait objet de protection des mangroves.

Ajoutons à cela que, la Mairie se doit d'instaurer des amendes ou des taxes aux opérateurs immobiliers ne respectant pas le plan d'aménagement du Grand Abidjan. En outre, interdire la vente de lot et de construire dans les espaces contenant des peuplements de mangroves.

## **3.3 Actions après le projet qui contribuent à l'atteinte de l'objectif 14 d'AICHI**

### ***3.3.1 Promotion de l'élevage de poulet à Eloka et Ebrah et l'ouverture de l'embouchure de Grand-Bassam***

Selon le sous-chef d'Elokato, se détourner de l'exploitation abusive de la mangrove passe par deux solutions clés : la mise en place de ferme de poulets et l'ouverture de l'embouchure à une période donnée de l'année. Ceux-ci leur permettront d'avoir d'autres sources de revenus. Nous recommandons à l'Etat de promouvoir l'élevage de poulet à Eloka et Ebrah qui sont les deux zones à forte exploitation de la mangrove. Une coopérative pour la gestion et le suivi du projet sera mise en place. L'ouverture de l'embouchure pendant les saisons non pluvieuses alimentera les différents cours d'eau en poissons ; ce qui sera bénéfique pour tous les différents villages de la zone humide et contribuera à éliminer les plantes envahissantes (Jacinthe d'eau).

### ***3.3.2 Vulgarisation de foyers améliorés***

La FAO à travers plusieurs projets dans la sous-région a financé la mise en place de foyers de fumoirs améliorés pour des populations riveraines. Cette action serait la bienvenue en Côte

d'Ivoire particulièrement dans les villages à proximité des mangroves. Appelé « four parpaing », celui-ci empêche la dispersion de la chaleur et utilise moins de produits ligneux.

En résumé, la persistance de la dégradation des mangroves dans la zone humide de Grand-Bassam est liée à une absence concrète de mise en œuvre de projets de restauration et de résilience. L'analyse des plans d'actions des objectifs sur la biodiversité de 2016-2020 et le diagnostic des états de projets dans toutes les zones humides de Côte d'Ivoire ont montré qu'un de ces six sites Ramsar bénéficie d'une mise en œuvre de projet. Par ailleurs, d'autres sites qui ne sont pas de sites Ramsar ont bénéficié de projets. Toutefois, leur cadre logique n'a pu prendre en compte l'aspect résilience. Cela a entraîné une continuité de dégradation des mangroves dans ces milieux.

Par ailleurs, des projets de restauration et de résilience de la mangrove mis en œuvre dans d'autres pays notamment, Joal-Fadiouth, Foundiougne et Abéné au Sénégal ont donné des résultats positifs tant au niveau de la mangrove qu'au niveau de la population riveraine. Ces projets ont permis le reboisement de 1000 hectares de mangroves et le développement des mécanismes de financement durable de la gestion de la mangrove.

Eu égard de la régression de la mangrove, un projet concret de restauration et de résilience de la mangrove est proposé ainsi que des actions stratégiques qui contribuent à l'atteinte des objectifs 1 et 14 sont proposées.

## CONCLUSION GENERALE

Les mangroves jouent un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème, ainsi que pour les populations vivantes sur les côtes. Cependant, depuis la fin du 20<sup>e</sup> siècle, son utilisation se fait de façon abusive à tel point que ses ressources tendent vers une diminution drastique. La mangrove de la zone humide de Grand-Bassam à l'instar des mangroves dans la sous-région est confrontée à ce problème de dégradation de son écosystème. Cette tendance négative sur la mangrove a relevé autant de préoccupation qui a permis la présente étude dont le sujet est intitulé « CARACTERISATION DE L'EVOLUTION SPATIALE DE LA MANGROVE DE LA ZONE HUMIDE RAMSAR DE GRAND-BASSAM EN CÔTE D'IVOIRE DE 1985 A 2030 ».

La méthodologie de ladite étude fut basée sur l'analyse diachronique d'images satellitaires, les enquêtes socio-économiques et la recherche bibliographique. À l'issue de cette étude, les résultats obtenus montrent d'abord que le couvert de la forêt de mangrove régresse en superficie. En 1985, la superficie de la mangrove était estimée à 552 hectares. Aujourd'hui, cette superficie passe à 303 hectares de mangrove soit 40% de la superficie totale. La projection de l'évolution spatiale grâce à l'outil LCM prévoit une perte de 54 hectares de la mangrove d'ici à 2030 si des programmes d'aménagement ne sont pas entrepris. En outre, la mangrove se dégrade du fait de la coupe abusive des palétuviers dans les villages Eloka et Ebrah et, des installations des infrastructures immobilières mal planifiées dans la commune de Grand-Bassam - Moossou. Ces deux types d'activités anthropiques jouent un rôle prépondérant dans le dysfonctionnement de l'écosystème mangrove de cette zone humide. Ainsi, tous ces résultats nous permettent de confirmer notre première hypothèse selon laquelle : « **La superficie de la mangrove de la zone humide de Grand-Bassam se réduit à cause de la progression des espaces humanisés et des coupes de palétuviers.** ».

Les zones humides d'importances internationales en Côte d'Ivoire ne sont pas entièrement inféodées par des projets concrets de restauration et de résilience de la mangrove vu leur état de dégradation. Les objectifs opérationnels du plan stratégique de la biodiversité de la Côte d'Ivoire 2016-2020 montrent que les écosystèmes sont dans une perspective d'actions de restaurations et de résilience. Mais les objectifs opérationnels assignés manquent de mise en œuvre vue la date d'échéance prévue pour l'année 2019. En outre, sur les six sites Ramsar que compte la Côte d'Ivoire, seulement un seul site bénéficie d'une mise en œuvre concrète de projet (WA BICC) de restauration et de résilience de la mangrove. Par contre, certains sites qui ne sont pas des sites Ramsar ont bénéficié de projet de restauration et de résilience de la mangrove mais qui n'ont pas perduré. Par conséquent, la deuxième hypothèse selon laquelle : « **l'absence d'une mise en œuvre concrète de projet de restauration et de résilience de la mangrove contribue à sa dégradation** » est confirmée.

Pour remédier au problème de dégradation que cette étude a montré, nous proposons des solutions de restauration et de résilience de la mangrove pour contribuer à la gestion nationale de la biodiversité et de son habitat comme le recommandent des objectifs d'AïCHI.

Pour cela, des plants de *Rhizophora racemosa* seront plantés dans les endroits dégradés de la zone humide. En outre, des objectifs opérationnels qui contribueront à l'atteinte des objectifs 1 et 14 d'AïCHI seront mis en exergue avant, pendant et après la mise en œuvre du projet de restauration et de résilience de la mangrove.

L'étude menée démontre, comme originalité, l'utilité, l'importance et l'actualisation des informations portant sur l'environnement physique et humain de la zone humide de Grand-Bassam. Ces informations permettront entre autres d'aider les politiques en charge de la conservation et de la gestion de la biodiversité de mieux connaître les caractéristiques physiques et humaines, d'être informé aussi bien sur l'évolution de la mangrove. Cela peut donner la possibilité d'envisager un aménagement concret de ladite zone et d'améliorer les conditions de vie des populations environnantes. En outre, ces informations serviront de mettre à jour non seulement les fiches descriptibles Ramsar, mais également de contribuer à l'identification des zones prioritaires pour la restauration des zones humides de Côte d'Ivoire comme le recommande la cible 12 du plan stratégique Ramsar 2016-2024.

En perspective, il revient de noter que l'étude de la dynamique de la mangrove a été très révélateur en ce sens que, les superficies ont été cartographiées vue la non accessibilité de certaines zones de ladite zone humide. Par ailleurs, dans le cadre d'une identification prioritaire aux espaces de mangroves dégradées, une étude cartographique exhaustive doit être menée sur toute l'étendue du territoire ivoirien. L'adoption de certaines techniques telles que LIDAR doivent être de mise afin de caractériser toutes les espèces de palétuviers. Pour y arriver, des connaissances supplémentaires doivent nous être transmises à partir d'un centre de formation de télédétection spécialisé.

## Références bibliographiques

Akadje, L. M.-C., Guy. B. B., et Hauhout C., (2017), « Modélisation prospective de l'occupation du sol d'une zone à forte pression anthropique : Cas du site Ramsar de Grand-Bassam (sud-est de la Côte d'Ivoire) ». Centre Béninois de la recherche scientifique. pp 13-31.

Alongi D. M., (2012), « Carbone sequestration in mangrove forest ». Carbone manager, Vol. 3, [en ligne], (page consultée le 06/07/2018)

Andriamalala C. A. J., (2007), *Etude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar : comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la télédétection*. Thèse de doctorat : Philosophie et Sciences Naturelles, Université de Bâle, Suisse, 283 p.

Carrere R., (2009), « L'importance des forêts de mangrove pour la pêche, la faune sauvage et les ressources en eau en Afrique ». Nature & Faune. Vol. 24, N°29, pp 3-7.

Clack J., (1980), « Progress in management of coastal ecosystems ». Helgoländer Meeresunters, n°33, pp 721-731.

Dahome-Di Ruggiero M., (2017), « Anthropisation du littoral à mangroves en Guadeloupe, Antilles Françaises : caractéristiques et impacts ». Vertigo [en ligne], Vol. 17, n°3, (page consultée le 06/07/2018) <https://journals.openedition.org/vertigo/18970>

David G., (1985), Pêche de subsistance et milieu naturel : les mangroves de Vanuatu et leur intérêt halieutique. Port-Vila : ORSTOM. in : *Notes et Documents d'Océanographie*, 67 p.

Diouf P. S., (1996), *Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine-Saloum*. Thèse de Doctorat : Biologie des populations et écologie, Université de Montpellier II, Montpellier (France), 303 p.

Direction de la Faune et des Ressources Cynégétiques, (2015), *Formation des planificateurs et gestionnaires de site Ramsar*. Rapport d'atelier, Abidjan (Côte d'Ivoire), 24 p.

Direction de la Faune et des Ressources Cynégétiques, (2018), *Rapport national sur l'application de la convention de Ramsar sur les zones humides*. 18 p.

Doyen A., Agbogba C., et al., (1985), *La mangrove à usages multiples de l'estuaire du Saloum (Sénégal)*. UNESCO-MAB-EPEEC, pp 177-201.

Eastman, (2009), *IDRISI Taiga: Guide to GIS and Image processing*. Clack Lab-Clack University. Manual version 16.02, 342p.

Egnankou W. M., (2007), « Réhabilitation des mangroves entre Fresco et Grand-Lahou en Côte d'Ivoire : Zones importantes pour la pêche ». Nature & Faune. Vol. 24, N°29, pp 85-92.

Egnankou W.M., (1985), *Etude des Mangroves de Côte d'Ivoire : aspects écologiques et Recherches sur les possibilités de leur aménagement*. Thèse de Doctorat troisième cycle : ICIV, UPS, Toulouse III, 167 p.

Enval, (2014), *Etude d'Impact Environnemental et social*. Abidjan, 302 p.

FAO, (2005), *Evaluation des ressources forestières mondiales 2005. Etude thématique sur les mangroves*. Département des Forêts FAO, Rome, 12 p.

FAO, (2005), « Les mangroves du monde 1980-2005 ». Global Forest Ressources Assessment, pp 1-77.

Gaudin C., (2006), *Cadre juridique international et national de protection des mangroves*. FAO Légal papers Online, 94 p.

Hepinstall J.A., Alberti M., Marzluff J.M., (2006), « Predicting land cover change and avian community responses in rapidly urbanizing environments ». *Landscape Ecol*, Vol. 23, pp 1257-1276. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4155/cmt.12.20>

Hubert-Moy L., (1998), « Analyse de la structure spatiale de l'occupation des sols par télédétection ». In : *Agriculture Intensive et Qualité des Eaux*, INRA, pp 41-52.

Kouamé D., Ouattara D., *et al.*, (2016), « Flore et végétation du littoral est de la Côte d'Ivoire et potentiel de conservation de la biodiversité en zone d'activités anthropiques ». RES-PAPRES, n°1, pp 25-34.

Kouassi K. H., N'GO Y. A., Zro B. F.G., (2016), « Dynamique spatio-temporelle des habitats naturels du site Ramsar du complexe Sassandra-Dagbego par télédétection ». *IJSR*, vol. 27, n°2, 02 Nov. pp 243-249 p.

Maddi F. A., (2014), « Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique : les « les espèces exotiques envahissantes. Bilan des prospections ». *Société d'histoire naturelle l'Herminier, Caraïbe*, pp 6-19.

Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable, (2015), *Stratégie et plan d'action pour la diversité biologique nationale 2016-2020*, 188 p.

Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme, (2015), *Le projet de développement du schéma directeur d'urbanisme du Grand Abidjan*. Vol. 1 et 2, 172p.

Ministère Des Eaux Et Forêts, (2014), *Le nouveau code forestier ivoirien*. Côte d'Ivoire, 28 p.

Ndotit Manguiengha S., (2014), *Cartographie des états de surfaces des mangroves de la Mondah et suivi de leur dynamique par télédétection*. Mémoire de master recherche : traitement numérique de l'information géographique, Université Omar Bongo, Gabon, 110 p.

Ndour N., Dieng D. S., Fall M., (2011), *Rôles des mangroves, modes et perspectives de gestion au Delta du Saloum (Sénégal)*. *Vertigo* [en ligne], Vol. 11, n°3, (page consultée le 01/03/2019) <https://journals.openedition.org/vertigo/11515>

Odoukpe S. G., Yaokokore-Beibro H. K., (2014), « Avifaune des champs de riz de la zone humide de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire) ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 8, n°4, pp 1458-1480.

Odum W.E., Mclvor C. C., Smith T. J., (1982), « The ecology of the mangroves of southFlorida: acommunity profile ». Washington US Fish and Wildlife Service, pp 144-158.

Okwuashi O., Isong M., Eyo *et al.*, (2012), « *GIS Cellular Automata Using Artificial Neural Network for Land-use Change Simulation of Lagos, Nigeria* ». Geography and Geology, Vol. 4, No. 2, p 94-101.

Pannier F., Fraino de Pannier R., (1989), Manglares de Venezuela. in : *Caracas : Cuadernos Lagoven*, 67 p.

Rougerie F., (1986), Le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : spécificité hydrologique, dynamique et productivité. Paris : ORSTOM. in : *Etudes et thèses*, 234 p.

Saffache P., (2001), « Les mangroves caribéennes, des milieux fragiles nécessitant une politique de gestion et de protection adaptée ». *Aménagement et nature*, n°5, pp 143-144.

Sankaré Y., Avit J.-B. L. F., Egnankou W., Saenger P., (1999), « *Etude floristique des mangroves des milieux margino-littoraux de Côte d'Ivoire* ». *Bulletin du Jardin botanique National de Belgique*, Vol. 67, No. 1/4, pp. 335-360.

Spalding M. D., Blasco F. & Field C. D. eds, (1998), «*World mangrove atlas* ». International Society for Mangrove Ecosystems, vol. 14, pp 723-724.

Spaninks F., Pieter V. B., (1997), « Economic Valuation of mangrove Ecosystems : Potential and Limitations ». CREED Working Paper, n°14, pp 1-54.

Taureau F., Robin M., Debaine F., (2015), *Guide méthodologique pour la cartographie des mangroves de l'Outre-mer français*. Initiative française pour les récifs coraliens, 83 p.

Tewelde M.G., Cabral P., (2011), « Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea ». *Journal of Remote Sensing*, vol. 3, pp 2148-216.

Tiega A., Ouédraogo P., (2012), « Les forêts de mangroves : aperçu de leurs services et de leur rôle de stabilisateur des zones côtières fragiles », in Villeneuve (dir.), *Pièges et opportunités de l'économie verte pour le développement durable et l'éradication de la pauvreté*, Quebec, Relation internationale du Quebec, « Forêts et humains : une communauté de destins », pp 25-34

Vande Weghe J-P, (2005), Plage et mangroves. in : *Les Parcs nationaux du Gabon*, 208 p.

Vaouli Zou B. T. N., (2017), *Caractérisation de quelques activités anthropiques sur le site de Grand-Bassam en Côte d'Ivoire*. Mémoire de master professionnel : gestion des aires protégées, Université Senghor, Egypte, 54 p.

Ward A., Bunyard P., (1985), Mangroves d'Afrique et de Madagascar. in : *OPOCE*, Luxembourg, 296 p.

## Liste des illustrations

<b>Figure 1</b>	Rhizophora racemosa du parc des îles Ehotilés .....	4
<b>Figure 2</b>	Racines pneumatophores d'avicennia germinans .....	4
<b>Figure 3</b>	Répartition mondiale des mangroves .....	5
<b>Figure 4</b>	Carte de localisation de la zone d'étude.....	14
<b>Figure 5</b>	Diagramme ombrothermique Grand-Bassam.....	15
<b>Figure 6</b>	Carte des altitudes et des sols de la zone humide de Grand-Bassam.....	16
<b>Figure 7</b>	Profil de végétation.....	18
<b>Figure 8</b>	Œuvres d'art pour commercialisation dans la commune de Grand-Bassam .....	19
<b>Figure 9</b>	Répartition spatiale de la population de la zone humide .....	20
<b>Figure 10</b>	Carte des localités et des personnes enquêtées .....	25
<b>Figure 11</b>	Application de l'outil Stretch sur les images Landsat 1985 et 2017.....	29
<b>Figure 12</b>	Répartition de l'occupation du sol dans la zone humide de GB en 1985.....	33
<b>Figure 13</b>	Carte d'occupation du sol en 1985.....	34
<b>Figure 14</b>	Carte d'occupation du sol en 2017.....	35
<b>Figure 15</b>	Superficie de l'occupation du sol en 2017 .....	35
<b>Figure 16</b>	Changement net de l'occupation du sol entre 1985 et 2017 .....	36
<b>Figure 17</b>	Bois de palétuvier coupé par des jeunes et mis en vente dans la localité d'Elokato .....	37
<b>Figure 18</b>	Chargement de stère de bois de palétuvier pour une livraison .....	38
<b>Figure 19</b>	Fumage de poissons par une femme dans la localité d'Elokato .....	39
<b>Figure 20</b>	Carte de l'occupation du sol du Grand-Abidjan .....	39
<b>Figure 21</b>	Evolution de la superficie de la mangrove et des infrastructures dans le secteur Moossou .....	40
<b>Figure 22</b>	Carte d'occupation du sol à l'horizon 2030.....	44
<b>Figure 23</b>	Nombre de projets de restauration et de résilience de la mangrove mis en œuvre .....	51
<b>Figure 24</b>	Diagramme de Venn.....	52

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Tableau synoptique du cadre logique .....	12
<b>Tableau 2</b>	Indicateurs liés à la régression de la mangrove de la zone humide.....	21
<b>Tableau 3</b>	Indicateurs liée à l'absence d'une mise en œuvre concrète de restauration et de résilience.....	22
<b>Tableau 4</b>	Statistique des personnes enquêtées par localité .....	27
<b>Tableau 5</b>	Les différentes compositions colorées des deux images retenues.....	28
<b>Tableau 6</b>	Matrice de contingence de la classification d'image de 1985 .....	30
<b>Tableau 7</b>	Tableau de contingence de la classification d'image de 2017 .....	31
<b>Tableau 8</b>	Changement de l'occupation du sol entre 1985 et 2017 .....	36
<b>Tableau 9</b>	Coefficient Cramer's V des variables explicatives .....	41
<b>Tableau 10</b>	Matrice de probabilité de transition de l'occupation du sol pour 2030 .....	43
<b>Tableau 11</b>	Evolution de l'occupation du sol entre 2017 et 2030 .....	45

<b>Tableau 12</b>	Plan d'action stratégique de l'objectif 3 de la biodiversité de la Côte d'Ivoire 2016-2020.....	48
<b>Tableau 13</b>	Projets de restauration et de résilience de la mangrove dans les sites Ramsar .....	49
<b>Tableau 14</b>	Projets de restauration et de résilience de la mangrove dans les sites non Ramsar .....	50
<b>Tableau 15</b>	Echelle de temps de mise en œuvre des actions .....	54

## Glossaire

**Mangrove** : Ecosystème terre-mer, une forêt littorale amphibie, de région côtière, tropicale à subtropicale, caractérisée par la présence de palétuviers, arbres dont les racines en forme d'échasses s'enfoncent dans des vases ou des limons des estuaires et des lagunes saumâtres.

**Zone humide** : Tout territoire dont le biotope et la répartition des êtres vivants sont caractérisés principalement par la présence d'eau, quel que soit son degré de salinité ou sa persistance au cours de l'année.

**Convention Ramsar** : Traité international adopté le 2 février 1971 pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides, qui vise à enrayer leur dégradation ou disparition, aujourd'hui et demain, en reconnaissant leurs fonctions écologiques ainsi que leur valeur économique, culturelle, scientifique et récréative.

**Projet de Restauration de la mangrove** : Un projet de restauration de la mangrove consiste à planter des jeunes plans de palétuviers (propagules) dans le but de retrouver l'état initial de celle-ci après la dégradation qu'elle a pu subir.

**Projet de Résilience** : Un projet de résilience de la mangrove consiste à mettre en œuvre des actions qui permettront à la mangrove de résister au choc (dégradation) qu'elle a subi. En outre, la résilience viendra en appui pour pérenniser l'existence de la mangrove à long terme.

**Dynamique spatio-temporelle** : C'est une évolution dans le temps et dans l'espace d'un phénomène rattaché à l'espace géographique.

**Occupation du sol** : C'est la couverture biophysique de la surface terrestre émergée. Cette couverture peut varier d'un territoire à un autre.

**Modélisation spatiale** : Basée sur des modèles mathématiques, la modélisation spatiale consiste à représenter un phénomène spatial en prenant en compte des variables susceptibles de contribuer à son évolution.

**Coefficient Cramer's V** : Cramer V est un test statistique utilisé pour mesurer la force d'association entre deux variables nominales et prend les valeurs de 0 à 1. Les valeurs proches de 0 indiquent une faible association entre les variables et les valeurs proches de 1 indiquent une forte association entre les variables.

**Matrice de probabilité de transition** : La probabilité de transition renseigne sur la probabilité qu'une variable peut évoluer au cours d'un certain temps bien déterminé. Elle est calculée à partir de la chaîne de Markov.

## Annexes

### Annexe I : Rapport 2018 sur les zones humides en CI : Situation de la restauration

<p><b>Objectif 12.</b> Les zones humides dégradées sont en cours de restauration, la priorité étant donnée aux zones humides importantes pour la conservation de la biodiversité, la prévention des risques de catastrophes, les moyens d'existence et/ou l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ces changements. {1.8.}</p>	
<b>RAPPORT À LA COP13</b>	
12.1 Avez-vous identifié des sites prioritaires pour la restauration des zones humides ? {1.8.1} DRC 1.8.i	<b>C</b> A=Oui; B=Non; C=Partiellement; D=Prévu; X=Inconnu; Y=Non pertinent
12.1 Information supplémentaire : Reboisement des mangroves dans toutes les zones humides	
12.2 Des programmes, plans ou projets de restauration/remise en état des zones humides ont-ils été effectivement appliqués ? {1.8.2} DRC 1.8.i	<b>B</b> A=Oui; B=Non; C=Partiellement; D=Prévu; X=Inconnu; Y=Non pertinent

### Annexe II : Objectifs 3 du plan d'action stratégique 2016-2020 des écosystèmes

Objectifs SNBD Côte d'Ivoire	Objectifs spécifiques	Actions Prioritaires	Indicateurs de performance	Organisme responsable de suivi de l'indicateur	Année d'achèvement de l'action					Organisme contribuant à l'action
					2016	2017	2018	2019	2020	
<b>OBJ-3</b> D'ici à 2020 au plus tard, les écosystèmes et habitats prioritaires, sont restaurés et préservés	OSP-3.1 Adopter un statut juridique de protection pour les sites prioritaires	Identifier les habitats et écosystèmes d'importance écologique et biologique hors des aires protégées.	Liste des habitats d'importance biologique et écologique situés hors des aires protégées.	DEPE		X				Direction du Reboisement et du Cadastre Forestier, Universités, SODEFOR, OIPR, Direction de la Production et des Industries Forestières, CRO, CRE, CNREED+.
		Mettre en place un cadre réglementaire pour la sauvegarde des aires d'importance écologique et biologique	Un acte réglementaire est mis en place	DEPE				X		CRO, Universités, DPIF, CNDD, DEPE, Collectivités territoriales, Direction de l'Aquaculture, CRE, SODEFOR
	OSP-3.2 Gérer de façon durable les sites prioritaires viables	Elaborer des plans de gestion des sites prioritaires	% de plans de gestion élaborés	DEPE		X				DRCF, CNREED+, SODEFOR
		Restaurer 1.500.000 hectares des écosystèmes / habitats dégradés	Superficie des écosystèmes terrestres/ habitats dégradés restaurés					X		

**Annexe III : Questionnaire des personnes pratiquantes la coupe de palétuvier**

<b>MEMOIRE 1719</b>			
<i>Juillet - Université Senghor</i>			
<b>Situation sociale de l'enquêté</b>			
1. Sexe .....	<input type="radio"/> 1. Homme <input type="radio"/> 2. Femme	4. Quelle est votre nationalité? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>
2. Quel age avez-vous? ..	<input type="radio"/> 1. De 15 à 29 <input type="radio"/> 2. De 30 à 45		
3. Quel est votre statut resident? .....	<input type="radio"/> 1. Autochtone <input type="radio"/> 2. Allogène		
<b>Activités</b>			
5. Quelle est votre activité principale comme source de revenu? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>	10. Si oui laquelle? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>
6. Pourquoi pratiquez-vous la coupe de mangrove? ..	<input style="width: 100%;" type="text"/>	11. D'où prelevez-vous les bois de mangrove coupés?	<input style="width: 100%;" type="text"/>
7. Combien de fois exercez-vous cette activité?	<input type="radio"/> 1. Jour <input type="radio"/> 2. Semaine <input type="radio"/> 3. Mois	12. Pratiquez-vous autre(s) activité(s)? .....	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non
8. Quel type d'exploitation exercez-vous? .....	<input type="radio"/> 1. Individuel <input type="radio"/> 2. Groupe	13. Si Oui laquelle? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>
9. En dehors de cette activité, avez-vous une autre activité? .....	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non		
<b>Vente</b>			
14. la coupe des palétuviers est-elle rentable? ...	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non	16. A qui vendez-vous ces bois? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>
15. Combien gagnez-vous?	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
<b>Moyen disponible pour l'exploitant</b>			
17. Quels sont les matériels disposez-vous pour la coupe de bois? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
<b>Importance des mangroves</b>			
18. Savez-vous que vous êtes dans un site Ramsar?	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non	21. Si oui, quelles sont ses actions? et qui les pratique? .....	<input style="width: 100%;" type="text"/>
19. Etes-vous conscient de la dégradation de la mangroves? .....	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non		
20. Existe-t-il des actions de reboisement des mangroves? .....	<input type="radio"/> 1. Oui <input type="radio"/> 2. Non		

Annexe IV : Guide d'entretien

**MEMOIRE 1719**

*Juillet 2018 - Université Senghor*

**CHEFFERIE VILLAGEOISE ELOKA-EBRAH**

1. Où se situe les mangroves de votre village ?

2. Existe t-il des personnes qui pratiquent la coupe du bois de mangrove ?

1. Oui  2. Non

3. Si oui, combien sont-ils ?

4. Depuis quand ces personnes pratiquent-ils la coupe du bois de mangrove ?

5. Avez-vous entendu parlé de la Convention Ramsar ?

6. Quels sont les tares auxquels vous avez une fois été confrontés dans le cadre de la coupe des mangroves ?

7. Saviez vous que vos mangroves disparaissent ? Si oui, en tant que chefferie villageoise, qu'elles sont les actions d'utilisation rationnelle mettez-vous en oeuvre ?

**DIRECTION DE LA FAUNE ET DES RESSOURCES CYNEGETIQUES**

8. Depuis quand la ZH-Grd.Bassam a été inscrite sur la liste de RAMSAR?

9. Les limites géographiques du site ont elles été révisées ?

1. Oui  2. Non

10. Quelle est sa superficie?

11. Où trouve t-on les mangroves de la zone humide ?

12. Quelles sont les activités anthropiques qui s'y déroulent?

13. Quels sont les activités responsables de la dégradation des mangroves ?

14. La ZH-Grd.Bassam a t-elle bénéficié de projets de reboisement depuis sa création?

1. Oui  2. Non

15. Si oui, combien?

16. Avez vous obtenu les resultats escomptés de ces projets?

1. Oui  2. Non

17. Si oui, Lesquels?

18. Si non, pourquoi?

19. Quels sont les types d'espèces fauniques et floristiques qu'on rencontre dans cette zone?

20. Avez vous les quantités des bois coupés ?

21. Quels sont les moyens materiels et humains que vous disposez pour la gestion du site?

22. La zone bénéficie t-elle d'une gestion participative? Si oui, quels sont ces acteurs?

23. Quelle est la situation actuelle de la mangrove de Grand-Bassam?

24. Quelles sont vos perspectives en matière de gestion durable de la mangrove

**DIRECTEUR TECHNIQUE DE LA MAIRIE DE GRAND-BASSAM**

**25. Quelle est la typologie des habitats de la commune?**

**29. Que faites vous dans ce cas?**

**26. Octroyez-vous des permis de construction?**  
 1. Oui  2. Non

**30. Quelles sont les types d'infrastructures?**

**27. Est-ce toutes les personnes qui construisent une maison disposent-elles d'un permis?**  
 1. Oui  2. Non

**28. Si non, Pourquoi?**

**Annexe V : Précision de la qualité de la modélisation spatiale et création de sous modèle de transition**

**MLP neural network parameters**

**Training parameters**

Use automatic training

Use dynamic learning rate

Start learning rate :

End learning rate :

Momentum factor :

Sigmoid constant a :

Layer 1 nodes :

**Stopping criteria**

RMS :

Iterations :

Accuracy rate :  %

**Error monitoring**

**Running statistics**

Iterations : 10000

Learning rate : 0.0010

Training RMS : 0.1409

Testing RMS : 0.1457

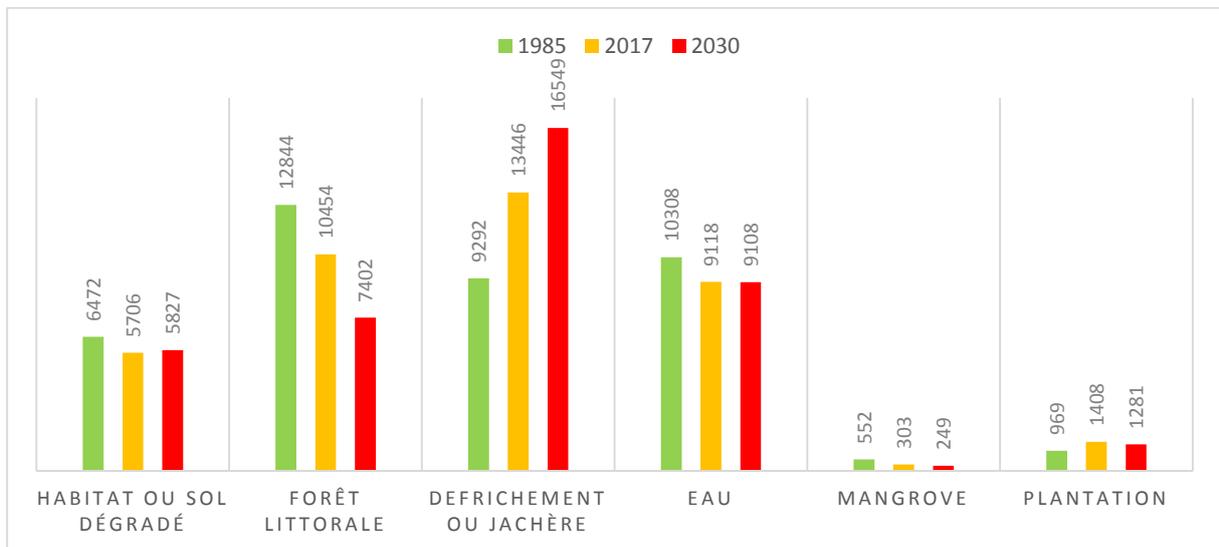
Accuracy rate : 84.03%

**Transition Sub-Models : Status**

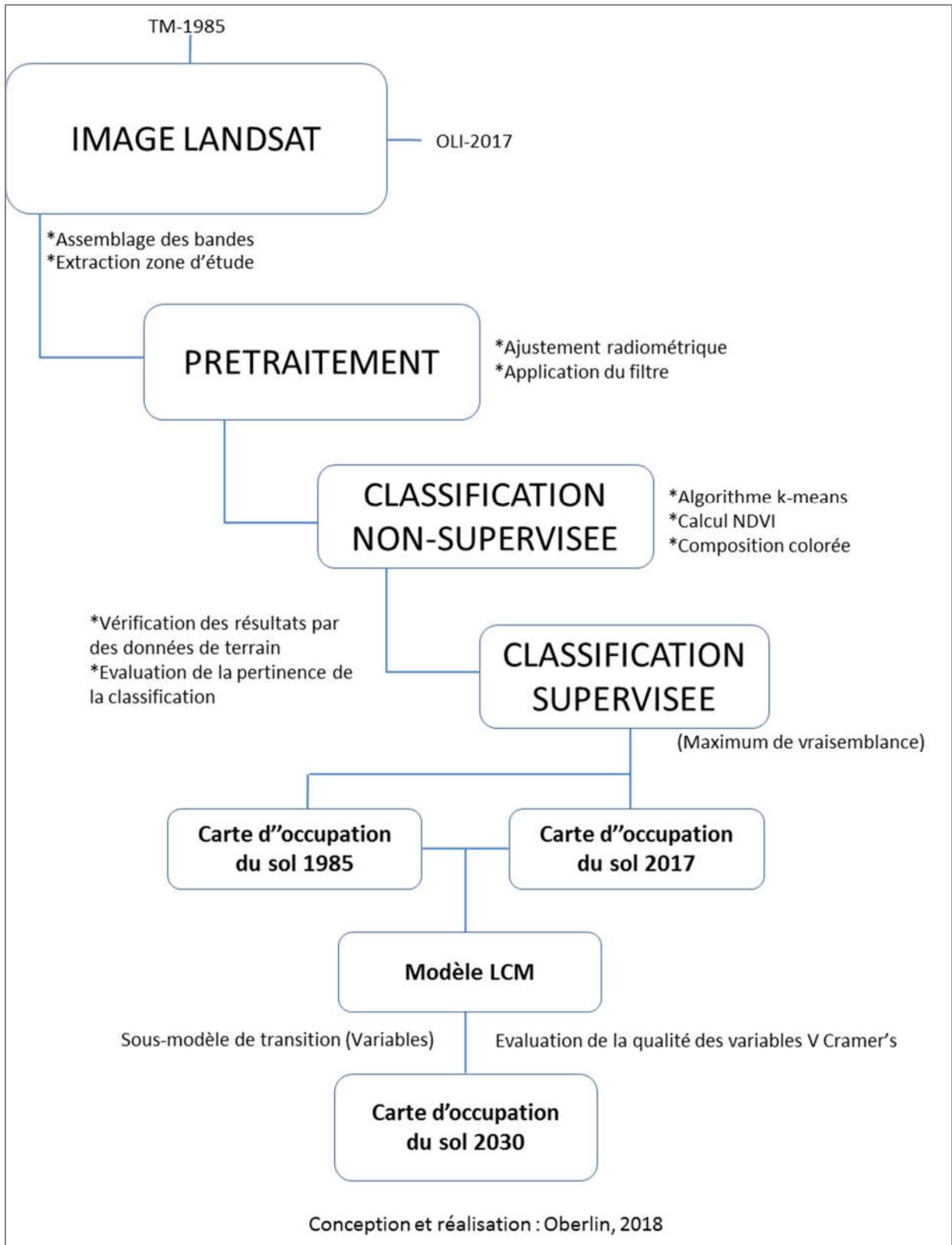
	From :	To :	Sub-Model Name :
Yes	Forêt littorale	Plantation	Focus
Yes	Forêt littorale	Habitat ou sol dégradé	Focus
Yes	Forêt littorale	Defrichement ou jachère	Focus
Yes	Plantation	Habitat ou sol dégradé	Focus
Yes	Plantation	Defrichement ou jachère	Focus

To group sub-models, give them a common name

**Annexe VI : Evolution des superficies des types d'occupation du sol de la ZH de 1985-2030**



**Annexe VII : Approche méthodologique des traitements d'images satellitaires**



**Annexe VIII : Données spatio-temporelle et de modélisation de l'occupation des sols**

Type de données	Description et source
Image Landsat 1985 et 2017	Téléchargé sur le site NASA <a href="http://glovis.usgs.gov">http://glovis.usgs.gov</a>
Fichiers vecteur (shapefile) de la zone	Issus de la DFRC
Carte de l'occupation des sols de 1985 et 2017	Générées à partir des images Landsat USGS
Modèle numérique de terrain (MNT)	Téléchargé sur le site NASA <a href="http://glovis.usgs.gov">http://glovis.usgs.gov</a>
Carte des pentes	Généré à partir de la carte des MNT
Carte du MNT	Généré à partir des données de la NASA
Carte d'aspect	Généré à partir de la carte des MNT
Carte de distance au réseau routier	Défini à partir du réseau routier base du nouveau découpage administrative de la CI, 2 012
Carte de distance au réseau hydrographique	Défini à partir du réseau hydrographique (généré par la carte des MNT)
Carte de distance aux agglomérations	Défini à partir des localités de la zone (base du nouveau découpage administrative de la CI, 2 012)

**Annexe IX : Caractéristique des scènes étudiées**

Radiomètre	Date d'acquisition	Coordonnées P/R	Bandes spectrales	Domaine spectral	Résolution spatiale (m)
OLI 8	25/12/2017	195/56	1. [0,43-0,45]		30*30
			2. [0,45-0,51]	Bleu	30*30
			3. [0,53-0,59]	Vert	30*30
			4. [0,64-0,67]	Rouge	30*30
			5. [0,85-0,88]	PIR	30*30
			6. [1,57-1,65]	MIR	60*60
			7. [2,11-2,29]	MIR	30*30
			8. [0,50-0,68]	Pan	15*15
ETM	02/01/1985	195/56	1. [0,45-0,51]	Bleu	30*30
			2. [0,52-0,60]	Vert	30*30
			3. [0,63-0,69]	Rouge	30*30
			4. [0,75-0,90]	PIR	30*30
			5. [1,55-1,75]	MIR	30*30
			6. [10,40-12,50]	TIR	60*60
			7. [2,09-2,35]	LIR	30*30
			8. [0,52-0,90]	Pan	15*15

**Annexe X : Ancien site de végétation de mangrove remblayé par une société anonyme pour construction**

