Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

Université d'Abomey-Calavi

Faculté des Sciences et Techniques

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Culture et Développement »

Chaire UNESCO « Science, Technologie et Environnement » (CUSTE)

Thèse de Doctorat Unique

présentée par :

Rafiatou BAMISSO

pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université d'Abomey-Calavi

Spécialité : **Géographie et Gestion de l'Environnement**

Option : **Géoscience de l'Environnement et Aménagement de l'Espace**

N° d'enregistrement : ……/EDP/FLASH/UAC

FONCTIONS, SERVICES ET FORMES D'USAGES DE LA MANGROVE AU BENIN : ETUDE PROSPECTIVE

Directeur de Thèse

M. Michel BOKO

Professeur Titulaire, FLASH, UAC (Bénin)

Jury :

Président :		
	M. Akpovi AKOEGNINOU	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Rapporteur :		
	M. Michel BOKO	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
Examinateurs :		
	M. Adoté Blim BLIVI	Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
	M. Lucien Marc OYEDE	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
	M. Gauthier BIAOU	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
	M. Brice A. Hugues TENTE	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Date de soutenance : 6 Février 2015

Mention : Très honorable avec félicitations du Jury

Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines

Université d'Abomey-Calavi

Faculté des Sciences et Techniques

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espace, Culture et Développement »

Chaire UNESCO « Science, Technologie et Environnement » (CUSTE)

Thèse de Doctorat Unique

présentée par :

Rafiatou BAMISSO

pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université d'Abomey-Calavi

Spécialité : **Géographie et Gestion de l'Environnement**

Option : **Géoscience de l'Environnement et Aménagement de l'Espace**

N° d'enregistrement : ……/EDP/FLASH/UAC

FONCTIONS, SERVICES ET FORMES D'USAGE DE LA MANGROVE AU BENIN : ETUDE PROSPECTIVE

Directeur de Thèse

M. Michel BOKO

Professeur Titulaire, FLASH, UAC (Bénin)

Jury :

Président :

M. Akpovi AKOEGNINOU	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Rapporteur :

M. Michel BOKO	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Examinateurs :

M. Adoté Blim BLIVI	Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
M. Lucien Marc OYEDE	Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
M. Gauthier BIAOU	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
M. Brice A. Hugues TENTE	Maître de Conférences, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Dédicace

A
Moumouni et Zeynab

et

A
Sourou Henri,
Noukpo Fergal, Sènan Asaelle & Mahutondji Martinus

Sommaire

Dédicace 3
Sommaire 4
Sigles et acronymes 6
Avant-propos 7
Résumé 9
Abstract 10

INTRODUCTION GENERALE 11

PREMIERE PARTIE : CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA GESTION DE LA MANGROVE AU BENIN ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 18

Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, CLARIFICATION CONCEPTUELLE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 19

1.1. Point des connaissances 19
1.2. Clarification conceptuelle 25
1.3. Méthode de recherche 26
1.4. Modèle d'analyse des résultats 41
Conclusion partielle 43

Chapitre II : CONTEXTE PHYSIQUE DE LA MANGROVE AU BENIN 44

2.1. Présentation de la zone d'étude 45
2.2. Caractéristiques climatiques et leur implication sur les aires de mangrove 46
2.3. Caractéristiques géomorphologiques et facettes topographiques 51
2.4. Paramètres physico-chimiques 54
2.5. Caractéristiques hydrologiques et sédimentologiques des aires de mangrove 55
2.6. Effets du barrage du Nangbéto, sa gestion des eaux et son effet sur le rythme hydrologique 61
2.7. Composantes pédologiques de la mangrove au Bénin 64
2.8. Répartition phytogéographique de la mangrove en Afrique et au Bénin 65
2.9. Zonation et écologie de la mangrove au Bénin 67
2.10 Populations et activités socioéconomiques en rapport avec la mangrove 73
Conclusion partielle 74

DEUXIEME PARTIE : POPULATION, AIRES DE MANGROVE ET LEURS POTENTIALITES ECOLOGIQUES ET SOCIOECONOMIQUES AU BENIN 75

Chapitre III : DYNAMIQUE DE LA POPULATION ET DES AIRES DE MANGROVE AU BENIN 76

3.1. Dynamique de la population dans la région côtière du Bénin 76
3.2. Evolution du paysage des aires de mangrove au Bénin 79
Conclusion partielle 103

Chapitre IV : POTENTIALITES DE LA MANGROVE AU BENIN 104

4.1. Fonctions écologiques des écosystèmes de mangrove 104
4.2. Fonctions socioéconomiques de la mangrove au Bénin 108
4.3. Utilités culturelle, éducative et scientifique des écosystèmes de mangrove 114
4.4. Fonction de la mangrove dans le développement de l'écotourisme 115
4.5. Utilisation des espèces végétales associées à la mangrove 118
4.6. Utilisations domestiques et pharmaceutiques des composantes de mangrove 119
4.7. Valeur économique optionnelle de la mangrove au Bénin 120
Conclusion partielle 125

TROISIEME PARTIE : VALORISATION, CONTRAINTES ET STRATEGIES DE GESTION DURABLE DE LA MANGROVE AU BENIN **127**

Chapitre V : VALORISATION POTENTIELLE DE LA MANGROVE AU BENIN **128**
5.1. Capacités de séquestration de carbone de la mangrove 128
5.2. Analyse granulométrique de quelques localités de la zone d'étude 130
5.3. Capacité de la mangrove du Bénin à séquestrer le carbone 133
5.4. Importance des formations sacralisées de mangrove au Bénin 136
5.5. Services de la mangrove au Bénin 138
Conclusion partielle 141

Chapitre VI : CONTRAINTES ET STRATEGIES DE GESTION DURABLE DE LA MANGROVE AU BENIN **142**
6.1. Contraintes naturelles sur les écosystèmes de mangrove 142
6.2. Vulnérabilité des écosystèmes de mangrove aux changements climatiques 144
6.3. Effets négatifs des activités socioéconomiques sur les formations de mangrove 145
6.4. Contraintes institutionnelles et financières au développement de la mangrove 147
6.5. Stratégies de gestion de la mangrove au Bénin 149
6.6. Modèle d'optimisation des fonctions et services de la mangrove au Bénin 157
Conclusion partielle 160

CONCLUSION GENERALE **161**

BIBLIOGRAPHIE **165**

Liste des figures 187
Liste des tableaux 188
Liste des photos 189
Annexe 190
Table des matières 200

Sigles et abréviations

ABE	: Agence Béninoise pour l'Environnement
AFNOR	: Association Française de Normalisation
AOF	: Afrique Occidentale Francophone
ASECNA	: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
CBRST	: Centre Béninois de Recherche Scientifique et Technique
CCE	: Certificat de Conformité Environnementale
CEDA	: Centre pour l'Environnement et le Développement en Afrique
CENATEL	: Centre National de Télédétection et de Surveillance du couvert forestier
cenTER	: Centre de Recherche sur les Ecosystèmes Tropicaux
CeRPA	: Centre Régional pour la Promotion Agricole
CNUED	: Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
COMARAF	: Programme Régional de Conservation Marine Côtière
DFRN	: Direction des Forêts et des Ressources Naturelles
DH	: Direction de l'Hydraulique
DP	: Direction des Pêches
EPAC	: Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
FAST	: Faculté des Sciences Techniques
FCFA	: Franc de la Communauté Française Africaine
FLASH	: Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines
GIEC	: Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
GIZC	: Gestion Intégrée des Zones Côtières
GEPPA	: Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée
GPS	: Global Positioning System
ICLARM	: International Centre for Living Aquatic Resources Management
IFN	: Inventaire Forestier National
IGN	: Institut Géographique National
IMAO	: Initiative Mangrove en Afrique de l'Ouest
INSAE	: Institut National des Statistiques et de l'Analyse Economique
IPIECA	: International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
ISME	: International Society for Mangrove Ecosystem
LABEE	: Laboraroire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale
LACEEDE	: Laboratoire Pierre PAGNEY "Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement"
LGME	: Laboratoire de Géologie, Mines et Environnement
MEA	: Millennium Ecosystem Assessment
MES	: Matière En Suspension
MESRS	: Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
NOS	: Nederlandse Omroep Stichting
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
OIBT	: Organisation Internationale des Bois Tropicaux
PADPPA	: Programme d'Appui au Développement Participatif de la Pêche
PAZH	: Programme d'Aménagement des Zones Humides
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PPL	: Projet Pêche Lagunaire
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitatation
SECA	: Société d'Eco-Aménagement
SEPO	: Succès- Echecs- Potentialités- Obstacles
UAC	: Université d'Abomey-CAlavi
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UN	: United Nations

UNDP	: United Nations Development Programm
UNEP	: United Nations Environment Programm
UNESCO	: United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation
WCMC	: World Conservation Monitoring Centre
WWF	: World Wildlife Fund

Avant-propos

La recherche sur les écosystèmes de mangrove au Bénin consiste en une appréhension relative de leur état régressif et des conséquences sur la diminution des ressources halieutiques et surtout du revenu de la population riveraine. Ce travail concourt à une meilleure compréhension et des perceptions des fonctions que joue la mangrove au regard des changements environnementaux, des variations du climat, des modes de gestion et d'utilisation non contrôlée de leur ressource biologique, etc. Il pourrait conduire à la conception d'un modèle de gestion durable des écosystèmes de mangrove au Bénin.

Cette thèse a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESRS) à travers l'initiative prise par les autorités gouvernementales de promouvoir l'enseignement dans les Universités Nationales du Bénin.

Ce travail a été aussi réalisé grâce au soutien de plusieurs personnes auxquelles je tiens à exprimer mes sincères remerciements.

Je tiens à remercier vivement le Professeur Michel BOKO, Directeur du Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE) qui m'a acceptée dans le Laboratoire de Climatologie de la maîtrise jusqu'à la thèse et a facilité mon intégration dans l'équipe scientifique de son laboratoire. Il a amélioré la qualité de ce mémoire par ses suggestions et conseils.

Que le Professeur Akpovi AKOEGNINOU, Professeur Titulaire de Biologie végétale à la FAST reçoive ici nos mots de gratitude pour les nombreuses corrections qui ont été utiles à la réalisation finale de cette thèse.

Mes sincères remerciements vont également à l'endroit du Professeur Adoté Blim BLIVI, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo) dont les observations ont été très pertinentes pour l'amélioration de la qualité scientifique de ce travail.

J'exprime ma reconnaissance au Professeur Lucien Marc OYEDE, Professeur Titulaire à la FAST pour m'avoir acceptée dans leur laboratoire, pour ses conseils et orientations pertinentes au cours de l'élaboration de cette thèse de même que les nombreuses corrections qu'il a apporté dans ce travail. Je dis également merci au Docteur Raoul LAIBI pour m'avoir acceptée lors des analyses granulométriques des échantillons prélevés autour des palétuviers.

Je remercie également le Professeur Christophe S. HOUSSOU pour ses conseils et son soutien moral et spirituel.

Mes sincères reconnaissances aux différents membres du LACEEDE notamment les Professeurs Euloge OGOUWALE et Expédit W. VISSIN et les Docteurs Ibouraïma YABI, Léocadie ODOULAMI, Gervais C. ETENE pour leur soutien moral, leur exhortation à la finalisation du travail et à l'amélioration de la qualité scientifique de ce mémoire de thèse.

Merci également au Professeur Odile GUEDEGBE DOSSOU, Maître de conférences et Vice-Doyen de la FLASH pour les incitations au travail, les conseils et surtout les nombreux soutiens.

Mes remerciements vont également à l'endroit du Professeur Brice TENTE, Maître de conférences et Chef de département de la Géographie FLASH pour les différentes orientations dans le cadre de travail.

J'exprime ma reconnaissance aux Docteurs Henri S. TOTIN VODOUNON et Ernest AMOUSSOU pour leurs appuis techniques et conseils, les nombreuses corrections apportées à ce mémoire et leur disponibilité pour la finalisation de ce travail.

Je remercie également Monsieur Pascal AKPASSONOU du CENATEL pour les différents traitements cartographiques nécessaires à l'illustration de ce mémoire.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de mes guides et interprètes dans les Communes d'investigation en particulier Messieurs Narcisse AMOUSSOU et Auguste A. AGBOTON.

J'exprime avec sincérité mes mots de gratitude à la famille TOTIN pour les divers soutiens.

A ma famille : Moumouni, Zeynab, Majhmoud, je dis infiniment merci pour leur soutien de tout genre notamment spirituel.

A mes enfants Noukpo Fergal, Sènan Asaelle et Mahutondji Martinus ainsi qu'à mon mari Sourou Henri, je leur exprime mes sincères mots de gratitudes et leur témoigne mon affection.

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette thèse, je dis infiniment merci.

Résumé

Cette étude vise à contribuer à une meilleure perception des fonctions des écosystèmes de mangrove dans l'économie locale et l'équilibre écologique au Sud-Bénin. Elle a été faite à travers l'étude de l'état actuel (1980-2010) et prospective (horizon 2040) de la mangrove au Bénin, l'analyse granulométrique des sols suivant la méthode normalisée AFNOR, l'évaluation des fonctions et services actuels et potentiels de cet écosystème. L'utilisation de l'outil SEPO a permis de mettre en évidence les contours de la gestion de la mangrove au Bénin. Sur cette base, des stratégies ont été proposées pour une gestion durable de la mangrove au Bénin.

Les résultats montrent que la mangrove au Bénin, représentée plus par les espèces Rhizophora racemosa et Avicennia germinans est dans un état de dégradation. A cet effet, sur la période 1980-2010, sa superficie a reculé d'environ 25,6 %. A l'horizon 2040, la mangrove couvrira une superficie de 2 807 ha dans un scénario critique et environ 27 783 ha dans un scénario optimiste par rapport à l'aire couverte en 2010 (18 956 ha). La mangrove constitue le centre d'un vaste réseau trophique, base de sa richesse de la biodiversité et de ses fonctions et services dans l'équilibre écologique et l'économie locale de la zone côtière béninoise. En effet, les activités salicoles, piscicoles, d'agroforesterie, de tourisme de vision, etc. ont été développées autour de la mangrove. Elle sert de barrière contre l'érosion, stabilise les sédiments, régule le microclimat et les inondations, régénère et approvisionne en nutriments, et constitue les nurseries, etc. Elle facilite les échanges d'O_2 avec les espèces dans l'eau à partir des rhizophores. Cet écosystème sert aussi de base à la recherche scientifique, aux plateformes éducationnelles et à préserver quelques héritages socioculturels. Dans l'optique d'une réorientation des usages de la mangrove au Bénin, la biomasse aérienne et sèche estimée, respectivement à 210,7 t/ha et 85,2 t/ha et les sols de granulométrie variant du sable très grossier et grossier (2 mm et 1mm) au sable moyen (500µ et250 µ), au sable fin et très fin (125µ, 63µ, 50µ) peuvent permettre de stocker le carbone atmosphérique. Ainsi, les taux de carbone séquestré sont globalement estimés entre 19 904 et 28 434 t/an. Mais ce rôle potentiel de la mangrove au Bénin, dans la lutte contre le changement climatique, n'est envisageable que dans le scénario optimiste. Aussi, des systèmes intégrés mangrove-aquaculture, agroforesterie à base de la mangrove, écotourisme à base de mangrove sacralisée, etc. peuvent être mis en place. La prise de conscience progressive des populations a conduit à l'instauration d'une législation traditionnelle de sauvegarde, au reboisement, à la rationalisation des coupes et à la substitution du bois de palétuvier, etc. Mais pour une gestion efficiente de la mangrove au Bénin, les atouts que constituent le fonds vert pour le climat et le marché de carbone, etc. méritent d'être exploités à des fins d'une réorientation et d'une pérennisation de ses fonctions économiques et services écologiques. Cette nouvelle vision permettra de combiner les enjeux économiques, sociaux, culturels et la dimension écologique et environnementale de la mangrove pour l'écodéveloppement au Bénin.

Mots-clés : *Bénin, mangrove, fonctions et services, modèle SEPO, écodéveloppement.*

Abstract

This study aims to contribute to a better perception of the functions of the mangrove ecosystems in the local economy and ecological balance in the South- Benin. It was carried out through the study of the current (1980-2010) and future (horizon 2040) state of the mangrove to Benin, the granulometric analysis of the soil according to standardized method AFNOR, the evaluation of the current and potential functions and services of this ecosystem. Use of the SWPO tool (Success – Weaknesses – Potentials – Obstacles): help to highlight contours of the mangrove management in Benin. On this basis, strategies of the sustainable mangrove management were proposed.

The results show that mangrove in Benin, more represented by the species Rhizophora racemosa and Avicennia germinans is in a degradation state. Indeed, over the period 1980-2010, its surface moved back of approximately 25.6 %. In the future, year 2040, mangrove will cover a surface of 2.807 ha in a critical scenario and approximately 27.783 ha in an optimistic scenario compared to the surface covered in the year 2010 (18,956 ha). Mangrove ecosystem constitutes the center of a large trophic network, basis of the richness of biodiversity and of its function in the ecological balance and local economy of the coastal beninoise. Indeed, activities of salt preparation, fishing agroforestery, vision tourism, etc. have been developed focusing on the mangrove. Mangrove serve also as barrier against erosion, stabilizes the sediments, controls the microclimate and the floods, regenerates and supplies in nutriments and constitutes the nurseries, etc. It facilitates the exchanges of O_2 with the species in water starting from the rhizophores. On the other hand, it is used as a basic for scientific research, the educational platforms and to preserve some socioculturels heritages.

In the vision of the mangrove uses reorientation in Benin, the estimated below and undergroud biomass, respectively with 210.7 t/ha and 85.2 t/ha and the sediments granulometry varying from the very coarse and coarse sand (2 mm and 1 mm) to the sand average (500 µ and 250 µ) and fine and very sand (125 µ, 63 µ et 50 µ) can allow stockage of the atmospheric carbon. Thus, sequestered carbon rate are overall estimated between 19.904 and 28.434 Mg/an. But this potential role of the mangrove, in the fight against the climate change, is possible only in the optimistic scenario in Benin. Also, the integrated systems mangrove-aquiculture, agroforestery based on the mangrove, ecotourism based on the sacrilized mangrove, etc. can be set up. Progressive awakening of the populations led to the introduction of a traditional legislation to safeguard mangrove, to the afforestation, the rationalization of the mangrove wood cut and the substitution of the mangrove wood, etc. But for an efficient mangrove management in Benin, the assets with the Green Climate Fund (GCF) and the carbon market constitute, etc. deserve to be exploited for a reorientation and a perennisation the its economic functions and ecological services. This new vision will lead to combine the economic, social, cultural stakes and the ecological and environmental dimension of the mangrove for the eco-development in the South- Benin.

Key words: *Benin, mangrove, functions and services, model SWPO, eco-development.*

INTRODUCTION GENERALE

La fragilité et la vulnérabilité de l'environnement côtier sont devenues une préoccupation tant pour les acteurs locaux que pour la communauté scientifique. La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) tenue en Juin 1992 à Rio de Janeiro et de Johannesbourg en 2002 ont permis de promouvoir le développement durable et écologiquement rationnel dans tous les pays. Les années 1960 et 1970 marquées par les progrès des connaissances en écologie vont faire prendre conscience des rôles des écosystèmes, en particulier de la mangrove de même que ses valeurs multiples à la communauté humaine (Cormier, 1999).

L'étude scientifique des aires de mangrove est d'autant plus importante et nécessaire, au regard des ressources naturelles dont regorge cet écosystème. La mangrove est répartie sur le plan mondial sur deux zones biogéographiques distinctes qui sont la zone orientale qui inclut les côtes est-africaines ainsi que celles de l'Asie et de l'Australie et la zone occidentale qui s'étend le long des côtes atlantiques et de la côte pacifique américaine.

Trois types de mangrove se distinguent à travers le monde :

1) les mangroves côtières, qui ont la particularité d'être mobiles, en fonction des déplacements des bancs de vase qu'elles colonisent,

2) les mangroves estuariennes, fixes, situées à l'embouchure et dans les deltas des fleuves et enfin,

3) les mangroves de récifs coralliens.

Les mangroves contiennent environ 16 à 24 familles et 54 à 75 espèces (Thomlinson, 1986 ; Field, 1995).

Cet écosystème jouxtant les lieux d'habitation de millions de personnes, s'étendant sur les zones côtières couvre environ 23 millions d'hectares (Snedaker, 1982). D'après Saenger *et al.* (1983) et l'UNESCO/UNDP (1986), ces écosystèmes de mangrove couvrent 16 670 000 ha, ils occupent en Asie tropicale (7487000 ha); en Amérique tropicale (5 781 000 ha) et en Afrique tropicale (3 402 000 ha). Contrairement à Maltby (1986) qui l'estime à 14 millions d'hectares. Mais, une estimation récente de la mangrove fixe sa couverture à 181 000 km^2 soit 18 100 000 ha à travers le monde (Spalding *et al*., 1997).

En Afrique de l'Ouest, et plus particulièrement dans le golfe de Guinée, la mangrove se distingue principalement par deux espèces ligneuses caractéristiques dont les plus représentées sont les palétuviers à racines-échasses ou en arceaux (*Rhizophora racemosa*) et à pneumatophores (*Avicennia germinans* ou *africana*) (IMAO, 2006). Les mangroves appartenant à cette région occidentale ou de l'Atlantique sont au nombre de sept mais leur zonation varie d'un littoral à l'autre, et cela est fonction de la durée de l'inondation et de la salinité des eaux (Klein, 2003).

En réalité, la mangrove est caractérisée par une forte productivité biologique se traduisant par une biodiversité profitable à une multitude d'espèces animales et végétales et surtout à la population riveraine. Les utilisations indirectes des palétuviers incluent des secteurs de multiplication et de pépinière pour des poissons et des crevettes roses, la séquestration de carbone, et l'écotourisme (FAO, 1994). Plusieurs études ont mis en évidence le rôle clé des forêts de mangrove dans le cycle global du carbone (Gong et Ong, 1990 ; Ong, 1993 ; Chen, 1999 ; Fujimoto, 2000 ; Chmura *et al*., 2003 ; Alongi *et al*., 2004 ; Bouillon *et al*., 2007 ; Reid et Swiderska, 2008). Ainsi, sont-ils identifiés comme ''puits naturel'' de carbone dans leur biomasse et leurs sols. Cet écosystème est celui qui capte le plus de carbone, environ 110 kg net par ha/jr (Jin, 2004), 1,5 t/ha/an (Ong, 1993). De plus, Howe *et al.,* (2008) ont montré que la séquestration de carbone sur les sites de mangrove est de 1,05 Mg C.ha/an contre 0,89 Mg C.ha/an pour les sites naturels. Fort de ce rôle des milieux naturels littoraux dans la lutte contre les changements climatiques, la promotion de l'économie verte et de la capacité des formations de mangrove à séquestrer le carbone, il urge de les protéger et de redéfinir leurs fonctions à travers une analyse des modes actuels et potentiels de leur gestion. Hernandez *et al.*, (2007) expliquent par exemple que sur un horizon de 25 ans, la plantation d'arbres sur un hectare de systèmes riverains permettra de capter 587 tonnes de CO_2.

Mais, au cours des deux dernières décennies de nombreuses zones côtières se sont trouvées sous une intense pression provenant du développement urbain et industriel, accentué par un manque de gouvernance ou de pouvoir parmi les institutions environnementales (ISME, 2004). A cet effet, le recul du domaine de la mangrove commencé vers les années 1980 (Blasco, 1991) s'opère à un rythme estimé à 100 000 ha par an à l'échelle mondiale (www.idee casamance.org). La FAO (2006) indique que le monde a perdu environ 3,6 millions d'hectares de mangrove depuis 1980 ; ce qui équivaut à un taux critique de 20 % de perte de la superficie totale des mangroves. Une estimation plus récente indique que la superficie des formations de mangrove du monde pourrait se situer en deçà de 150 000 km². A

cet effet, le taux actuel de disparition des mangroves est d'environ 1 % par an, soit près de 150 000 ha (FAO, 2007). Cependant, en Afrique de l'Ouest, les aires de mangrove ont diminué de 20 500 km² en 1980, pour une superficie actuelle de 15 800 km² soit 25 % (Ajonina *et al.,* 2008). Selon Assi-Kaudhis *et al*. (2008) l'influence anthropique en Afrique occidentale atlantique, s'est surtout intensifiée à partir de 2 000 ans BP. Par contre, pour Tossou (2002), la période située entre 2500 ans BP et l'actuel, caractérisée par des conditions favorables à une reprise de la forêt, est considérée comme celle où l'action anthropique s'est réellement manifestée.

L'Afrique a ainsi perdu environ 500 000 ha de mangrove au bout des 25 dernières années. Entre 1980 et 2006, un quart des superficies de mangrove ouest-africaines ont disparu (UNEP-WCMC, 2007). Ceci se traduit par une perte de la capacité de piégeage de près de 225 000 tonnes par an, à laquelle s'ajoute la libération d'environ 11 millions de tonnes de carbone qui étaient stockées dans le sol perturbé de la mangrove.

La destruction de l'écosystème de mangrove aurait des coûts cachés importants, dont via un impact sur le dérèglement climatique lié à la quantité de carbone relâchée dans l'atmosphère (Jin, 2004). Cette dégradation a aussi un impact considérable sur la biodiversité et sur les activités socioéconomiques qui en dépendent. Il s'agit notamment de la disparition d'espèces animales et végétales, la paupérisation de la population, la genèse des conflits de gestion des ressources biologiques de mangrove, des maladies nutritionnelles, etc.

En outre, les changements climatiques, avec les événements hydrologiques associés posent aujourd'hui des menaces supplémentaires aux écosystèmes littoraux. Ils influent notamment sur les jeunes pousses de palétuviers ayant moins d'un mètre de hauteur et ceci avec la montée des eaux. La perte des superficies de la mangrove, a entraîné une diminution de sa diversité biologique, de sa composition sylvicole et de sa valeur économique, voire une mutation dans la composition floristique et faunistique en raison de l'abattage excessif des plus précieuses espèces d'arbres (FAO, 2003).

Au Bénin, comme sur d'autres littoraux tropicaux, la mangrove holocène est un bon marqueur des lignes de rivage. Son apparition avant 6000 ans BP indique la mise en place autour du niveau actuel des écosystèmes littoraux à la suite de la transgression nouakchottienne (Ballouche *et al*., 2000). La mangrove se développe surtout dans les secteurs littoraux occidental et central du Bénin et fournit un cadre de vie traditionnel à la population riveraine.

Cette formation végétale constitue pour cette population, la base d'une économie locale (source de poissons, de gibier, de bois de feu, de produits de la pharmacopée, de tanins, etc.) (Bamisso, 2006 et 2009). Elle appartient à la province occidentale plus pauvre (Schnell, 1977, cité par Toffi, 2008) et ne s'étendait que sur 30 km² (Blasco, 1985). Dans la zone d'étude, la mangrove est représentée par trois principales familles à savoir : *Rhizophoracae, Avicenniacae et Combretacae*. Mais, depuis plusieurs décennies, des poches de dégradation continue de cet écosystème, dues au déboisement abusif et les occupations non contrôlées de ses aires s'observent dans les secteurs occidental, central et même oriental. La régression continue des aires de mangrove au Bénin dont les plus exploités sont *Rhizophora* et *Avicennia* est liée notamment aux facteurs anthropiques et naturels (Bamisso, 2006).

En effet, les activités anthropogéniques néfastes (activités salicoles, piscicoles, cueillette des huîtres, exploitation du bois-énergie, etc.) dont l'intensité varie d'un site à l'autre et d'une année à une autre, sont à l'origine de la régression des formations de mangrove, de l'érosion côtière et de l'intrusion marine. Cela entraîne des pertes de terre et d'habitation, et la baisse de rendement des activités de pêche (Diallo *et al*., 2007).

Bamisso (2009) a montré que la superficie de la mangrove du Bénin a diminué de 81 % ; soit environ 973 ha, malgré les efforts récents de réhabilitation de l'ABE. Les facteurs naturels de dégradation de la mangrove sont surtout liés aux variations périodiques de la force et de la direction des vents, aux changements épisodiques des régimes hydrologiques extrêmes, aux changements des taux de salinité ou d'acidité, etc. (Blasco, 1984 ; Marius, 1995 ; Saenger et Bellan, 1995 ; Kjerfve *et al.,* 1997 ; Toffi 2008 ; Bamisso 2009). Il faut mentionner aussi la baisse de la pluviométrie dont la conséquence serait une accentuation de l'intrusion marine, auxquelles sont liées la perte des espèces caractéristiques des eaux saumâtres, le ralentissement de la croissance des végétaux et la baisse des activités en relation avec l'élevage (Diallo *et al*., 2007). Les travaux antérieurs sur la climatologie du Bénin réalisés par des auteurs tels : (Boko, 1988 ; Bokonon-Ganta, 1987; Afouda, 1990 ; Houssou, 1998 ; Houndénou, 1999) et dans le Sud du Bénin en particulier (Amoussou, 2010 ; Totin, 2010) ont montré que l'évolution des paramètres climatiques a fragilisé les écosystèmes, supports des activités des économies locales dans le golfe du Bénin.

Or, la destruction de la mangrove peut libérer de grandes quantités de carbone stocké et aggraver la tendance de réchauffement global (Kauppi *et al.*, 2001 ; Ramsar Secretariat, 2001; Chmura *et al.*, 2003) comme le montre d'ailleurs les tendances au Bénin (Ogouwalé, 2006 ;

Boko *et al*., 2007 ; Boko, 2009 ; Totin, 2010). Dans ce contexte climatique changeant, le désintérêt généralisé des utilisateurs à l'égard de leur milieu nourricier risque à terme de provoquer des bouleversements irréversibles dans les processus naturels, qui entretiennent la vie et la production de ces ressources (CCE/SECA, 1994).

Au regard de l'originalité de leur protection et la conservation au moyen d'une législation surtout traditionnelle au Bénin (Bamisso, 2009), les écosystèmes de mangrove méritent une attention particulière. Cette motivation se justifie par l'émergence des préoccupations sur les changements environnementaux globaux en particulier climatiques et les stratégies d'adaptation et de mitigation de leurs impacts notamment en zone côtière comme celle du Bénin. Dans ce contexte, il importe de contribuer au renforcement des bases scientifiques de la promotion de "pratiques éclairées" de gestion pour une durabilité des fonctions écologiques, économiques et environnementales de la mangrove et de ses services. Cette préoccupation scientifique intervient dans le cadre actuel des débats de la communauté internationale sur l'économie des écosystèmes, l'économie verte et le marché du carbone, etc. Tel est l'enjeu de cette étude sur le thème ‘’**Fonctions, services et formes d'usages de la mangrove au Bénin : Etude prospective’’**.

Les questions de recherche sur lesquelles se fonde ce travail sont :

- ✓ Quelles sont les fonctions écologiques et socioéconomiques de la mangrove au Bénin ?
- ✓ Quelles sont les modifications que connaît la mangrove au regard des changements environnementaux globaux ?
- ✓ Quels sont les impacts écologiques, environnementaux et socioéconomiques de la dynamique des différentes formes de gestion actuelle ?
- ✓ Quelles peuvent être les nouvelles fonctions, services des formations de mangrove dans le contexte des changements climatiques et de développement des stratégies de séquestration de carbone fondées sur les écosystèmes naturels ?

Ces interrogations fondent les hypothèses de recherche et les objectifs de cette étude.

Les hypothèses de base de cette étude sont les suivantes :

- les facteurs naturels et anthropiques déterminent le développement de la mangrove du Bénin;

- la mangrove offre des intérêts écologiques et socioéconomiques importants aux populations riveraines ;

- de nouvelles formes d'utilisation de la mangrove naissent et peuvent s'adapter aux changements environnementaux pour un développement socioéconomique durable au Bénin.

Pour vérifier ces hypothèses, plusieurs objectifs ont été fixés.

L'objectif général de cette recherche vise à une meilleure connaissance du rôle des écosystèmes de mangrove dans la dynamique de l'économie locale et de l'équilibre environnementale (écologique) au sud-Bénin.

Il s'agit spécifiquement de :

- évaluer les fonctions écologiques et socioéconomiques des formations de mangrove ;

- analyser les variations qui affectent la structure de la mangrove et en conséquence ses fonctions et ses services au regard des changements environnementaux ;

- proposer des stratégies de gestion intégrée de la mangrove pour la conservation de la biodiversité et le renforcement de ses capacités d'adaptation et de mitigation aux changements climatiques.

Cette thèse est structurée en trois parties subdivisées en six chapitres.

La première partie décrit le cadre géographique de la gestion des formations de mangrove au Bénin et la méthodologie de recherche. Elle est déclinée en deux chapitres dont le premier est consacré à la synthèse bibliographique, à la définition des concepts et à la présentation de la démarche méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs de recherche. Le deuxième chapitre analyse le contexte physique au Bénin favorable au développement des formations de mangrove.

La deuxième partie porte sur la population, aires de mangrove et leurs potentialités écologiques et socioéconomiques au Bénin. Cette partie comporte également deux chapitres

dont le troisième chapitre qui expose les relations qui existent entre les populations et les aires de mangrove dans la zone côtière du Bénin. Quant au quatrième chapitre, il définit les potentialités de cet écosystème tant sur le plan écologique qu'économique.

La troisième partie est consacrée à la valorisation, contraintes et stratégies de gestion durable de la mangrove au Bénin. Elle comprend deux chapitres parmi lesquels le cinquième chapitre qui porte sur la valorisation potentielle de la mangrove au Bénin et enfin le sixième chapitre porte sur les contraintes et les stratégies pour une gestion durable de la mangrove au Bénin.

PREMIERE PARTIE

CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA GESTION DES FORMATIONS DE MANGROVE AU BENIN ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Chapitre I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, CLARIFICATION CONCEPTUELLE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Ce chapitre présente la zone détude, l'analyse bibliographique sur laquelle est basé ce travail. Les concepts utilisés pour cette étude y sont également définis pour permettre une meilleure compréhension des résultats de recherche sur les valeurs écologiques et économiques de la mangrove et les services et fonctions qu'elle offre à la population riveraine.

L'approche méthodologique adoptée pour atteindre les objectifs fixés a été également décrite à travers les données et méthodes de recherche.

1.1. Point des connaissances

La mangrove a fait l'objet de plusieurs études sur sa structure, son importance écologique, socioéconomique et sur sa contribution dans la séquestration de carbone et par conséquent dans la gestion des changements climatiques.

Marius (1989) explique que les espèces les plus caractéristiques de la mangrove dans le monde sont *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* ou *africana*. Leur extension est liée au climat, à l'étendue du domaine intertidal ainsi qu'à la salinité. Mais, plusieurs études sur la mangrove en Afrique, au Caraïbe, en Amérique, etc. par certains auteurs tels Blasco (1984), Amouroux (2003), etc. soulignent que les palétuviers, étant des espèces halophytes facultatifs, dépendent plus du balancement de la marée qui conditionne leur développement que de la salinité. Sur le plan phytogéographique, l'auteur fait une différence entre la mangrove d'Afrique qui est représentée par six espèces et celle indo-pacifique avec plus de 45 espèces. Il souligne en outre que dans le monde, la mangrove qui couvre plus de 15 millions d'hectares est très menacée surtout en Afrique tropicale, avec la sécheresse des années 1972 et les différents projets d'aménagement. *A priori*, Rollet (1975), a recensé plus de 1000 références consacrées aux usages de la mangrove. Parmi celles-ci, certaines sont utilisées à des fins variées notamment à l'alimentation, à la médecine, à la pêche et surtout au bois.

Pour Marius (1989), l'utilisation rationnelle de cet écosystème nécessite des études sur le milieu physique et socio-économique sur la base desquelles serait planifiée tout aménagement.

Feller *et al.*, (1989) estiment que la plupart des côtes sub-tropicales et tropicales sont dominées par les palétuviers de plus de 22 millions d'hectares. Après avoir exposé les fonctions écologiques et socioéconomiques de cette formation végétale, ces auteurs ont mis un accent particulier sur la dégradation de la mangrove qui selon eux est à une vitesse accélérée avec peu d'attention particulière. Les menaces qui pèsent sur cet écosystème sont entre autres les attaques des parasites, les inondations, la sécheresse, l'expansion rapide de l'aquaculture ces quinze dernières années.

Par ailleurs, la mangrove peut se régénérer tous les 15-30 ans si le régime hydraulique n'est pas déséquilibré et le mouvement des propagules obstrué.

Cependant avant toute opération de reboisement, il faut identifier les causes d'une incapacité de régénération naturelle. Ainsi, ont-ils expliqué les techniques de restauration de la mangrove tout en mettant un accent particulier sur les écosystèmes de mangrove du Sénégal, classés suivant leur rareté et leur richesse.

Cormier-Salem (1999), explique que la plupart des statistiques (UNESCO, UICN, FAO, ICLARM, etc.) montrent qu'à l'échelle mondiale la mangrove recule. Ainsi, trois points prêtent à discussion à propos de cet écosystème : son état, sa définition et sa fragilité tant sur le plan écologique que socioéconomique. Dans les pays de la Rivière du Sud (Sénégal, Gambie, Sierra Leone, Guinée-Bissau et la Guinée-Conakry), la dégradation de la mangrove est spectaculaire, en liaison avec la combinaison des facteurs tels que la sécheresse, l'élévation du niveau de la mer et les échecs répétés des aménagements. Cette combinaison de facteurs (naturels et humains) entraîne ainsi leur suppression pure et simple voire la perte de la biodiversité par diminution du nombre et de la variété des espèces. Ainsi, face aux modifications de l'environnement, le développement de diverses stratégies innovantes par les exploitants permet une utilisation rationnelle de la mangrove. Ces recommandations ont servi également de lignes directrices dans cette étude.

Amouroux (2003), dans son étude fait une description de la mangrove guyanaise, qui couvre une majeure partie du littoral avec une superficie de 700 km^2. En effet, cette mangrove est caractérisée par cinq espèces de palétuviers dont *Avicennia germinans* (espèce dominante), *Rhizophora mangle, Rhizophora racemosa, laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*. Il aboutit à la conclusion que ce sont leurs systèmes racinaires qui permettent à ceux-ci de former des peuplements denses sur des vases fines tout en exigeant des sols bien aérés.

L'auteur explique qu'en Guyane, les mangroves côtières sont monospécifiques avec *Avicennia germinans* tandis que les mangroves estuaires sont composées de *Rhizophora* en bordure puis de *Laguncularia* et de *Avicennia* en arrière-plan. Par ailleurs, les palétuviers peuvent progresser de plusieurs centaines de mètres par an et leur croissance en hauteur est essentiellement rapide, avec un gain de 3 m/an. Dans cette mangrove, le monde animal est dominé par les crabes.

Par ailleurs, sur une période assez courte, l'auteur fait un suivi sur trois ans de l'évolution faunistique des crabes du banc de vase en relation avec les facteurs ambiants de la vasière de la rivière de Kaw (Guyanne Française). Pour la première période, la vasière possède une végétation naissante d'*Avicennia* d'au moins 50 cm voire 1 m de haut avec seulement quatre espèces de crabes. Dans la deuxième année, la forêt de palétuvier a atteint cinq mètres de haut tout en occupant une grande partie de la vasière avec une diversité de crabes atteignant sept espèces. La troisième année est marquée par une couverture végétale d'*Avicennia* de presque la quasi-totalité de la vasière, atteignant dix mètres de haut avec les sept espèces de crabes.

Des expériences d'Amouroux (2003), il ressort que la densité moyenne des crabes a été multipliée par dix au fur et à mesure que la couverture végétale de mangrove progresse dans un milieu vaseux. Cette composante de la biodiversité interagit avec la végétation et constitue une surface de contact entre les sédiments d'une part, l'air et l'eau d'autre part. Il conclut alors que la restauration de la vasière a permis la régénération de la faune carcinologique de la rivière de Kaw.

Pour Naulin (2009), dans le monde spécifiquement au niveau des sols de mangrove, la capacité de stockage du carbone des milieux naturels diminue du fait de l'augmentation de la population qui ne cesse d'exercer des pressions sur le couvert végétal pour répondre à leur besoin. Les écosystèmes de mangrove captent près de 55 % du carbone utilisé par les végétaux. La dégradation de ces milieux risque d'être encore accélérée du fait du changement climatique et de ses diverses manifestations possibles. En effet, résultant de changements dans le cycle du carbone, et modifiant les conditions dans lesquelles les milieux évoluent, le changement climatique aura des conséquences sur eux comme sur le carbone qu'ils contiennent.

Cependant, l'auteur explique que le changement climatique va occasionner une plus grande variabilité des précipitations, une hausse du niveau des eaux de même qu'une plus grande

fréquence des catastrophes naturelles. A cet effet, la hausse de la température risque d'abord d'avoir des effets sur l'ensemble des fonctions biologiques des forêts à travers l'augmentation de la respiration et du métabolisme des végétaux, l'accélération de la décomposition de la litière, de la minéralisation de l'azote par les sols et de la nitrification ou du renouvellement des feuilles.

En matière de stockage du carbone, à long terme, l'auteur indique que c'est beaucoup moins sûr d'autant plus que la croissance des arbres est accélérée par une plus grande disponibilité en $C0_2$. Mais, ce phénomène accélère les cycles de croissance sans générer de nouveaux stocks de carbone, car les écosystèmes forestiers sont déjà à leur maximum de productivité. Ainsi, la production annuelle augmente, tandis que la capacité de production des écosystèmes reste inchangée. Cela menace la biodiversité tout en modifiant la productivité du plancton, et réduit la part de carbone dissous qui sera entraînée vers les fonds océaniques. Il semblerait donc que la capacité des océans d'agir comme des puits à carbone s'affaiblisse à l'avenir, avec quelques signes montrant que cette tendance est d'ores et déjà détectable.

Ainsi, suggère-t-il de lutter contre le changement climatique en limitant la déforestation et la dégradation afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre générées par de telles pratiques (qui représentent 20 % des émissions mondiales) et d'augmenter leur capacité de séquestration du carbone. A cela s'ajoute la protection immédiate et urgente d'au moins 80 % des forêts de mangrove, la mise en place de nouvelles méthodes de gestion permettant d'améliorer les capacités de stockage des écosystèmes, l'établissement d'une approche globale et intégrée des écosystèmes de nature à assurer la sécurité alimentaire et l'adaptation des populations et des systèmes naturels au changement du climat.

Akoègninou (2004), dans son étude explique que la végétation forestière du Bénin comprend sept types de formations végétales regroupés en deux catégories. La première est composée de forêts denses humides semi-décidues, de forêts denses sèches et celles claires qui poussent généralement sur des sols drainés. La deuxième est constituée de forêts marécageuses, des forêts ripicoles, des galeries forestières, de la mangrove et poussent sur des sols hydromorphes. En effet, l'auteur mentionne que la richesse spécifique de cette végétation varie beaucoup d'une formation à une autre, d'un groupement à un autre de même qu'à l'intérieur d'un même groupement. A cet effet, parmi toute la végétation forestière du Bénin, seule la mangrove est la plus pauvre en espèce seulement et se répartissent en 12 familles à savoir : 8 pour les Dicotylédones, 3 pour les Monocotylédones et 1 pour les Ptéridophytes.

Elle est faible en tiges (143) avec une diversification en ligneux également faible qui donne selon l'indice de SHANNON 0,68 bits. Pour l'auteur, c'est la variation du climat et la poussée démographique galopante (pratiques culturales traditionnelles) qui sont à la base de la physionomie et de la composition floristique des différentes forêts et des végétaux du Bénin. Aussi, à travers une analyse de ses données cartographiques, l'auteur indique que les formations anthropiques sont en augmentation par rapport aux formations naturelles.

Par ailleurs, la répartition des différentes forêts et de leur flore est selon Akoègninou (2004) d'ordre climatique, édaphique et anthropique.

Selon Toffi (2008), le littoral béninois offre une variété de milieux écologiques auxquels l'homme s'est adapté depuis le néolithique. Les écosystèmes de ce milieu vont d'un état d'équilibre à des ruptures d'équilibre et présentent des formes de dégradation parfois avancée. En se fondant sur une analyse climatique, des formes d'intervention de l'homme sur les écosystèmes et des inventaires, il conclut que les domaines terrestre et aquatique présentent une diminution taxonomique des écosystèmes.

Les activités salicoles sont citées comme principaux facteurs de régression de la mangrove lagunaire dans le littoral du Bénin. La mangrove étant le fondement de l'équilibre écologique du littoral, il est nécessaire de lui accorder une place de choix dans les politiques de gestion durable des écosystèmes littoraux. Cet objectif de développement passe par la redéfinition du statut foncier des milieux de mangrove, la collaboration avec les acteurs locaux et un suivi des aires de forêts privées de mangrove. Cette approche va permettre de rétablir l'assiette écologique de cet écosystème avec les retombées positives sur les lagunes et lacs.

Bamisso (2009), tout en faisant une analyse diachronique des activités socioéconomiques et de la biodiversité de la mangrove des années 1978 et 2006, a montré que cet écosystème a largement régressé (-81 %) du fait de l'emprise humaine. Ainsi, pour freiner cette dégradation, des initiatives de réhabilitation ont été entreprises par les communautés locales, mais les résultats sont mitigés ou ne sont souvent pas atteints. Les contraintes ayant entraîné l'échec de la réhabilitation de ce biotope sont d'ordre naturel, socioéconomique, institutionnel, réglementaire et culturel.

Le reboisement et la protection des aires de mangrove dégradées et de celles existantes constitueraient des mesures de conservation durable de la mangrove. Cette conservation permettra à la population de mettre en valeur ce biotope sous différents aspects à travers

l'élaboration des plans intégrés d'aménagement de la mangrove dans le contexte de la poursuite du processus de la décentralisation.

Roger (2009), a montré que la mangrove de Madagascar est d'origine phytogéographique indopacifique et a une composition floristique pauvre en espèces de palétuviers. De par leurs états et fonctions principalement écologiques, les écosystèmes de mangrove représentent des valeurs inestimables pour le milieu marin et côtier. A Madagascar, la majeure partie de cet écosystème se trouve sur les côtes ouest et est et s'étendait sur 29 sites dans la partie ouest et sur 11 sites dans la partie est. Il est aujourd'hui fortement dégradé et est limité à 23 sites (à l'ouest) et quatre sites (à l'est). La non application de très peu de textes législatifs existant, les facteurs anthropiques de même que les effets considérables des changements climatiques sur les propriétés physico-chimiques de la mangrove à partir des facteurs abiotiques (température, précipitations, CO_2, radiation ultra violet et salinité) ont entraîné sa disparition.

En cas de dégradation massive de cet écosystème les prélèvements alimentaires ne pourront plus se poursuivre et de ce fait la conception d'un plan de gestion des ressources de mangrove s'avère nécessaire à travers la proposition d'activités altératives génératrices de revenus. En ce qui concerne la conservation, il faut un renforcement de la surveillance particulière de la mangrove de façon régulière et permanent ; de même l'application effective de la politique de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) doit être approfondie.

Quelques aspects de cet auteur ont été abordés dans cette étude afin de définir les types de fonctions que cet écosystème a tant pour la biodiversité que pour la population riveraine.

Il importe au vu des aménagements potentiels de ces écosystèmes de redéfinir leurs fonctions et leurs rôles dans l'équilibre écologique des milieux littoraux et dans l'économie locale comme l'entreprend ce travail.

La plupart des travaux de recherche, qui ont porté sur la mangrove du Bénin, ont mentionné son aspect régressif. Cependant, les fonctions de cet écosystème n'ont été abordées que de manière brève, quand bien même leur importance sur les plans écologique et économique est largement mentionnée par la communauté toute entière et surtout à l'ère de l'essor de l'économie verte, du marché de carbone et de la mise en place d'un « Fonds vert pour le climat » au Sommet de Copenhague depuis 2009.

1.2. Clarification conceptuelle

Les termes utilisés dans cette étude sont définis selon la perception du sujet de recherche et l'usage qui en sera fait pour faciliter l'appropriation des résultats de recherche. Pour comprendre chaque thématique, les concepts définis sont placés d'abord dans un sens global avant d'être contextualisés.

Les *fonctions de la mangrove* ont été définies dans le cadre du Programme national de recherche sur les zones humides, comme « la relation organique existant entre les composantes des écosystèmes et concourant à des conséquences communes ». Selon Brunet *et al.* (1992), le concept de fonctions désigne le rôle joué par les composants de l'environnement dans un système donné. Ainsi, la notion de fonction renvoie à un milieu qui est fondamentalement holistique. En effet, cette notion de fonction met l'accent sur le caractère organique de la relation considérée, interne à l'écosystème. En ce qui concerne notre thème de recherche, les fonctions de la mangrove sont définies comme les ressources fournies par les écosystèmes de mangrove tant à la biodiversité qu'à la population riveraine pour leur survie.

Les *services de la mangrove* sont définis par Limoges (2009) comme des processus écologiques qui se produisent dans les écosystèmes et dont bénéficient directement ou indirectement l'homme. Dans le cas de notre étude, les services de la mangrove désignent les biens communs ou collectifs profitant à un grand nombre d'individus bénéficiaires y compris les générations futures.

Les *formes d'usages* sont les diverses exploitations (rationnelles ou non) dont font l'objet les écosystèmes de mangrove de la part de tous les acteurs liés à leur gestion. Ce concept est utilisé dans cette étude dans les mêmes idées que Boko (1975), Doyen (1985), Baglo (1989), Blasco (1991), Toffi (1991), Cormier-Salem (1999), Boko (2004), Bamisso (2006), etc.

La *mangrove* est définie par George et Verger (1996) comme une forêt ou formation arborescente caractéristique de l'étage intertidal des littoraux lagunaires et vaseux de la zone intertropicale. L'espèce végétale dominante est le palétuvier, nom commun donné à divers arbres de la mangrove (*Avicennia germinans*, *Rhizophora racemosa*, etc.). Selon Blasco (1991) et cité par Véga (2000), la *mangrove* est définie comme une forêt de palétuviers se développant dans la zone de balancement des marées des régions littorales intertropicales, pouvant se maintenir localement jusqu'à 32° Nord et 28° Sud sous l'effet de courants marins chauds.

Selon Roger (2006), la *mangrove* désigne des formations marines littorales localisées principalement dans les régions tropicales et dominées par les arbres appelés palétuviers qui appartiennent aux genres *Rhizophora, Bruguiera, Sonneratia* et *Avicennia.* Ces arbres possèdent de nombreuses capacités d'adaptation physiologique et morphologique. Ils résistent à des teneurs en sel variables selon l'emplacement par rapport au rivage et certains produisent des racines aériennes qui se dressent hors de la vase et dont l'épiderme est couvert de minuscules ouvertures ou lenticelles permettant ainsi la respiration en dehors de la vase asphyxique.

Par ailleurs, au Bénin, la *mangrove* est définie comme une association d'espèces ligneuses poussant le long de certaines masses d'eau et dont les racines sont visibles en période de retrait des eaux (lagune côtière, lac Ahémé, chenal Ahô, lagune de Grand-Popo, rivière Sazué, lac Nokoué, lagune de Porto-Novo, etc.). Dans la zone côtière du Bénin quatre types de palétuvier se distinguent. Il s'agit de *Rhizophora racemosa* qui est l'espèce dominante, ensuite *Avicennia germinans* et enfin *Conocarpus erectus* et *Laguncularia racemosa*. Diverses appellations ont été données à cet écosystème par les communautés riveraines selon les secteurs de la zone d'étude. Dans les secteurs occidental et central l'espèce *Rhizophora racemosa* est appelée en langue locale (fon, xwla) *wéto*, par contre dans le secteur oriental où elle est unique, elle porte le nom de *Oguéagba* en langue locale (Gun, toffin). Quant à l'espèce *Avicennia germinans*, elle est appelée en langue locale (fon, xwla) *kponti* dans les secteurs occidental et central.

1.3. Méthode de recherche

L'étude menée sur la mangrove a été faite à l'aide de certains outils, de données existantes collectées et d'une méthode appropriée de traitement et d'analyse qui ont permis de proposer un modèle de gestion rationnelle et durable de cet écosystème.

1.3.1. Type d'étude

Cette étude s'étend sur une période de trois ans et traite des données qualitatives et quantitatives sur un espace d'une superficie de 8692 km^2 dont 3461 km^2 pour la zone humide (ABE, 2001).

1.3.2. Outils et techniques de collecte des données

Dans le cadre de cette étude plusieurs techniques de recherche ont été utilisées.

1.3.2.1. Nature, source et qualité des données

Les données utilisées ont été collectées dans les centres de documentation, les institutions en charge de la protection de la mangrove (Herbier National, DH, ABE, LABEE, CeRPA, CBRST, etc.) et en milieu réel.

Il s'agit notamment de :

- données météorologiques collectées à l'ASECNA (données brutes) et au LACEEDE (données élaborées) sur la période 1951- 2010 pour analyser l'évolution du climat au Bénin où se développe la mangrove ;

- données hydrologiques (débits mensuels) extraites de la base de données de la Direction Générale de l'Eau pour l'étude de l'influence de l'hydrodynamique des cours et plans d'eau sur les formations de mangrove, comme par exemple la variation hydrologique des fleuves Mono, Couffo et Ouémé et de la rivière Sô sur leur développement;

- données pédologiques issues des analyses des échantillons prélevés sur le terrain et de la documentation existante, pour l'étude des types de sols spécifiques à chaque espèce de palétuvier. Cela a permis de déterminer les relations sols-mangrove ;

- données sédimentologiques issues des travaux antérieurs existantes : Slansky (1962), Lang et Paradis (1977), Oyédé (1991), Tossou (2002), Ballouche et *al.* (2002), Toffi (2008), etc. et complétées par les mesures faites sur le milieu d'étude (analyse de la granulométrie au laboratoire de Géologie de l'Université d'Abomey-Calavi.) à partir des échantillons de sédiments prélevés tant dans le fond des masses d'eau que sous les espèces de palétuvier ;

- données planimétriques de l'Institut Géographique National (IGN) et du CENATEL (cartes topographiques, images satellitales et photographies aériennes) pour analyser la dynamique de l'occupation du sol et l'évolution spatio-temporelle (1980, 1990, 2000 et 2010) des formations de mangrove du Bénin. Elles ont également permis de connaître les superficies anthropisées ou non ainsi que celles reboisées, pour une évaluation de l'extension spatiale des différents types de mangrove et pour délimiter et caractériser leur répartition au Bénin ;

- données démographiques et socioculturelles collectées à l'INSAE (RGPH3, RGPH4), pour analyser la dynamique de la population en 2012 et en 2014 afin de déterminer leur influence sur cet écosystème. De plus, ces données ont aidé à connaître les perceptions populaires sur la

mangrove et les modes d'utilisation de cet écosystème en vue d'une redéfinition de ses fonctions et services.

Un certain nombre de paramètres tels que la température de l'eau, du sol, la vitesse du vent dans les formations de mangrove des masses d'eau de certaines localités ont été directement mesurées sur le terrain à l'aide des matériels spécifiques.

1.3.2.2. Matériels de terrain et données mesurées

Des mesures de données spécifiques et les enquêtes socio-anthropologiques ont été nécessaires dans les différentes localités investiguées. Les instruments utilisés pour les mesures sur le terrain sont entre autres :

- le Global Position System (GPS) qui a servi à prendre les coordonnées géographiques des localités, des sites des formations de mangrove où les activités sont continuelles, de localiser les points d'utilisations spécifiques de cet écosystème;

- l'appareil de mesure des températures de précision (P300 Temp) a permis de mesurer la température de l'eau et du sol sous les différentes formations de mangrove ;

- l'appareil photographique a été utilisé pour les prises de vues instantanées de l'architecture des différents types de palétuvier et des formations associées, des sites actuels de préparation du sel ignigène et jouxtant les formations de mangrove ; des formes d'exploitations des ressources de la mangrove, etc.

- des sachets blancs transparents étiquetés du nom de chaque espèce et de la localité pour mettre les différents sédiments prélevés sous chaque type de palétuvier et dans le fond des masses d'eau dans certaines localités sélectionnées pour l'analyse granulométrique. Les localités sont choisies en fonction de l'intensification des activités socio économiques, de régression de la mangrove, de l'érosion, de la conservation/protection de la mangrove;

- le plomb et le décamètre ont été utilisés pour la bathymétrie de quelques masses d'eau sur les berges desquelles se développe la mangrove ;

- les cartes topographiques ont servi à définir à l'avance les itinéraires d'investigation et faciliter les déplacements sur le terrain ;

- les guides d'observation ont aidé à caractériser *in situ* la mangrove, à identifier les facteurs du milieu qui conditionnent la progression et la régression de cette formation végétale dans les localités retenues pour l'étude. Ces guides ont aussi permis d'apprécier les effets des facteurs naturels et/ou anthropiques qui affectent le développement de la mangrove et enfin de décrire les formes d'usages des écosystèmes par la population riveraine dans le contexte actuel des changements environnementaux globaux;

- les guides d'entretien utilisés pour interviewer les acteurs clés (pêcheurs, saliculteurs, autorités locales, chefs religieux, représentants d'ONG et certaines structures hôtelières) de gestion de la mangrove sur l'importance de cet écosystème dans l'équilibre écologique et dans l'économie locale des populations riveraine. Ils ont permis également de connaître les stratégies mises en œuvre au dans la zone côtière du Bénin pour une gestion pérenne de cette formation végétale ;

- les images des photographies aériennes et satellitaires de type LANDSAT (TM et ETM+) des missions de : février 1980, mars 1990, d'avril 2000 et de mars 2010 ont servi à l'appréciation de la dynamique des écosystèmes de mangrove. Le choix des images a été fait sur la base de quatre critères : la couverture, la résolution spatiale, les années et les saisons de prise de vue. En effet, le choix des images des mois secs se justifie par leur qualité, car en saison pluvieuse les images sont souvent couvertes de nuages dont leur traitement est difficile. La photo-interprétation est basée sur des critères spécifiques tels que la localisation géographique, la couleur, le grain de la photo, la texture, de même que les localités dégradées et celles bordées par la mangrove. Tout ceci permet de faire une distinction entre les formations de mangrove le plus souvent représenté par un vert foncé et les autres écosystèmes associées telles que les marais et la prairie humide inondable représentée par les herbacées (cypéracées, des poacées et de joncacées) et qui sont souvent d'un vert clair. Quand aux formations marécageuses, elles présentent un aspect vert foncé, ordinairement granuleux.

1.3.2.3. Observations directes et enquêtes socio-anthropologiques

Les observations directes ont été faites dans les différentes communes (Porto-Novo, Abomey-Calavi, Ouidah, Kpomassè et Grand-Popo) sélectionnées pour l'étude. Elles ont consisté à examiner et à apprécier les différentes formes architecturales de la mangrove, c'est-à-dire l'organisation de cet écosystème en fonction des spécificités des facteurs géographiques locaux des localités d'investigation.

Elles ont été faites tant en saison sèche (novembre à mars) qu'en saison pluvieuse (avril à juillet) de chaque année sur trois ans par approche multidisciplinaire et participative. A cet effet, les personnes ressources locales (les groupes de pêcheurs, de saliculteurs, les autorités locales) et un collège de scientifiques (hydroclimatologue, aménagiste, sédimentologue,…) ont été surtout impliqués.

Les facteurs géographiques locaux (morphostructure, types d'aménagement, modes d'exploitation de la mangrove, etc.) qui peuvent avoir une certaine influence sur le fonctionnement de la mangrove ont été aussi identifiés. Aussi, les aspects relatifs à l'approvisionnement de bois de palétuvier par les saliculteurs ou autres groupes socioprofessionnels (artisans, pêcheurs, femmes de fumage de poisson, etc.), les modes d'exploitation de ses ressources biologiques, les indicateurs de politiques de reboisement et de restauration ont été également observés.

Les investigations sont réalisées par l'approche MARP (Méthode Accélérée de Recherche Participative (Lavigne-Delville *et al.*, 2005). En effet, la MARP est un ensemble d'approches et d'outils, utilisés pour permettre aux populations rurales et urbaines de présenter leurs connaissances sur leur situation et leur condition de vie. Cette technique établit un processus de communication plus proche et plus révélateur que les questionnaires. La MARP permet de voir le degré de conscientisation de la population sur l'état de dégradation de la mangrove et les stratégies mises en œuvre par elle pour sa conservation/ préservation.

Ainsi, les enquêtes socio-anthropologiques, comportent des entretiens semi-directs, des interviews et des focus group. A cet effet, les questionnaires sont adressés aux groupes de pêcheurs, de saliculteurs, aux autorités locales, aux représentants de certaines Organisations Non Gouvernementales (Doumavo, Lifald, Ecocolo, etc.) et institutions (Direction des Forêts et des Ressources Naturelles, ABE, PPL, CeRPA, etc.) impliquées dans la gestion des écosystèmes forestiers notamment la mangrove.

En effet, l'échantillonnage est fait par choix raisonné dans les cinq Communes investiguées. Ainsi, 325 personnes dont 285 personnes dans les secteurs central et occidental et 45 personnes dans le secteur oriental ont été échantillonées. Le choix des personnes enquêtées a été faite en fonction des activités exercées dans le secteur et ceci en rapport avec la mangrove.

Les investigations ont permis d'en déduire les effets des facteurs anthropiques et abiotiques sur la mangrove, de connaître les différentes pratiques saisonnières exercées par la population.

Au cours de ces enquêtes, ont été aussi recueillies les perceptions populaires sur la structure et les états actuel, passé et futur de l'écosystème. Aussi, les travaux participatifs avec les saliculteurs ont aidé à connaître les quantités de sel produites ces huit dernières années ainsi que les revenus réalisés en relation avec la quantité de bois de palétuvier utilisée. Cependant, les autres sources d'énergie utilisées par rapport aux différentes sensibilisations faites pour protéger la mangrove dans chaque localité et de déterminer leur revenu ont été analysées.

1.3.3. Outils et techniques de traitement des données

1.3.3.1. Analyse granulométrique des sédiments de mangrove

Dix-huit échantillons de sédiments ont été prélevés par plongée au fond des masses d'eau et sur les berges boisées par la mangrove. Les points géoréférencés de prélèvements des sédiments sont répartis dans la zone côtière du Bénin comme l'illustre la figure 1.1.

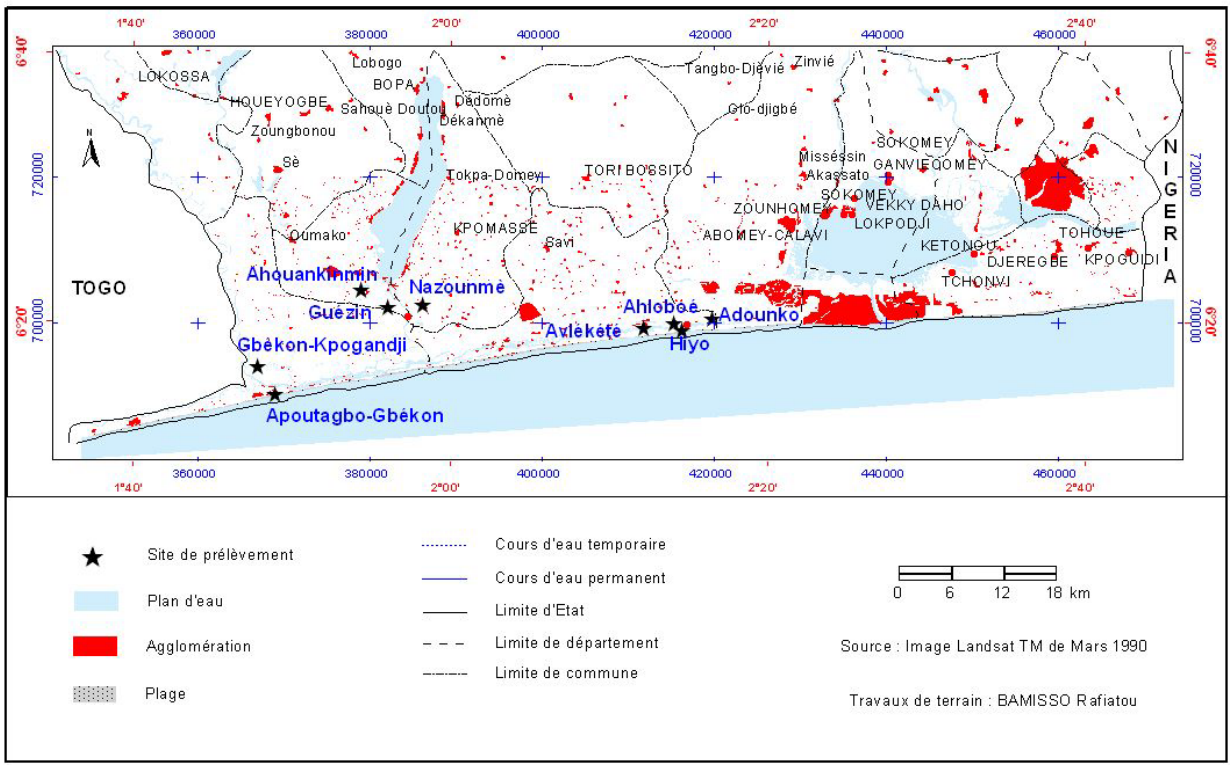


Figure 1.1 : Sites de prélèvement d'échantillon de sédiments au Sud-Bénin

Les sédiments sont prélevés en fonction de la dynamique des formations de mangrove et des activités socioéconomiques menées à proximité des différents sites. Ainsi les sédiments prélevés ont été analysés au Laboratoire de Géologie de l'Université d'Abomey-Calavi selon la méthode normalisée AFNOR (Association Française de Normalisation) NF X31-107.

Après le séchage à l'étuve à une température de 40 °C pendant 24 h, la pesée est automatiquement faite. A cet effet, un prélèvement de 100 g par échantillon est versé dans la colonne de tamis de la série AFNOR. La colonne est constituée de 5 tamis suivant une progression géométrique décroissante des mailles permettant de distinguer les graviers (> 2 mm), les sables très grossiers et grossiers [2 mm et 1 mm], les sables moyens [500 µ et 250µ], les sables fins et très fins [125µ, 63µ, 50µ] et de silt et d'argile [< 50µ] qui constitue la fraction fine qui est partie lors du lavage. Puis, les grains sont soumis à une agitation électromagnétique sur un tamisor (Tamis-Toiles métalliques) pendant une durée de 15mn par échantillon.

La pesée a été faite sur une balance Shimadzu BX 3200 D (Max : 3200g / 600g et d = 0,1g/ 0.01 g) (photo 1.1). Mais, dans cette étude, les graviers n'ont pas été identifiés.



Photo 1.1. Balance Shimadzu BX 3200 utilisée pour la pesée des échantillons de sédiments au laboratoire

Les résultats ont servi à apprécier la dynamique des sédiments tant sous les différents types de palétuvier que dans le fond des masses d'eau.

Les interprétations de la granulométrie sont faites en nous basant sur le diagramme en triangle (figure 1.2), utilisé pour la détermination de la texture des sols (Eschenbrenner, 1991 ; Mathieu *et al.*, 1998 ; Richer de Forges *et al.*, 2008 ; Mahmoud, 2010).

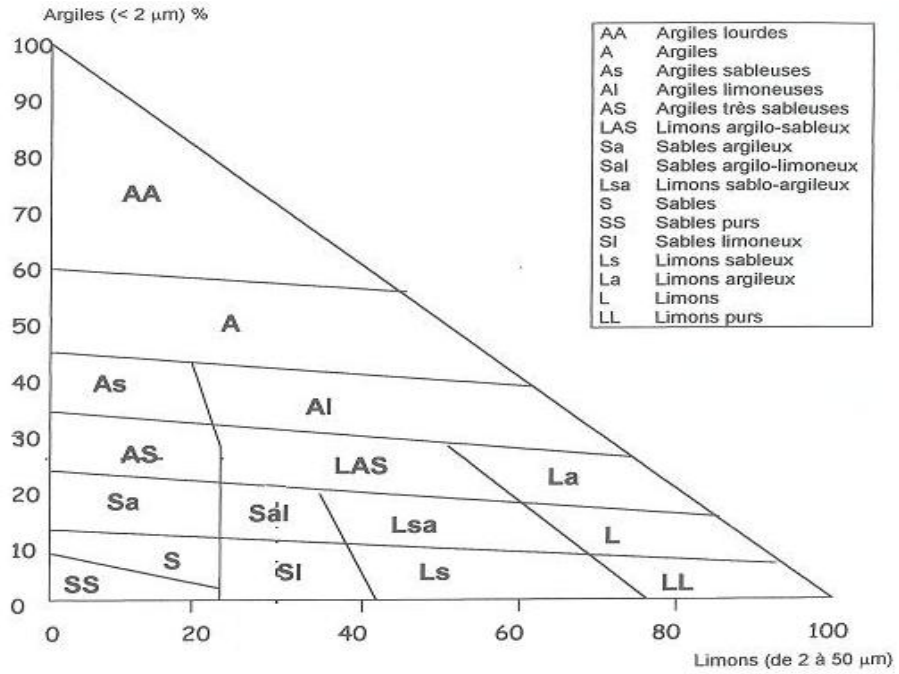


Figure 1.2 : Diagramme en triangle de GEPPA (1963) utilisé pour la détermination de la texture des sols

Ce guide utilisé pour la description des sédiments de mangrove comporte 16 classes dans lesquelles ont été situés les résultats d'analyse granulométrique des échantillons collectés dans la zone d'étude.

1.3.3.2. Etude de l'occupation du sol

La méthodologie utilisée a combiné le traitement d'image et la cartographie pour interpréter des scènes d'image, réaliser des cartes multi dates de la végétation et estimer les superficies des différentes formations végétales en vue de déceler à travers les statistiques les évolutions et leur rythme.

Cette méthodologie comprend deux phases :

- le traitement d'image ;
- la cartographie.

► Traitement d'image

Le logiciel Erdas a été utilisé pour le traitement des images. La combinaison des bandes et l'adoption d'une composition colorée étant déjà faites lors de la première utilisation des

images, le traitement ici ne prend en compte que le découpage de la zone d'étude, l'interprétation et la conversion des rasters en vecteurs (shapefile). A tout cela s'ajoutent les coordonnées géographiques des mangroves recueillies en milieu réel pour un suivi supervisé de la dite formation végétale dans toute la zone d'étude.

► Découpage de la zone d'étude

La zone d'intérêt est découpée avec la fonction *subset image*. A l'entrée des paramètres, des précautions sont prises pour que la portion découpée ne garde pas la taille de l'image entière.

✹ Interprétation

L'utilisation des images de basse résolution surtout pour une zone aussi grande que le Sud-Bénin déconseille l'interprétation visuelle car l'œil a des limites pour déceler toutes les combinaisons radiométriques. C'est pourquoi la méthode d'interprétation utilisée est la classification supervisée qui comporte deux étapes essentielles :

- la collecte des aires d'entraînement ;
- la classification proprement dite.

• Collecte des aires d'entraînement

Les aires d'entraînement constituent des échantillons représentatifs des classes de formations végétales présentes dans la zone d'étude. Le but des aires d'entraînement est de permettre au logiciel utilisé de découper toute l'image en différentes formations végétales en fonction des signatures spectrales de ces aires.

• Classification proprement dite

Elle est automatiquement effectuée par le logiciel sur l'image indiquée. L'évaluation des signatures spectrales permet d'identifier les entités de la même classe qui ont un écart très grand par rapport aux autres et de les transférer dans la classe appropriée.

• Lissage

Au résultat de la classification est appliqué un certain nombre d'opérations qui l'apprête à la phase suivante qu'est la cartographie. Ces opérations permettent d'une part de supprimer les

frontières entre des entités qui se touchent et qui désignent la même formation végétale ; d'autre part, elles permettent aussi d'arrondir les sommets des angles.

Le résultat de la classification comporte aussi des très petites entités isolées à l'intérieur d'autres entités plus importantes.

► Cartographie

Une fois le lissage terminé, il faut convertir l'image classifiée du format raster au format vecteur. Cette opération peut se faire aussi bien dans Erdas imagine que dans ArcGis. Les polygones sont individualisés et peuvent être sélectionnés isolément pour toute fin utile.

Après ce passage de raster en vecteur (Shapefile), il faut arrondir les sommets des polygones (s'il en existe). En effet le contour des polygones avait épousé la forme régulière des pixels et forme par endroits de sommets très pointus qu'il faut émousser.

A la fin de ce toilettage, le fond de l'image au format vecteur est rendu transparent et les étiquettes sont affichées sur l'image de départ pour corriger les mauvaises classifications. Cette modification se fait au niveau de la table d'attribut. L'image obtenue en mode vecteur (shapefile) peut être éditée à l'échelle ou au format voulu. Il s'agit d'appliquer à chaque classe la couleur et/ou le symbole approprié, rédiger la légende, mettre la grille de coordonnées, le titre, l'échelle, l'orientation, source, auteur, année d'édition, etc.

Le traitement statistique permet d'estimer la superficie des différentes formations végétales interprétées en vue de calculer les pourcentages pour élaborer des tableaux et graphiques pour des analyses. En effet, les résultats cartographiques exploités et existants sur la végétation (IMPETUS, 2005; Orékan, 2007 ; Totin, 2010) ont permis d'établir douze classes d'occupation du sol et d'utilisation des terres regroupées en six classes dans le tableau I.1 et ceci suivant l'approche physionomique de Yangambi (1956).

1.3.3.3. Etude diachronique et prospective des aires de mangrove au Bénin

La dynamique des états de surface dans le Sud- Bénin est appréciée à travers l'élaboration des cartes d'occupation du sol des années 1980, 1990, 2000 et de 2010 d'une part. D'autre part cette dynamique est également faite à travers l'élaboration des cartes de distribution spatiale de la mangrove des années 1980, 1990, 2000 et de 2010, ceci en vue de délimiter les localités où la mangrove est identifiée dans la zone d'étude.

Tableau I.1 : Différentes classes d'interprétation des unités d'occupation du sol au sud-Bénin

N°	Code	Types de formation végétale	Description des unités
1	Ag	Agglomérations	Concentration d'habitations, ville ou village.
2	Jc	Jachères et Cultures	Champs de culture/jachères.
3	Fd	Forêt dense	Vaste étendue de terrain couverte de grands arbres.
4	Gf	Galeries forestières	Formations forestières plus ou moins dense, parfois fermées le long des masses d'eau avec des arbres plus ou moins élevés.
5	F	Fourré	Massif épais et touffu de végétaux de taille moyenne, d'arbustes à branches basses.
6	**Mg**	**Mangrove**	**Formations halophiles des régions tropicales poussant le long de certaines masses d'eau.**
7	Pl	Plantations	Ensemble des végétaux plantés.
8	Pm	Prairie marécageuse	Terrain couvert de graminées et d'herbacées fournissant parfois du fourrage au bétail.
9	Saa	Savane à emprise agricole	Vaste prairie des régions tropicales pauvre en arbre et dominée par des cultures vivrières par endroits.
10	Saaa	Savane arborée et arbustive	Formations d'arbres et d'arbustes avec un tapis herbacé
11	PE	Plan d'Eau	Retenue d'eau naturelle ou artificielle
12	Pg	Plage	Endroit plat et bat d'un rivage où les vagues déferlent

Source : Bamisso, Décembre 2013

Cette approche est inspirée des travaux de Tenté (2005), Orékan (2007), Bamisso (2009), Amoussou (2010), Arouna (2012), Orékan (2013), Bio Mayé (2013), etc.

Par ailleurs, les données relatives aux unités paysagères ont été aussi utilisées pour élaborer les cartes d'occupation de sol et faire une étude diachronique autour des aires de mangrove dans la zone d'étude. Ainsi, la variation des unités paysagères et notamment des formations de mangrove est donnée par les relations mathématiques :

$$\Delta U = U_1980 - U_1990;$$

$$\Delta U = U_1990 - U_2000 ;$$

$$\Delta U = U_2000 - U_2010 ;$$

Avec:

- U_1980 la superficie d'une unité spatiale en 1980;

- U_1990 la superficie de la même unité spatiale en 1990 ;

- U_2000 également la superficie de la même unité spatiale en 2000 ;

- U_2010 également la superficie de la même unité spatiale en 2010 ;

- et enfin ΔU la variation de la superficie des unités entre deux années quelconque.

A partir de la dynamique des unités d'occupation du sol, les trois situations qui peuvent se présenter sont :

- ✓ ΔU = 0, superficie de l'unité inchangée ;
- ✓ ΔU > 0, superficie de l'unité en augmentation ;
- ✓ ΔU < 0, superficie de l'unité en diminution.

Ces données ont permis d'obtenir quatre cartes diachroniques des changements d'état des unités d'occupation de sol dans le Sud- Bénin.

Par ailleurs, les analyses de la dynamique de l'occupation du sol du secteur de mangrove béninois ont permis de calculer le taux moyen annuel d'expansion spatiale (T). Ce taux, déjà utilisé par Bernier (1992) et cité par Oloukoï et *al.* (2007), est exprimé par la formule suivante :

$$T = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{t \times \ln e} \times 100$$

Où :

- t est le nombre d'années d'évolution ;
- S_1 et S_2 voire S_3 et S_4 sont les superficies en 1980 ; 1990 ; 2000 et 2010 ;
- ln, le logarithme népérien ;
- e, la base des logarithmes népériens (e = 2,71828).

Les taux calculés ont aidé à mieux interpréter l'évolution des unités spatiales tant par leur structure que par leur architecture, mais de connaître aussi la superficie de mangrove dégradée ses trente dernières années dans la zone d'étude.

De plus, à partir de la formule antérieure, les états de l'occupation du sol autour des formations de mangrove ont été projetés à l'horizon 2040. L'horizon 2040 fixé, correspond à une période de 30 ans après l'année 2010, la dernière année retenue pour l'analyse de l'occupation de sol dans ce travail. Pour ce faire, les superficies des différentes unités paysagères en particulier celles de la mangrove sont déduites du taux d'expansion spatiale « prospective » obtenu grâce à la projection exponentielle (e) traduite par la formule suivante :

$$S_{2040} = e^{\left[\frac{T \times t \times \ln e}{100} + \ln S_{ant}\right]}$$

Où :

- t est le nombre d'années de projection ;
- T est le taux moyen annuel d'expansion spatiale ;
- S_{2040} et S_{ant} (S_1, S_2, S_3 et S_4) sont respectivement les superficies des unités en 2040 et des unités des années antérieures (1980, 1990, 2000 2010) ;
- ln, le logarithme népérien ;
- e, la base des logarithmes népériens (e = 2,71828).

Cette démarche méthodologique spécifique a permis un traitement adéquat des données avec une analyse conséquente de vision future (scénarios pessimiste, intermédiaire et optimiste) de l'évolution des formations de mangrove au Bénin.

1.3.3.4. Analyse des potentialités des formations de mangrove

Cette analyse est basée avant tout sur une étude de la structure architecturale, de la composition et de la mesure de la taille des différents types de palétuvier. Ainsi ont été caractérisés les services et fonctions actuels de la mangrove au Bénin. Cette analyse de base a permis de collecter des informations relatives aux nouvelles utilisations directes de la

mangrove et de définir par approche participative leurs nouveaux services, vu l'état régressif actuel de cet écosystème au Bénin.

En effet, l'ensemble des informations est intégré à un modèle de gestion de la mangrove au Bénin. En outre, les réflexions scientifiques sur les nouveaux fonctions et services de la mangrove ont été dans le sens de nouvelles propositions de valorisation des potentialités écologiques et économiques de cet écosystème au Bénin. Il s'agit entre autres des orientations de gestion de la mangrove sur la base de l'aquaculture, de l'ostréiculture, etc. et surtout de sa place possible dans le marché de carbone (mangrove comme puits de carbone) au regard de sa contribution dans la lutte contre les changements climatiques.

Par ailleurs, l'analyse des valeurs directes de différents produits de la mangrove et de celles indirectes des divers services est faite par rapport aux intérêts et bénéfices qu'en tire la population riveraine de cet écosystème.

1.3.3.5. Evaluation des capacités de séquestration de carbone par la mangrove au Bénin

- *Estimation de la biomasse aérienne et de la biomasse sèche*

Le modèle à base latitudinale développé par Twilley *et al.* (1992), récemment utilisé pour une évaluation globale de la biomasse (Siikamäki *et al.*, 2012), actualisé par Hutchison *et al.* (2014) et appliqué à l'Afrique de l'Ouest, Centrale et même le Nigéria. De même, ce modèle a été utilisé pour estimer la biomasse de la mangrove au niveau de la parallèle littorale du Bénin.

L'équation de régression linéaire de la biomasse aérienne (Biom_a) développée par Twilley *et al.* (1992) s'écrit :

$$\text{Biom_a(t/ha)} = -7{,}291\text{Latitude} + 298{,}5$$

Cette version a été modifiée (Siikamäki *et al.*, 2012) sur la base de 19 données bioclimatiques globalement interpolées (portail WorldClim Bioclim (http://www.worldclim.org/bioclim) et dérivées de la température et des précipitations mensuelles (Hijmans *et al.*, 2005). Le modèle ainsi actualisé (Hutchison *et al.*, 2014) se présente sous la forme :

$$\text{Biom_a(t/ha)} = -4{,}617\text{Latitude} + 239{,}9$$

La relation allométrique entre la biomasse aérienne et la biomasse sèche (Biom_s) établie par Hutchison *et al.*, (2014) a donnée la formule :

$$Biom_s(t/ha) = 0{,}073 Biom_a^{1,32}.$$

- *Evaluation de la capacité de séquestration de la mangrove*

Des valeurs de la biomasse notamment sèche peuvent être déduites la capacité de la mangrove à séquestrer le carbone par la relation mathématique :

$$C = biom_s*0{,}5$$

La constante 0,5 est la proportion de carbone contenu dans une quantité de biomasse sèche donnée (Clark *et al.*, 2001 ; Malhi *et al.*, 2004 ; Degue-Nambona, 2007).

Par ailleurs, une autre méthode d'évaluation a consisté à utiliser les indices prédéfinis par des auteurs comme Jin (2004) pour le taux de carbone séquestré (110 kg/ha/jr) ; Ong (1993) pour la quantité de carbone contenue dans la biomasse et le sol de la mangrove (1,5 ha/jr) et enfin Howe *et al.* (2008) pour la quantité de carbone séquestré sur les sites de mangrove (1,05 Mg C.ha/an).

Ces indices de base ont été intégrés à des modèles de calcul prenant en compte les statistiques de superficies de mangrove déterminées à partir des cartes d'occupation du sol et de l'analyse diachronique sur la période 1980-2010.

Ainsi, la capacité de séquestration du carbone des sites de mangrove au Bénin est déterminée en 1980, 1990, 2000 et 2010, sur une période de 15 ans (2000-2015) et de 30 ans (1980-2010).

Soit Qsc, la quantité de carbone séquestrée, P le poids unitaire de gaz séquestré et S_m (S_1, S_2, S_3 et S_4) les superficies de mangrove des années considérées dans cette étude (1980, 1990, 2000 et 2010).

Le taux journalier de carbone séquestré T_{cs} (en kg/ha/jr) par les formations de mangrove est déterminé par la formule :

$$T_{cs} = P * S_m$$

La capacité de séquestration du carbone dans la mangrove à l'échelle annuelle (en t/ha/an) est déduite de la formule précédente et de l'indice de Howe *et al.* (2008).

En outre, le taux de variation de la séquestration du carbone (T_{vx}) dans les écosystèmes de mangrove au Bénin sur une période de 15 ans (2000-2015) et de 30 ans (1980 à 2010) a été déterminé comme suit :

$$T_{vx} = 100 * \frac{T_{cs}n}{T_{cs}0} - 1$$

Avec :

$T_{cs}n$ et $T_{cs}0$ = taux de carbone séquestré en année n (2015) et en année 0 (2000)

$T_{cs}n$ et $T_{cs}0$ = taux de carbone séquestré en année n (2010) et en année 0 (1980).

Ainsi, a été déduite la perte du dioxyde de carbone dans les formations de mangrove dégradées au Bénin sur la période d'étude.

Par ailleurs, une projection des capacités de séquestration de carbone sur une période de 15 ans et de 30 ans (horizons 2015, 2040) a été faite en considérant uniquement les capacités en t/ha/an et en Mg C./ha/an.

Au regard des analyses précédentes, la gestion durable des formations de mangrove est vue sous la grille Succès, Echecs, Potentialités, Obstacles (SEPO).

1.4. Modèle d'analyse des résultats

L'analyse des résultats sur la dynamique actuelle et prospective et les modes de gestion des formations de mangrove ont été faites suivant les séquences du modèle SEPO (Succès, Echecs, Potentialités, Obstacles).

Il a été utilisé dans une approche participative pour l'auto-évaluation et la planification des stratégies d'exploitation des ressources de mangrove au Bénin. Pendant la phase de son utilisation, pour l'élaboration et de la mise en œuvre de projets de développement communal ou local, plusieurs acteurs (salicultrices, pêcheurs, ostréiculteurs, chefs traditionnels, etc.) ont été impliqués. Cette prise en compte de ces acteurs est basée sur le lien qu'ils entretiennent

avec la mangrove et leur connaissance de l'utilisation du milieu lagunaire de même que les problèmes environnementaux actuels.

Ainsi, le modèle SEPO (figure 1.3.) a permis de faire le lien entre la révision du passé et le regard vers le futur, afin de mettre en œuvre des actions concrètes d'une durabilité des fonctions et services des aires de mangrove au Bénin.

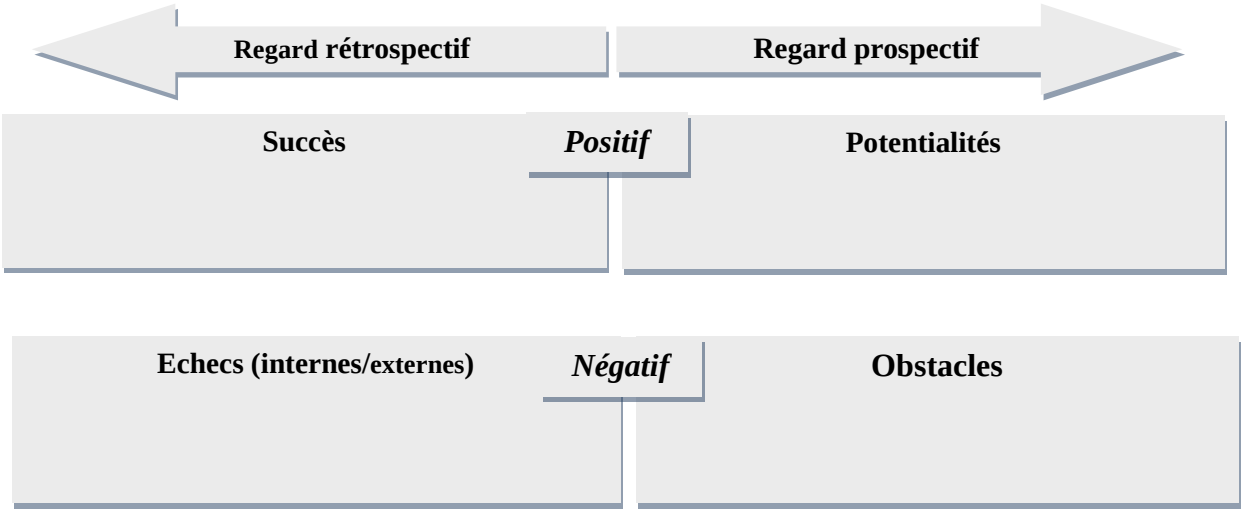


Figure 1.3. : Schéma conceptuel du modèle analytique SEPO de la gestion de la mangrove au Bénin

L'outil SEPO a quatre composantes qui peuvent être résumées comme suit : les Succès définissent les réussites (qualitatives et quantitatives), les objectifs atteints, les points forts, les activités suscitant une forte adhésion et celles prometteuses, etc. Quand aux échecs, ils sont répartis en deux volets à savoir : l'échec interne et l'échec externe qui s'expliquent entre autres par les difficultés, les effets pervers, les contraintes, etc.

En ce qui concerne les potentialités, elles abordent les succès approfondis, les échecs transformés, les atouts, les capacités inexploitées, etc.

Par ailleurs, le modèle SEPO repose sur le principe de subsidiarité, mais peut varier en fonction du contexte social, des valeurs et relations sociales, traditions, structures du pouvoir, subventions, de la politique de développement, des conditions structurelles économiques, climatiques, etc. dont il faut tenir compte dans la recherche des stratégies d'une gestion durable des ressources de mangrove dans la zone d'étude.

Dans cette étude, il a permis d'une part d'identifier les atouts écologiques et économiques de la mangrove et d'autre part de déterminer les facteurs qui concourent à sa régression dans la

zone d'étude. A cet effet, le regard rétrospectif traduit les succès et échecs fondés sur des expériences acquises dans la gestion des formations de mangrove au Bénin.

Par ailleurs, l'identification des différents paramètres de ce modèle permet de définir une stratégie efficiente de gestion de cet écosystème. Ce qui est de nature à permettre de maximiser les forces et les opportunités, de minimiser l'impact des faiblesses et menaces et si possible les transformer en atouts. Ainsi, à la base cette approche prend en compte :

- les préoccupations majeures de la population riveraine (constituée en groupes homogènes d'activités socioéconomiques) de chaque localité investiguée ;
- les innovations réalisées dans le but de conserver cet écosystème ;
- les informations sur l'organisation et la dynamique sociale et économique de la mangrove, ainsi que sur les acteurs concernés à l'égard de certains points à débattre sur la gestion de cette formation végétale ;
- les modes de gestion et d'usage des écosystèmes par la population riveraine.

Conclusion partielle

La revue critique de la littérature sur la mangrove en générale et ses fonctions / services en particulier a aidé à mieux cerner les concepts utilisés dans ce travail. De plus, elle a permis de définir la méthode de recherche sur l'état des formations de mangrove, leur évolution spatio-temporelle, leur utilité écologique et socioéconomique, etc.

Par ailleurs, le modèle SEPO utilisé dans cette étude va permettre de mettre en exergue les succès, les échecs, les potentialités et les obstacles liés à la gestion de la mangrove au Bénin.

Chapitre II

CONTEXTE PHYSIQUE DE LA MANGROVE AU BENIN

Le développement de la mangrove au Bénin est conditionné par la variation hydroclimatique, les facteurs géologiques et géomorphologiques, ainsi que la répartition des types de sols.

L'aspect physique permet d'expliquer l'existence de cette formation végétale et ses composantes dans le Sud-Bénin depuis l'Holocène moyen. Pour ce faire, les relations qui existent entre la mangrove, le climat, l'hydrologie, la géomorphologie et la pédologie ont été analysées. Enfin, la répartition géographique de cet écosystème et les liens économiques puis socioculturels établis par les populations riveraines, ont aussi fait l'objet d'une analyse intégrée pour mieux caractériser les fonctions et services de la mangrove dans la zone d'étude.

2.1. Présentation de la zone d'étude

Cette étude porte sur la mangrove qui se développe dans la zone côtière sur les berges de certaines masses d'eau (la lagune côtière, le long du chenal Ahô, la basse Sazué, le lac Ahémé, le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo) du Bénin et comprise entre 6°20' et 6°40' de latitude Nord et 1°40' et 2°40' de longitude Est. L'aire concernée par l'étude prend en compte la partie sud des plateaux du bassin sédimentaire côtier (plateaux de Sakété, d'Allada et de Comè) et la plaine côtière (figure 2.1.). Elle est subdivisée en secteurs occidental, central et oriental. Les secteurs occidental et central sont les plus couverts par les formations de mangrove contrairement au secteur oriental moins bordé et qui n'est qu'une formation anthropisée grâce aux efforts du Projet Pêche Lagunaire en 1986.

Les aires de mangrove couvrent globalement une superficie estimée à 18,956 km^2 soit 18956 ha (Cenatel, 2012) et sont composées essentiellement d'espèces ligneuses dont *Rhizophora racemosa* (espèce dominante), *Rhizophora harrisonii* (espèce rare), *Avicennia germinans, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa* et *Machaerum erectus*.

La variation spatio-temporelle des paramètres physiques de ce milieu détermine l'extension de cette formation végétale fragile, mais qui facilite la vie des groupes socioculturels riverains. Sur le plan écologique, la mangrove constitue le siège d'une faune aviaire et ichtyologique considérable ''exploitable'' pour la mobilisation des ressources financières, dans une certaine mesure, dans le secteur touristique.

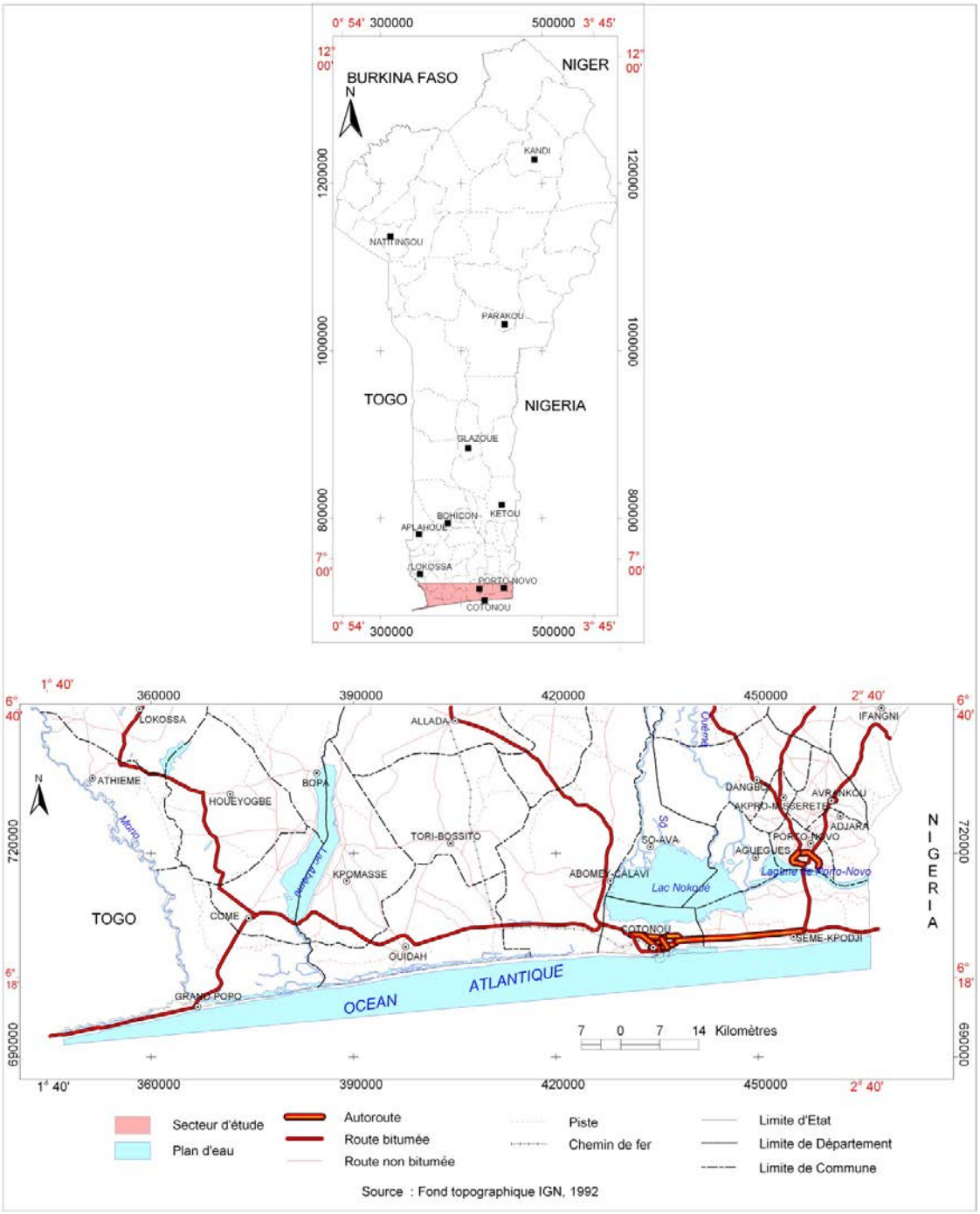


Figure 2.1. Situation géographique de la zone côtière du Bénin

Sur le plan socioéconomique, un certain nombre d'activités (ostréiculture, activités salicoles, activités piscicoles, etc.) est développé selon les opportunités en ressources biologiques qu'offrent les formations de mangrove. Par ailleurs, cet écosystème est d'une importance tant nationale, régionale qu'internationale du point de vue ornithologique d'une part et joue un rôle important de stockage du carbone dans le cadre de l'adaptation et de la mitigation des effets des changements climatiques.

La zone d'étude apparaît ainsi comme un site pilote d'une étude sur l'importance écologique et économique de la mangrove face aux changements environnementaux globaux dans la sous-région ouest-africaine en général et au Bénin en particulier.

2.2. Caractéristiques climatiques et leur implication sur la mangrove

2.2.1. Saisons et rythme pluviométrique

Selon Lézine (1966) cité par Toffi (2008), la période 2000 ans B.P. serait la période probable de mise en place des conditions climatiques actuelles qui marquent la répartition et la physionomie de cette formation végétale dans la zone d'étude. Boko (1988), Adam et Boko (1993) cités par Totin (2010) expliquent que ce sont les phénomènes pluviogènes liés à la circulation atmosphérique au-dessus de l'Afrique de l'Ouest qui ont créé le climat soudano-guinéen ou subéquatorial, appelé « climat Béninien » qui influe en partie le développement de ce biotope.

Ce climat est caractérisé par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches marquées par une disproportionalité dans leur répartition. La lame d'eau pluviale est de 63 % et 23 % du cumul annuel pendant la grande et la petite saison pluvieuse contre 14 % pour les deux saisons sèches (Totin, 2010). Les régimes pluviométriques des stations sélectionnées pour l'étude sont illustrés par la figure 2.2.

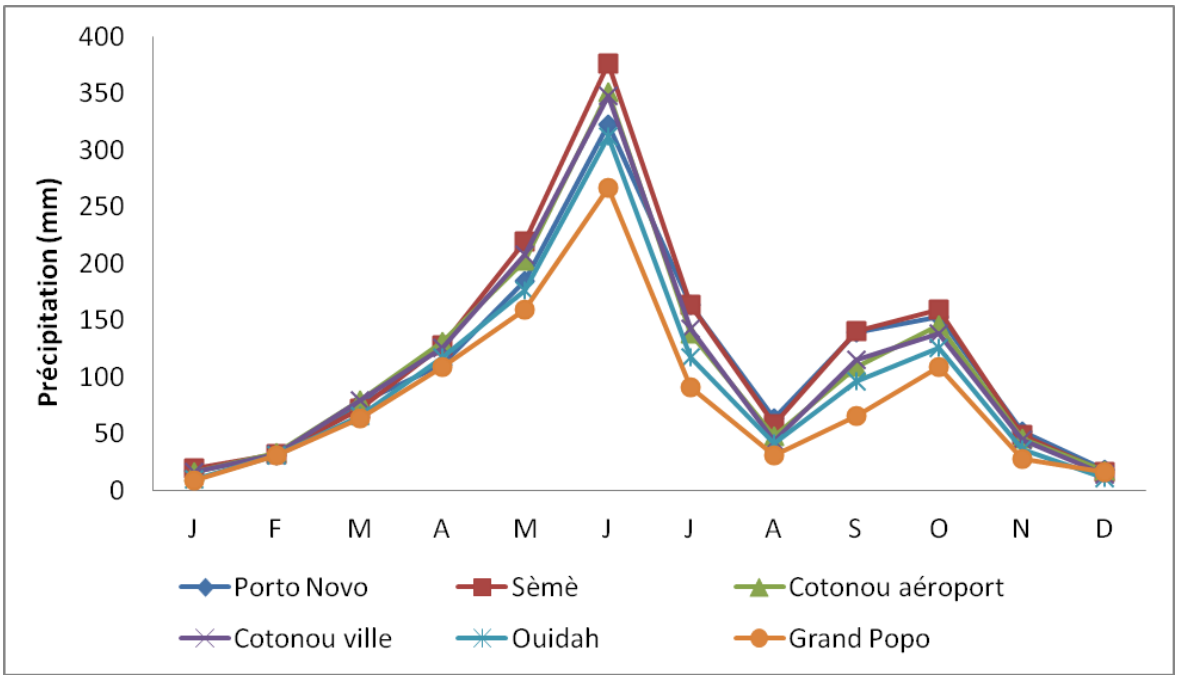


Figure 2.2 : Régime pluviométrique des stations sélectionnées pour l'étude (1951-2010)

Source : Données de l'ASECNA, Janvier 2012

Ce régime est bimodal dont le premier optimum en juin et le second en octobre avec respectivement en moyenne 329,4 mm et 138,6 mm. Les totaux pluviométriques annuels moyens sur la période 1951-2010 varient de 1433 mm (Sèmè) à l'est à 978 mm (Grand-Popo) à l'ouest. Cela confirme la thèse selon laquelle la zone d'étude est marquée par une anomalie climatique, qui se traduit par une décroissance pluviométrique d'est en ouest (Bokonon Ganta, 1987 ; Boko 1988 ; Houndénou, 1999 ; Totin, 2010).

Durant la grande saison pluvieuse (*xuétadji)* en langue locale fon, c'est-à-dire pluie principale ; (*xuéji*) en xwla et Pédah c'est-à-dire première pluie de l'année entre avril et juillet, la pluviosité est forte et parfois persistante.

Selon Amoussou (2010), cette saison se traduit par la remontée d'eau dans les marais et les étangs, ce qui entraîne le retrait des espèces halieutiques sous les mangroves et les prairies aquatiques de même que leur reproduction.

Elle s'explique par la manifestation de la mousson qui est affectée dans les basses couches par les phénomènes de convergence générateurs de nuages précipitant avec des quantités de pluies variant de 40 à 65 % (Boko, 1988). Cette saison est généralement marquée par l'arrivée des eaux continentales dans les différentes masses d'eau de la zone d'étude.

Les conditions climatiques sont plus déterminantes dans la distribution de la mangrove de la zone d'étude. L'eau pénètre dans cette formation végétale et les passages aménagés par les pêcheurs en son sein et praticables à pied en saison sèche sont inondés. Ainsi, au cours de cette période s'observe le renouvellement des feuilles des palétuviers qui, autrefois (grande saison sèche), présentaient un aspect physionomique plus ou moins jaunâtre. Ces phénomènes s'observent dans les localités de Nazounmè, Kpovidji, Hungbéatikplo, Houakpè Daho, Djika, Togbin, etc. où la mangrove conserve encore une certaine originalité du point de vue de sa densité. Aussi, l'augmentation des apports d'eau entraîne l'immersion des racines échasses des palétuviers pouvant atteindre 2 voire 2,5 m de profondeur ; il en est de même pour les pneumatophores ayant 0,25 voire 0,50 m de hauteur.

Les feuilles tombées flottent à la surface des eaux à l'intérieur de la mangrove. En période humide, les matériaux lithologiques (sable fins, sables grossiers constitutifs de la vase) sont plus visibles (dans les échantillons au prélèvement). Cette saison est marquée aussi par la mort de plusieurs espèces de crabes à l'étape juvénile vivant sous les racines échasses des palétuviers, lors de l'immersion permanente des terriers des crabes fouisseurs du genre

Cardiosoma armatum, crabe de terre et les gros crabes velus (*Ucides cordatus*). Quant aux crabes de rhizophores (*Aratus pisonii*), qui ne construisent pas de terriers, ils grimpent plus haut sur les troncs de palétuviers lorsque l'eau envahit les aires de mangrove. La grande saison pluvieuse est aussi marquée par le lessivage de sel sur les feuilles du palétuvier blanc.

La petite saison sèche, en août, est caractérisée par un recul des précipitations de l'ordre de 10 à 15 % (Toffi, 2008). En cette période, il ne se déroule pas grands événements dans les formations de mangrove. Cependant, les échanges d'O_2 sont forts et permettent le développement rapide des espèces halieutiques notamment les poissons.

Par ailleurs, pour la petite saison pluvieuse (septembre à novembre), les précipitations sont de 18 à 30 % (Boko, 1988). Elles résultent d'orages d'évolution diurne avec des averses modérés mais aussi des passages de lignes de grains assez violentes (Bokonon-Ganta, 1989). En cette saison, le pourcentage d'apparition des cristaux de sel sur les feuilles du palétuvier blanc est très restreint.

La grande saison sèche (mi-novembre à mars) enregistre une pluviométrie moyenne annuelle de 5 à 3 % du total annuel (Toffi, 2008). Le taux d'accumulation des cristaux de sel sur les feuilles des palétuviers blancs devient de plus en plus important. Les feuilles des palétuviers deviennent jaunes, tombent et s'accumulent sur la vase très sèche par endroits, qui s'effrite très facilement au prélèvement. Excepté le desséchement sous l'effet de la chaleur, ces feuilles ne subissent aucune autre transformation à condition qu'elles soient parfois transportées par le vent vers les masses d'eau lagunaire ou lacustre où elles vont tapisser leur fond. Mais, lorsqu'elles tombent parfois sur la vase encore peu humide ou dans des marais, une phase de putréfaction s'amorce avec le temps sous l'effet de la chaleur. Par conséquent, ce mécanisme donne des détritus, servant de nutriments aux crabes fouisseurs, aux poules d'eau et autres espèces aviaires. De plus, la grande saison sèche favorise le repiquage et l'implantation des propagules, des graines d'*Avicennia* ou jeunes plantules de palétuvier dans la vase (Bamisso, 2009) du fait de l'absence d'eau de drainage.

2.2.2. Température, insolation, vent et humidité relative

La température dans la zone d'étude varie en fonction des conditions météorologiques, des saisons (saison sèche et humide), des mois, des secteurs, mais aussi de l'heure. Ainsi, dans le secteur méridional (Cotonou et Ouidah), elle a une moyenne de 27,4 °C avec 21,1 °C de minima observable surtout dans les mois d'août et de décembre (Boko, 2009). Quant à la

température maximale, elle est de l'ordre de 36,6 °C surtout dans le mois de février, période d'intense chaleur.

Par ailleurs, la température moyenne est de 26,7 °C dans les secteurs oriental et occidental, avec un minimum de 18,5 °C dans le mois de décembre et un maximum dans le mois de mars qui est de 36,2 °C. Quant à la température au sein des formations de mangrove, elle est comprise entre 26 °C voire 27 °C et 29 °C (Bamisso, 2012) selon les investigations faites dans les Communes. Elle est aussi un déterminant dans la variation thermique de l'eau, de l'air et du sol de cet écosystème. La température mensuelle moyenne dans la zone d'étude est de 26 °C en août, mois le plus frais et 29 °C en mars, mois le plus chaud dans le bassin côtier du Bénin (Boko, 1988 ; Toffi, 2008 ; Boko, 2009). Mais selon Totin (2010), elle atteint des valeurs extrêmes événementielles de 27 à 31 °C en période ''très sèche'' et de 24 à 28 °C en période ''très humide''. En période sèche, les masses d'eaux sous les formations de mangrove ont une température particulièrement chaude 30 à 31,5 °C (Bamisso, 2012). Cette température favorise, sur le plan biologique, la multiplication des algues, des micro-organismes indispensables à la croissance de certaines espèces comme *Penaeus duorarum, Cassostrea gasar* (Pliya, 1980) cité par Amoussou (2003).

Mais, elle devient froide lors de la remontée des eaux (ou période de hautes eaux) où la chaleur est atténuée. En cette période, des mousses s'observent sur des vieux arbres de palétuvier rouge surtout sénescents tombés dans les masses d'eau et dont les troncs sont encore visibles. Selon Boko (2004), la température moyenne varie très peu dans le littoral du Bénin, elle est d'environ 27 °C à Cotonou et à Ouidah. En période sèche, (février, mars et avril) elle demeure élevée avec une moyenne de 27,7 °C et constitue un atout important pour la production du sel ignigène. En période humide par contre, la température est faible 26,5 °C. Elle est en réalité un élément important de fonctionnement des écosystèmes de mangrove si elle varie entre 20 °C et 35 °C avec des amplitudes annuelles inférieures à 5 °C.

Les températures font partie des cinq conditions nécessaires à l'implantation et au développement de la mangrove :

- une température de plus de 20 °C avec des variations annuelles inférieures de 5°C ;
- un apport d'alluvions et de matières permettant la formation de la vase ;
- une stabilité des berges ;
- une salinité comprise entre 5 et 30 ‰ ;

- une intrusion des eaux marines assez loin dans les estuaires des fleuves (*http://perso.Wanadoe.fr/ redis/HTML/prevoteau 145.html*)

La variation de température est liée à l'insolation qui est en moyenne de 7 h 07 mn par jour, de novembre à mars (grande saison sèche). La baisse du rayonnement solaire dès le mois de juin altère les capacités d'échanges thermiques et de photosynthèse de la mangrove, étant donné que la durée est réduite à 5 h en moyenne par jour. En outre, la moyenne mensuelle d'ensoleillement est de 132,74 heures.

Les vents sont relativement modérés et en moyenne de 4 m/s avec une variation de 3 m/s en décembre à 6 m/s en août. Les vents qui dominent à la station de Cotonou de par leur fréquence sont :

- SW (64 %) : sa répartition mensuelle indique des fréquences très fortes en février, mars, avril, mai, juin, octobre et novembre. La vitesse moyenne est de 4,4 m/s avec la valeur maximale en juillet-août (5,6 et 5,4 m/s).

- WSW (16 %) : les fréquences les plus élevées sont observées en juillet, août et septembre avec une vitesse moyenne de 6 m/s. Les fortes vitesses sont notées entre juillet, mars, novembre et décembre, avec une vitesse moyenne de 3,6 m/s.

La vitesse du vent est, en général presque nulle à l'intérieur des formations de mangrove et varie de 0,5 à 2,24 m/s à l'entrée selon sa direction (Bamisso, 2012). L'intensité et la vitesse du vent associées aux effets de l'ensoleillement contribuent de par leur pouvoir desséchant, notamment en saison sèche, au jaunissement intense des feuilles de palétuviers (Bamisso, 2006). Il intervient aussi dans la modification des structures, l'architecture voire même la fragmentation des sols de la mangrove. Avec une vitesse supérieure à 5,55 m/s, les vents établissent très souvent des vagues sur les masses d'eau qui favorisent le drainage et le dispersement des propagules et graines d'Avicennia vers les berges ou vers un milieu favorable à leur développement (Bamisso, 2009).

Les vents jouent également un rôle important dans le transport des feuilles jaunes ou des propagules et graines de palétuvier blanc vers d'autres masses d'eau littorales où la mangrove n'existe pas ou a disparu. Le dépôt de ces dérivés de mangrove pourrait constituer le début d'une éventuelle colonisation. Mais le développement de la mangrove nécessite une certaine condition physico-chimique.

2.3. Caractéristiques géomorphologiques et facettes topographiques

Le Bénin fait partie intégrante du bassin sédimentaire côtier et est constitué d'unités géomorphologiques héritées de la transgression nouakchottienne (Holocène moyen, vers 5500 BP) (Ballouche *et al.*, 2002). En effet, le littoral Atlantique est constitué de côtes sableuses au Sud, mais toutes vaseuses et les principales unités sont d'un matériel varié et d'origines diverses (Kaly, 2007).

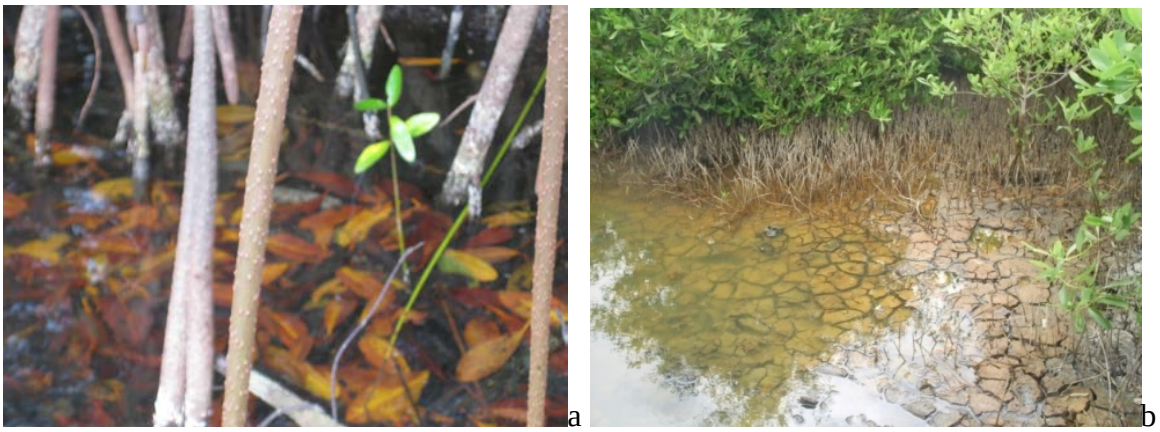
Selon Michel (1973), c'est durant le Quaternaire que les estuaires et lagunes de la région littorale ont pris leur forme actuelle suite aux oscillations marines récentes. Ces unités géomorphologiques sont formées de vasières, de tannes, de cordons littoraux sur lesquelles se développe la mangrove. La structure et les dépôts quaternaires ont mis en place des sols halomorphes, hydromorphes, argileux et sableux par le biais de ces unités géomorphologiques (IMAO *et al.*, 2006). Aussi, l'évolution au Quaternaire récent est notamment marquée par la mise en place d'unités morphologiques dont dépendent l'hydrologie et l'hydrogéologie de la zone côtière

et aussi des paysages actuels, parmi lesquels les formations de mangrove.

Les unités géomorphologiques identifiés au Bénin sont de plusieurs types.

► Les vasières sont généralement des sols salés, noirs parfois gris, peu évolués d'apports hydromorphes sur vases argileuses. Elles sont composées d'une multitude de matières issues de diverses origines et constituent, à cet effet, le support des écosystèmes de mangrove. Les vasières dénudées supportent parfois des sols halomorphes salins acidifiés sur argile. Ces vasières proviennent d'une sédimentation récente et correspondent, sur le plan topographique, à la partie basse de la mangrove notamment colonisée par Rhizophora (Diop, 1986 ; Marius, 1985 ; Ndiaye, 1997 et 1998). Elles se caractérisent par une viscosité et une teneur en eau. Elles sont subdivisées en deux faciès à savoir : les faciès vaso-sableux (entre 50 et 30 % d'éléments inférieurs à 2 µm*)* et vaseux (teneur en argile supérieure à 50 %) (Thiam, 1986). En période de pluie, la partie superficielle de ces vasières, gorgées d'eau, est tapissée de feuilles jaunes (mortes) de palétuvier qui, par suite de l'imbibition d'eau, se retrouvent au fond (photo 2.1a). Ainsi, les vasières sont parfois le mélange d'une multitude de débris, et qui sûrement, vont amorcer l'étape de putréfaction, conduisant à un envasement progressif. Pendant la petite saison sèche, ces vasières présentent un aspect plus ou moins humide/compact avec en surface de la boue argileuse. Les différentes matières qui les

composent sont diverses notamment lorsqu'elles sont pétrifiées avec les doigts. Au cours de la grande saison sèche, elles présentent une physionomie asséchée et/ou craquelée (photo 2.1b) (indiquant un taux d'argile plus ou moins élevé) avec parfois de la poussière à la partie supérieure au sein des peuplements de mangrove.



a b

Photo 2.1. Feuilles jaunes de palétuvier sur fond vaseux dans la lagune côtière à Aholoboé (a) et vase craquelée en saison sèche sous *Avicennia germinans* à Zoungbodji (b)

Prise de vue : Bamisso R., octobre 2011 et décembre 2011

Ce phénomène est particulièrement observé dans certaines localités (Togbin, Zoungbodji, Hiyo, Adjahindji, etc.) où la mangrove est partiellement ou totalement détruite.

De façon générale, les vasières ne sont identifiables que là où la profondeur de l'eau dépasse 0,20 cm. En saison sèche, elles ont une odeur très désagréable liée à la fermentation des matières qui les composent sous l'effet de la chaleur et des activités de micro-organismes. Ce mécanisme pourrait corroborer le fait que selon Khan (1985) et Narayani (1990), en saison sèche, la hausse de la température accroît l'activité microbienne causant ainsi une production excessive de CO_2.

► Les tannes appelés *djèzandji*, en langue indigène, des aires littorales occidental et central sont des secteurs basses situées à la lisière des écosystèmes de mangrove. Ils sont des milieux hyper-salés avec la quasi inexistence de la végétation. Les tannes sont repartis en trois catégories : les tannes nus avec une efflorescence, les tannes herbeux plus élevés que les premiers avec la présence d'herbacées (photo 2.2 a et b) et les tannes inondables séparant la vasière à mangrove des tannes nus.

Pendant la grande saison sèche, l'eau salée s'évapore et les cristaux de sel s'accumulent en surface. Seules les espèces, telles que *Avicennia germinans*, *Sesuvium portulacastrum* et *Philoxerus vermicularis*, adaptées à ces milieux y subsistent.



a b

Photo 2.2. Tannes herbeux colonisés par une pelouse de *Sesuvium portulacastrum* (a) et quelques formations de *Avicennia germinans* à Kogbodji (b)

Prises de vue : Bamisso R., février 2012

Généralement, les tannes constituent le substratum de base de la production du sel ignigène. En réalité, pour produire ce type de sel, la couche superficielle de ces milieux est raclée, prélevée et mise dans des paniers (faits à base des rhizophores) auquel l'eau des marais est ajoutée pour récupérer la saumure dans un canari.

► Par ailleurs, les unités morphologiques (figure 2.3) formées par les cordons littoraux internes de sable jaune longent la bordure sud des plateaux (Comè, Allada, Porto-Novo, etc.).

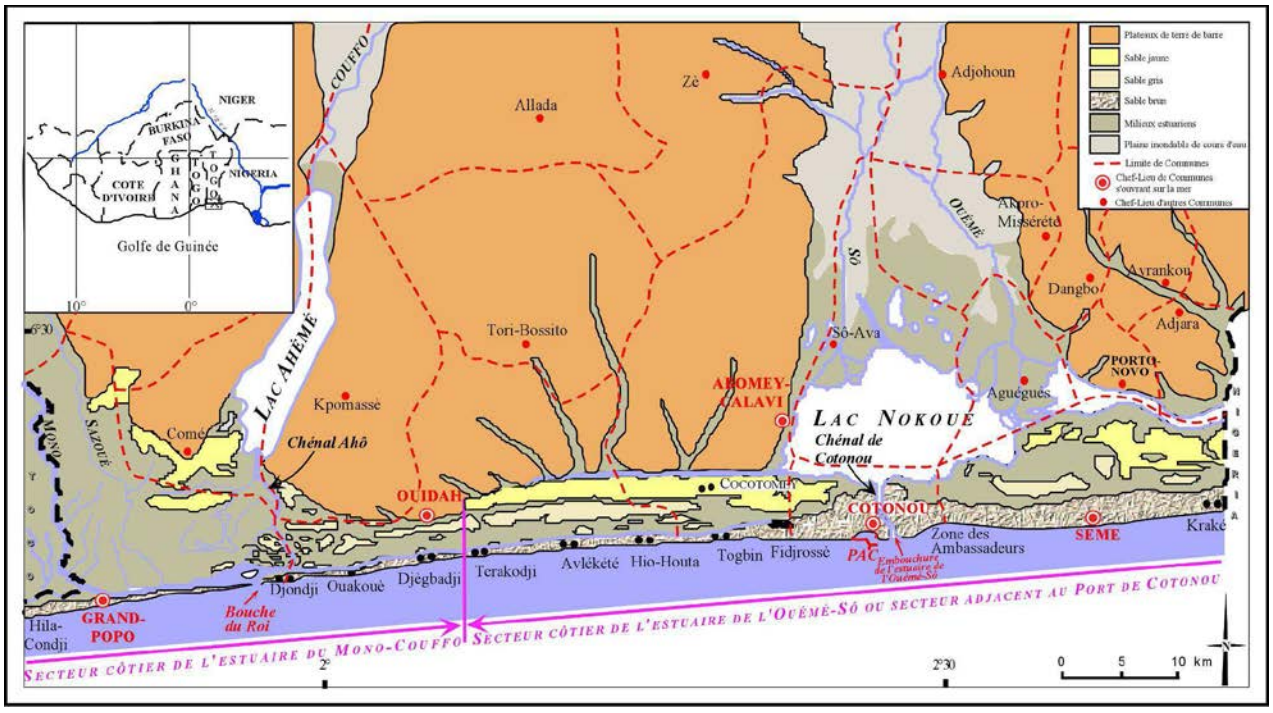


Figure 2.3 : Synthèse des unités géomorphologique du littoral béninois

(Oyédé et al., 1998 ; LGME, 2010)

L'altitude, généralement, faible de 3 à 4 m peut exceptionnellement avoisiner 6 m voire 8 m sur des crêtes entre Godomey et Cocotomey. De plus, les cordons médians de sable gris des secteurs occidental et central se retrouvent entre Wégba et le Nord de la lagune côtière. Leurs altitudes ne dépassent pas 3 à 4 m dans le secteur occidental, et de 1 à 3 m dans le secteur central où les accumulations sableuses plus ou moins circulaires peuvent localement avoisiner les 6 m (Oyédé, 1991).

Les cordons subactuels de sable brun très considérables dans les secteurs occidental et central ont une altitude faible (1 à 3 m) et de largeur limitée (100 à 300 m). Ces cordons sont identifiés particulièrement entre la lagune côtière et l'océan (précisément de Togbin à Grand-Popo). Les crues du Mono souvent violentes, ont beaucoup érodé et découpé le seul cordon ; ce qui explique l'extension des marécages (Toffi, 2008). Le long de ce cordon de sable brun coule une série de masses d'eau lagunaires sur les berges desquelles se développent les formations de mangrove.

► Les dunes littorales permanentes qui, souvent longent la côte et constituent le support de la pelouse maritime. Elles n'existent qu'au-dessus de la limite atteinte par la mer, et le plus souvent liées à la croissance des végétaux terrestres qui fixent le sable apporté par le vent des plages. Les espèces qui jouent ce rôle fixateur sont *Cyperus maritimus* qui se développent très proche de la mer et *Scaevola plumieri* qui forme parfois des fourrés littoraux en arrière plan de l'espèce précédente.

Les terrasses sableuses de dimensions variables sont présentes dans tous les estuaires et lagunes.

Ce sont les processus géomorphologiques historiques et les effets des grands mouvements océaniques qui expliquent la présence des milieux de mangrove (IMAO, 2006) en Afrique de l'ouest et notamment au Bénin.

La mangrove du Bénin s'est développée grâce à l'existence de zones basses constituées par des lagunes ou des marais à eaux affleurantes ou subaffleurantes, qui longent les cordons littoraux.

2.4. Paramètres physico-chimiques

La salinité de l'eau de la mangrove ainsi que son pH dépendent des saisons et du bilan hydrique, c'est à dire des échanges avec la mer, des apports d'eau douce et des pertes par

évaporation. La salinité des masses d'eau (en g/l ou en ‰) implique le sodium (Na^+) de même que le chlore (Cl^-) qui sont les plus importants comparés aux magnésium (Mg^{2+}), potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}), sulfate (SO_4^{2-}) et des bicarbonates (HCO_3^-) (PAZH, 2002).

La salinité est un facteur déterminant pour la mangrove si elle est comprise entre 5 et 30 ‰ (Bamisso, 2009) étant donné que cette formation se développe dans les eaux salées ou saumâtres. Selon Amoussou, (2003), elle est comprise entre 26 et 38 ‰ dans les secteurs occidental et central dont les eaux sont polyhalines (eau dont la salinité est élevée et comprise entre 26 et 38‰) et favorisent ainsi un développement rapide des huîtres sur les rhizophores. Par contre, dans le secteur oriental où les eaux sont mésohalines avec des valeurs allant de 10 à 18 ‰ (eau dont la salinité est faible et comprise entre 10 à 18 ‰), le développement des huîtres est réduit voire inexistant à certains endroits. Ainsi, la mangrove favorise, de par leurs racines entrelacées, la sédimentation des matières en suspension dans la zone intertidale (Ngor, 2011), indispensable à la survie et à la croissance des espèces ichtyologiques. Par ailleurs, la salinité intervient dans la distribution des charges en suspension à l'embouchure et elle est plus forte en profondeur qu'en surface (Amoussou, 2010).

En outre, le potentiel Hydrogène (pH) des masses d'eau est en moyenne de 7,5 avec une variation de 6,5 en saison humide à 8,4 en fin d'étiage (PAZH, 2002). Selon Bourgade, (2010), le pH est lié à l'oxygène dissous, en effet lorsque les eaux et la vase de mangrove sont bien oxygénées le pH est élevé. Le pH dépend aussi de l'oxygène dissous dans les eaux et la vase de la mangrove et semble être un facteur déterminant dans l'activité microbienne et dans le développement de la mangrove. (htlp://perso.Wanadoe.fr/redis/HTML/prevoteau 145.html).

2.5. Caractéristiques hydrologiques et sédimentologiques des aires de mangrove

Le complexe hydrologique de l'aire de développement de la mangrove au Bénin est formé par une série de masses d'eau (lagunes, de chenaux et de rivières) peu hiérarchisées et ouvertes sur l'océan Atlantique.

Les unités hydrographiques sont pour la plupart bordées par la mangrove. Ce sont notamment : la lagune côtière, les sections aval des lacs Nokoué et Ahémé, la basse vallée des fleuves Ouémé, Mono et Couffo, la rivière Sazoué et les marais comme l'indique la figure 2.4.

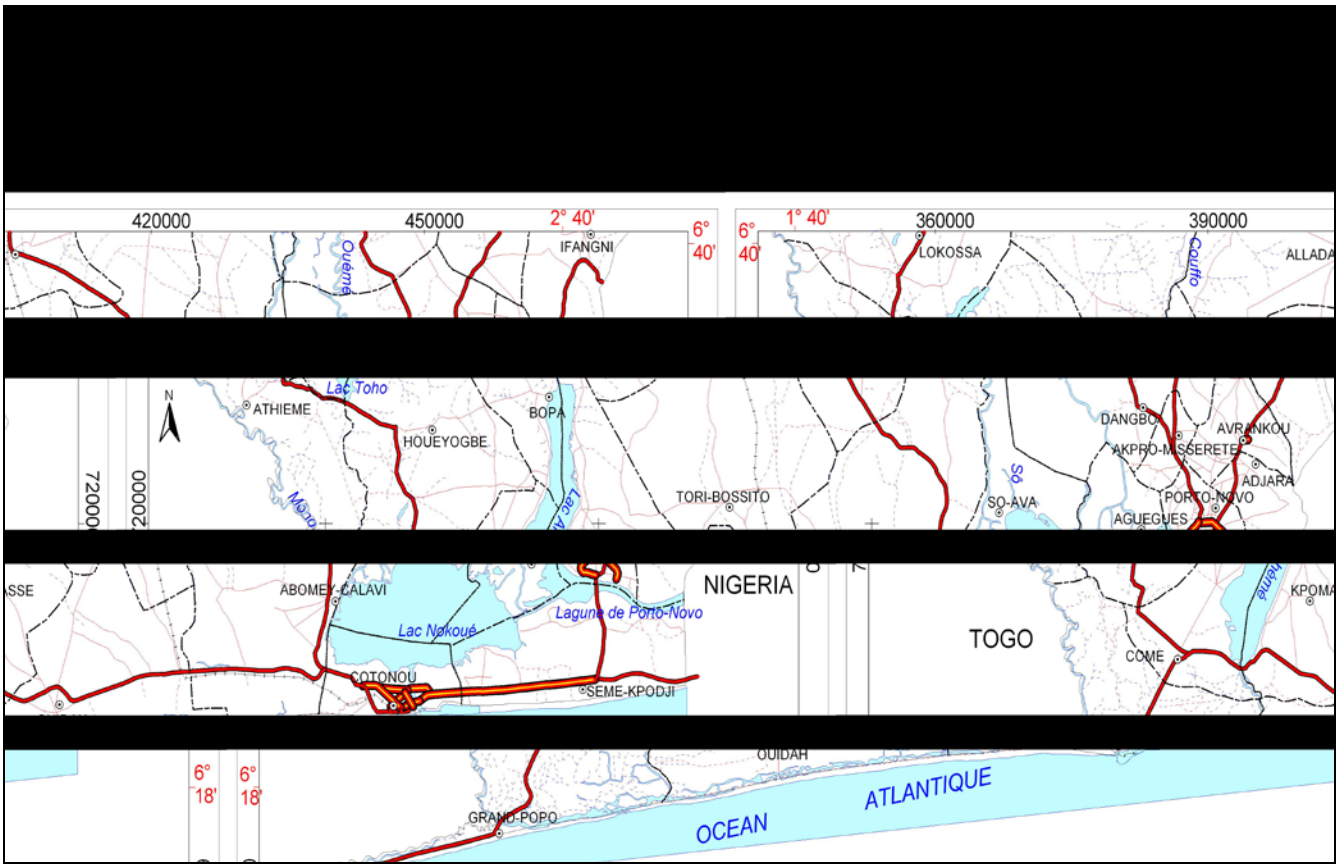


Figure 2.4 : Complexe hydrologique du Sud-Bénin

Ces masses d'eau se distinguent de par leur caractère tantôt oligohalin ou mésohalin. Les processus d'advection, de diffusion turbulente et de dispersion structurent au sein des masses d'eau des discontinuités spatiales qui se comportent comme autant d'écotones contrôlant tout le fonctionnement de l'écosystème (Therriault et Platt, 1981 ; Levasseur *et al.*, 1984 ; Legendre et Demers, 1985 ; Okubo, 1988) en relation avec la mangrove.

♦ **La lagune côtière et sa sédimentation**

La lagune côtière est située entre les cordons actuels et subactuels. Elle est, par ailleurs tributaire du fleuve Mono, de la rivière Sazoué et du complexe fluvio-lacustre Couffo-Ahémé, qui communique avec la lagune côtière par le chenal Ahô.

Ce milieu oligo-mictique (PAZH, 2002), à eau saumâtre appelée ‘’*Djessin*’’ à l'indigène, long de 60 km entre Togbin et Grand-Popo, a une superficie de 12 km². Cette lagune a une profondeur qui varie de 1,20 à 4,50 m en période de hautes eaux (septembre à novembre) selon les localités et entre 0,80 et 2,80 m en période de basses eaux (décembre à mars).

Par contre, les mesures directes effectuées, dans le cadre de ce travail, ont donné pour cette lagune côtière une profondeur de 1,5 m en saison sèche et de 3,70 m à la crue. Cette unité

lagunaire joue un rôle de transformateur des éléments minéraux terrigènes ou d'origine marine, par l'intermédiaire d'une activité biologique intense avant leur exportation progressive sous différentes formes organiques vers la mer. Sa richesse en nutriments dépend des apports continentaux importants, des échanges saisonniers avec la mer dans leurs interactions avec les formations de mangrove. Bénéficiant des conditions physiques importantes, cette masse d'eau borde les formations de mangrove les plus luxuriantes du Bénin malgré l'existence de quelques poches de dégradation.

Les travaux sédimentologiques de Lang et Paradis (1977), Oyédé (1991), Tossou (2002), Toffi (2008) ont montré que la lagune côtière est de type vaseux, limoneux ou sableux. Elle dispose de toute une gamme de faciès intermédiaires, mais toujours de plus en plus abondante et riche en matière organique avec le temps et selon les différentes saisons

Dans le cadre de cette étude, les prélèvements faits à moins de 0,50 m de profondeur ont montré un composé de vase très fine, de coquilles de gastéropodes, mélangé aux feuilles de palétuviers jaunies ainsi que du limon et du sable. Le taux de feuilles mortes est dans une proportion de près de 30 %, celui de la vase est de 35 %, 10 % pour le limon et 20 % pour le sable. La vase passe d'une couleur grise à une couleur noire en saison sèche avec l'accumulation des feuilles jaunies de palétuvier surtout au-dessus.

Pendant les crues, les eaux marron ocre témoignent de la charge en argile et en silts, phénomène surtout remarquable lorsque la plaine marécageuse de la basse vallée de ce cours d'eau est inondée (Oyédé, 1991). La très grande variabilité spatio-temporelle des conditions sédimentologiques, hydrodynamiques et physico-chimiques, la stratification des eaux et l'apparition de gradients physico-chimiques et biologiques, procurent à ce milieu fortement producteur, des propriétés fondamentalement originales et d'importantes potentialités économiques, basées dans une certaine mesure sur les ressources de la mangrove.

Les forts gradients de salinité s'observent dans cette lagune en saison sèche au moment où très souvent des cristaux de sel sont observés sur les sols dénudés ou tannes vifs ou sous certaines racines de palétuviers rouge isolés des masses d'eau.

Le milieu lagunaire piège les sédiments les plus fins et la mangrove qui y subsiste entraîne une augmentation de la teneur en matière organique, celle-ci pouvant évoluer en tourbe (Oyédé, 1991).

♦ La Lagune côtière à Grand-Popo

Elle est longue de 15 km et se jette dans l'océan Atlantique par un large delta qui est la ''Bouche du Roi''. Elle a une profondeur de 5,80 m à Hêvè (liée au dragage effectué dans cette localité en 2011), 1,60 m à Hungbéatikplo. La sédimentation dans cette masse d'eau est vaseuse et sablonneuse. Le taux de la vase peut atteindre 45 % dans certaines localités et la proportion sableuse constitue environ 55 %.

Le faciès sableux de la lagune s'explique d'une part par les quantités de sable apportées par le fleuve Mono et d'autre part par le vent et la pluie. Cette unité lagunaire a perdu son caractère salin depuis la construction du barrage de Nangbéto. Sur ses berges dans certaines localités se développe la jacinthe d'eau qui envahit la mangrove.

♦ Le Lac Ahémé

Il est installé dans une ''vallée encaissée, transformé en ria, et dont la communication avec la mer a été obstruée par l'édification du complexe côtier'' (Guilcher, 1962, cité par Pliya, 1976). Ce lac a une superficie variant de 78 km² en période d'étiage à 100 km² en période de crue. Sa profondeur est de 1 à 1,7 m en période de basses eaux et de 2,15 m en période de hautes eaux et ceci selon les localités qu'il longe. Il reçoit les eaux des fleuves Couffo et Mono, de la lagune côtière et marines par l'intermédiaire du chenal Ahô.

La pénétration saline dans ce lac se fait lors de la montée de la marée et est de 0 à 33 ‰ selon la saison (Amoussou, 2003). Le lac Ahémé présente ainsi du point de vue de dépôts de sédiments un caractère vaseux lié d'une part à la décomposition des parcs d'acadja et d'autre part à l'accumulation de déchets provenant des villages riverains. Le potentiel en hydrogène (pH) du lac varie de 6,5 en saison pluvieuse à 8,4 en fin d'étiage (Amoussou, 2003). Il est bordé de quelques pieds de palétuvier rouge dans la localité d'Awankinnin et sur l'ile de Mitogbodji où cette formation végétale est sacralisée et constituée essentiellement d'*Avicennia germinans*. Cette dernière est aussi développée au Nord du lac et constitue un facteur de ralentissement des particules draînées par le Couffo vers le lac Ahémé.

♦ Le chenal Aho

Le chenal Aho a une longueur comprise entre 10 et 12 km avec un aspect méandriforme. Ce chenal a une profondeur qui varie de 1,26 m à Nazounmè à côté des palétuviers et de 1,92 m à

Gbèzounmè (Bamisso, 2012). Selon Oyédé (1991), son cours très contourné a des fonds voisins de 3,75 m. Le fond vaseux, de couleur grise, est tapissé parfois de restes de débris d'acadja (constitués de branches de *Coco nucifera*, de *Raphia hookeri* et même des branches de palétuvier en particulier *Rhizophora racemosa*) abandonnés par les pêcheurs. Cela contribue progressivement au comblement par envasement du chenal surtout si les berges sont dénudées (photo 2.3).


a


b

Photo 2.3. Berges nues et ensablées du chenal Aho à Gbèzounmè (a) et de Kpovidji (b)

Prises de vue : Bamisso R., février 2007

L'ensablement et l'envasement des berges de ce chenal créent un terrain propice pour la colonisation des propagules et grains de palétuvier, au développement de la mangrove et à son extension progressive au-delà de ses limites initiales; réduisant par endroit la largeur du chenal.

♦ **La Lagune de Porto-Novo**

Elle est une assiette constituée par une cuvette à fond aplati, vaseux et à profondeur variable suivant sa topographie. Elle reçoit les eaux douces du delta de l'Ouémé et celles marines à partir du canal de Totché (Oyédé, 1991) et coule vers Gbadagri au Nigéria. Cette masse d'eau correspond à un ensemble homogène (Oyédé, 1991) où la fraction silto-argileuse dépasse 90 % des échantillons de sédiments prélevés et analysés dans le cadre de ce travail. Les flux sédimentaires ne sont, en fait représentés que par des particules en suspension (MES).

Ses berges du côté de la frontière bénino-nigériane abritent les plus importantes formations de mangrove développées au sud-est du Bénin. Aussi, les formations de *Rhizophora racemosa* sont observées sur ses berges dans les localités de Ouenta, Goho, etc.

♦ Le Lac Nokoué

Il a une profondeur inférieure à 3 m avec des rides sous forme de cônes d'alluvionnement pro deltaïque. Slansky (1962), Colleuil *et al*. (1979), Colleuil (1984), Millet *et al*. (1991), Oyédé (1991), ont montré que le lac Nokoué a une sédimentation sablo-argileuse, d'origine fluviatile et dont la répartition semble liée aux conditions hydrodynamiques, morphologiques et anthropiques (pratiques d'acadja) locales.

En période de crue, les bras de l'Ouémé avec un débit cumulé de 400 m^3/s et de la Sô sont capables de déplacer les bancs de sable en provenance du cordon sableux.

Gadel et Texier (1986) indiquent une proportion de 20 % de sable, 14 % de vase et 66 % de faciès sablo-argileux intermédiaires, en entendant par sable et par vase, des sédiments ayant respectivement un minimum de 75 % ou un maximum de 35 % de particules de taille inférieure à 63 µm.

Ainsi, sont créés des milieux favorables à l'implantation du palétuvier rouge sur certaines berges du lac Nokoué telles que Vêcky, Aguégués et même à Sô-Ava. Les matériaux constitutifs des argiles sont présentés sur la figure 2.5.

Ainsi, la répartition spatiale du lithofaciès du lac Nokoué constitue un atout pour le développement de quelques unités de palétuvier rouge.

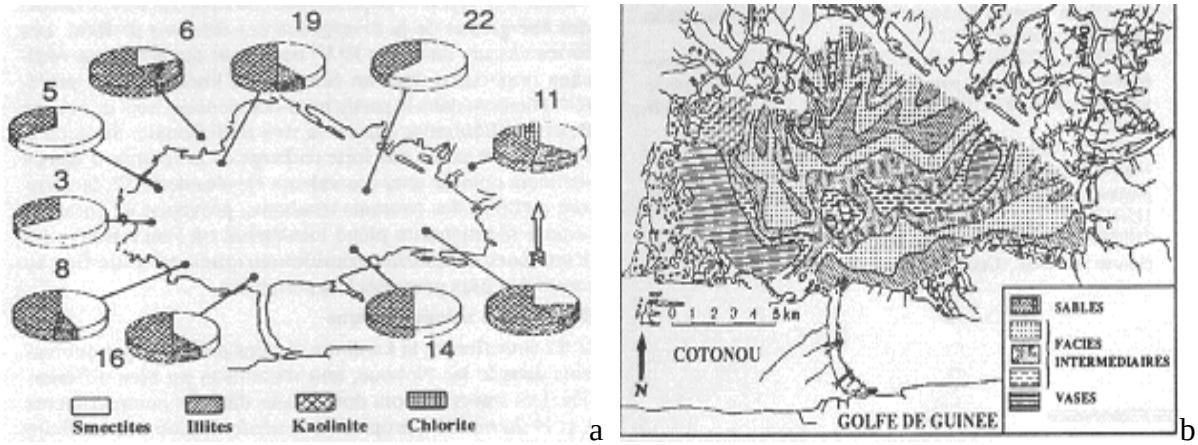


Figure 2.5 : Caractéristiques géologiques de la région littorale autour du lac Nokoué : a) Distribution des minéraux argileux dans les sédiments superficiels et b) carte de lithofaciès

Source : Millet et al. (1986)

2.6. Utilité du barrage de Nangbéto, sa gestion des eaux et ses effets sur le rythme hydrologique

Le barrage de Nangbéto construit en 1985 sur le fleuve Mono a une superficie de 180 km^2 avec une profondeur de 38 m, est un ouvrage mis en place de commun accord avec le Bénin et le Togo dont l'objectif principal est la production de l'énergie électrique. Mais aussi de permettre à la population riveraine de l'exploiter à des fins d'irrigation des cultures (maraîchage, vivrières, etc.), de même que la promotion les activités piscicoles. Cependant, depuis sa mise en service en 1987, cet ouvrage a entraîné des bouleversements énormes au sein des écosystèmes lagunaires de même que sur la morphologie des plages.

Sur le plan hydrologique, la mise en service du barrage de Nangbéto en 1987 a entraîné une modification dans le fonctionnement estuarien Mono-Couffo. Les lâchers d'eau du barrage de Nangbéto engendrent de forts courants de chasse responsables de la désalinisation, de la dénudation des berges de l'érosion spectaculaire observée à l'embouchure depuis 1990, entraînant l'engloutissement de plus de 50 % des villages riverains (Docloboé et Hohoué) et le rétrécissement de la route des pêches à ce niveau d'une mince bande de terre. Selon Amoussou (2010), le maximum de débit les lâchers d'eau de ce barrage ont porté le débit moyen à plus de 187 m^3/s, ce qui a sensiblement modifié donc une dulcification des eaux lagunaires liée à un débit minimum annuel de 40 m^3/s. Aussi, les modifications actuelles du régime hydrologique des fleuves Ouémé, Mono, Couffo, des lacs Ahémé, Nokoué, des rivières Sô et Sazué, de la lagune côtière entraînent, en période de hautes eaux la submersion et l'asphyxie des jeunes plantules de palétuvier. A cet effet, la prolifération des espèces invasives liée à la dessalure et à la durée des inondations entraîne l'étouffement du système racinaire des jeunes plantules du fait de leur abondance et réduisant de ce fait la superficie de la mangrove (Bamisso, 2006).

Toutefois, il importe de mentionner que ce barrage a favorisé l'interruption des activités salicoles dans les communes de Grand-Popo et de Kpomassè par exemple et une reprise de la régénération naturelle.

Par ailleurs, l'assiette géologique du Bénin (figure 2.6) fait partie intégrante du grand bassin sédimentaire côtier ayant eu une longue histoire sédimentaire du Jurassique au Quaternaire.

Plusieurs travaux scientifiques (Slansky, 1959 ; Faure et Elouard, 1967 ; Houessou 1974 et 1978 ; Mascle, 1977 ; Akpati, 1978 ; Lang, 1979 ; Lang *et al.*, 1982 cité par Oyédé 1991 ; PNUE 1997 ; Domingo, 2007) expliquent que les formations littorales actuelles, le long de la côte ouest-africaine, sont des héritages issus des oscillations eustatiques durant la période Nouachottienne.

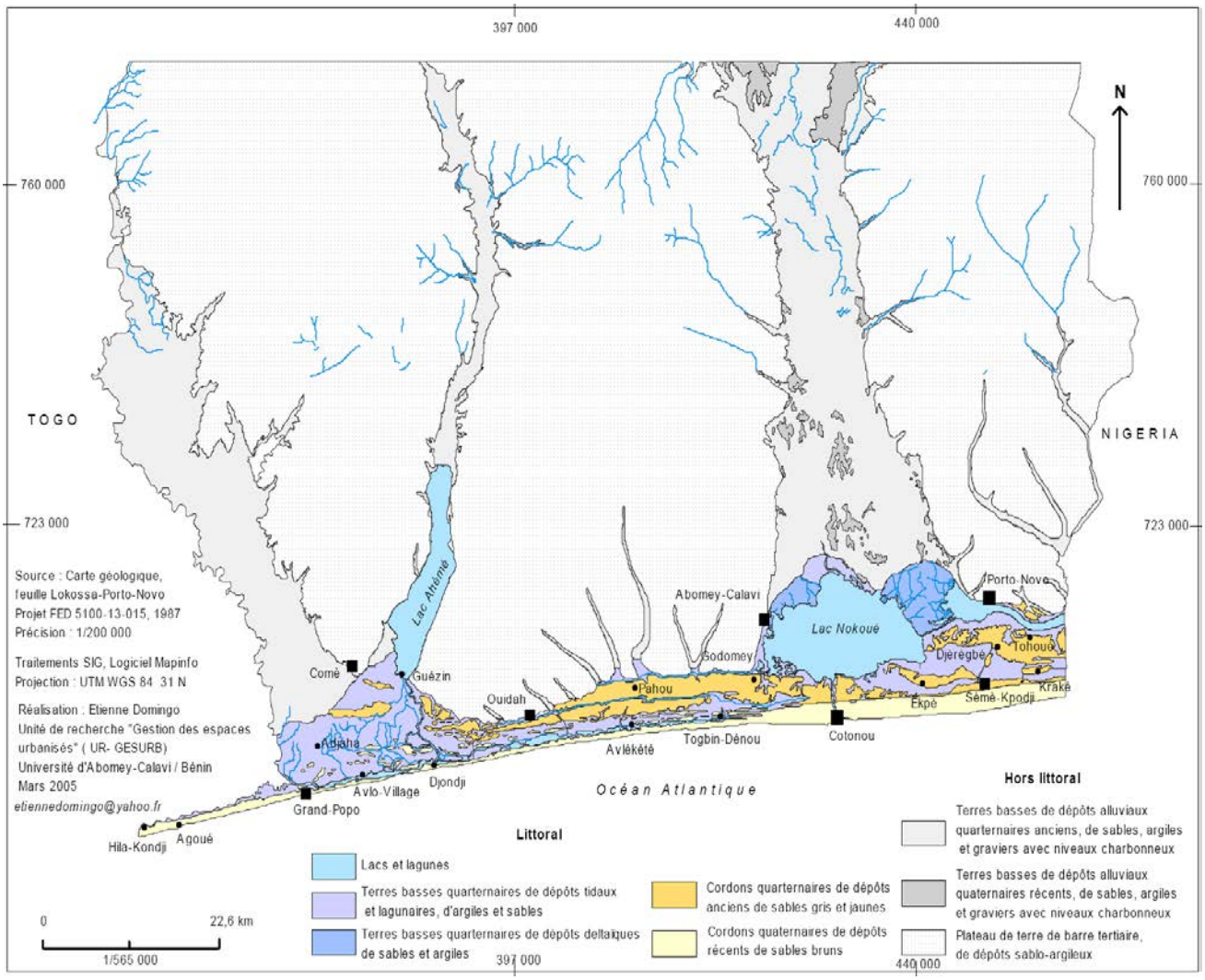


Figure 2.6 : Formations géologiques et milieux naturels du littoral stricto sensu

Source : Domingo (2007)

En effet, Domingo (2007) identifie cinq types de zones humides qui entrent dans la constitution du littoral. Il s'agit de la mer, des cours d'eau, des plans d'eau, des marais et des marécages, et des fonds de vallons-échancrures.

En fait, le golfe du Bénin est établi sur une marge continentale passive de type atlantique. Le qualificatif de marge passive se justifie par l'absence de phénomène orogénique, tectonique.

Le développement de la marge continentale dans le golfe de Guinée (y compris le golfe du Bénin) est essentiellement contrôlé par un réseau de structures parallèles à la limite continentale et dans le prolongement des zones de fractures équatoriales. L'échelle stratigraphique qui caractérise la région littorale du Bénin se présente de la manière suivante selon Slansky (1962) :

- le *Paléocène inférieur* : constitué de sédiments détritiques notamment des calcaires parfois phosphatés à la partie supérieure tandis que la partie inférieure est dominée par l'argile, les sables, les marnes à microfaune rare. Il affleure dans la dépression de la lama et dans la vallée du Couffo ;

- le *Paléocène supérieur* : Il est formé par des faciès plus homogène. Sa partie supérieure est glauconieuse et phosphatée; et s'achève par l'argile-marneuse feuilletée déterminé par la présence de Palygorskite ;

- l'*Eocène inférieur* : épaisse série d'argilites feuilletées et surmontée par la formation phosphatée ou glauconieux souvent présidé de sable également glauconieux ;

- l'*Eocène moyen* : commence par une couche marneuse phospharénitique et suivi d'une formation argilo-marneuse ayant plusieurs lits gypseux ;

- le *Continental Terminal* : débute avec une formation à galets interprétés comme résultant d'une rupture d'équilibre en liaison avec les phénomènes climatiques voire tectonique. Par ailleurs, le terme de *Continental Terminal* a été créé par Kilian (1931) pour désigner les niveaux continentaux tertiaires du Sahara surmontant la série hamadienne du Secondaire. De façon générale, il est surtout sableux et sablo-argileux et recouvre les plateaux du Sud, du Togo, la majeure partie du plateau d'Aplahoué et une infirme partie des plateaux d'Abomey, Zagnanado et Kétou.

- la *Terre de barre* : n'est que l'évolution superficielle du *Continental Terminal* et présente un faciès homogène d'argile et de sable fin. Selon l'hypothèse de Boko (1975), la terre de barre, qui constitue le sol dans le *Continental Terminal*, est la résultat d'un processus d'argilisation commencé au post-gamblien (Makalien et Makurien selon la terminologie du congrès Panafricain du Nairobi de 1947) ; ce qui correspond au Mésolithique et au Néolithique, c'est-à-dire à l'époque subactuelle, et se poursuit jusqu'aujourd'hui.

Au cours de la transgression nouakchottienne, la sédimentation marine comble les basses vallées (Michel, 1973 ; Kalck, 1978). L'apport des fleuves se limite à des sables fins et à des limons résultant des dépôts de couverture des régions de bordure et notamment du plateau du *Continental Terminal* (Diop, 1990).

La formation de cordons littoraux, prenant l'aspect de longues flèches sédimentaires aux embouchures septentrionales, marque la phase post-nouakchottienne. Les dépôts de vase colmatent peu à peu les milieux estuariens, créant ainsi une aire favorable au développement intense de la mangrove (Barusseau *et al.*, 1986).

En résumé l'évolution du réseau hydrographique et le couple accrétion - érosion influencent de manière directe la dynamique de la mangrove au Bénin. Ces deux phénomènes sont, dans une certaine mesure, responsables du rajeunissement de cet écosystème. Mais, l'action érosive des marées combinée à la navigation intense par des embarcations à moteurs déstabilise les berges. De même, l'éloignement de la principale voie d'alimentation en eau provoque la raréfaction des éléments nutritifs nécessaires et par conséquent nuit au développement de la mangrove.

2.7. Composantes pédologiques de la mangrove au Bénin

La nature, la structure des sols ainsi que leur salinité déterminent la distribution zonale des écosystèmes de mangrove au Bénin. Les sols de mangrove sont des vasières qui résultent des dépôts argileux ceinturant les masses d'eau dans la zone intertidale (Sadio, 1991).

Le long de la région côtière, de grandes variations existent dans les sols sous palétuviers. Ces palétuviers poussent sur des sols habituellement constitués d'une vase fine noire, argileuse et quelquefois sableuse. Ils sont inondés en permanence par la marée à travers les échanges mer /continent. Ils sont localisés dans le domaine intertidal et marqués selon des amplitudes et rythmes très variables des phases d'émersion et d'immersion.

Au cours de la phase d'émersion et malgré un rôle important d'écran joué par la végétation arborée, les sédiments de surface emmagasinent une quantité importante d'énergie (lumière et température) qui stimule leur productivité (Pinckney et Zingmark, 1991). En phase d'immersion cette production de régénération est activement exploitée par des organismes brouteurs (malacofaune : *Tympanotonus fuscatus* et *Pachymelania sp*) mais aussi par des organismes filtreurs benthiques *(Anadara senilis)* ou épigés *(Crassostrea gasar)* après remise

en suspension des dépôts (Zabi et Le Boeuff, 1993). Ainsi, dans la mangrove se trouvent réunis tous les éléments nécessaires à la formation de la pyrite : les sulfates qui sont fournis par l'eau de mer, le fer issu du continent par les fleuves et rivières et les bactéries sulfato-réductrices provenant de la décomposition des feuilles et racines de palétuviers Marius (1989). Il en résulte que les sulfates se réduisent en sulfures et se combinent au fer pour donner la pyrite. Le pli de ces sols est alors proche de la neutralité.

De façon générale, la mangrove se développe sur des sols hydromorphes salés, résultant de l'accumulation d'alluvions, et soumis à l'influence des marées (Nicole *et al.*, 1987). Leurs caractéristiques physico-chimiques indiquent selon l'Atlas du Bénin (2010), une teneur en argile de l'ordre de 12,3 %, en limons de 25,1 % et en sable de 63,1 %. De texture limono-sableux, ils sont moyennement acides (pH compris entre 6 à 5,6) avec une proportion variable de matière organique de 3 % entre 0-20 cm à 0,3 % entre 20-50 cm. Ces sols ont un bon taux d'azote (0,1 %) à un pH égal à 6 entre 0-20 cm et faible (0,01 %) à un pH équivalent à 5,8 entre 20-50 cm. Par ailleurs, dans le premier horizon s'observe un bon équilibre cationique entre Ca et Mg (Ca/Mg = 2,4 -7,5) et entre Mg et K (Mg/K = 0,8 à 2,8) ; par contre dans les horizons intermédiaires, il y a une insuffisance de Mg (Mg/K = 2). Quand au phosphore, leur teneur est élevée dans les 20 premiers cm (23 ppm) et faible (5 ppm) dans les 20 à 50 cm.

Le rôle de la mangrove dans la dynamique des sols s'exprime au niveau du système racinaire. Bertrand (1991) dans ses travaux sur les sols de l'Afrique de l'Ouest a montré qu'il existe une spécificité de sol au sein des écosystèmes de mangrove. Ainsi les sols, au niveau des formations de *Rhizophora* dont les racines sont enchevêtrées, denses et profondes, favorisent le développement des bactéries sulfato-réductrices et la production d'une tourbe fibreuse riche en pyrites. En outre, dans les sols de *Avicennia*, les racines superficielles de ces palétuviers limitent l'accumulation des sulfures de fer et, partant, le potentiel d'acidité.

Les interactions entre l'ensemble des éléments du milieu physique contribuent à la mise en place de la mangrove, et des populations humaines dont l'intérêt réside dans l'exploitation de ses ressources.

2.8. Répartition phytogéographique de la mangrove en Afrique et au Bénin

En Afrique la mangrove couvre plus de 3,2 millions d'hectares et représente environ 19 % du total mondial. Sa superficie, inégalement répartie est estimée à 31 908 km² (PNUE, 2006) comme l'illustre la figure 2.7.

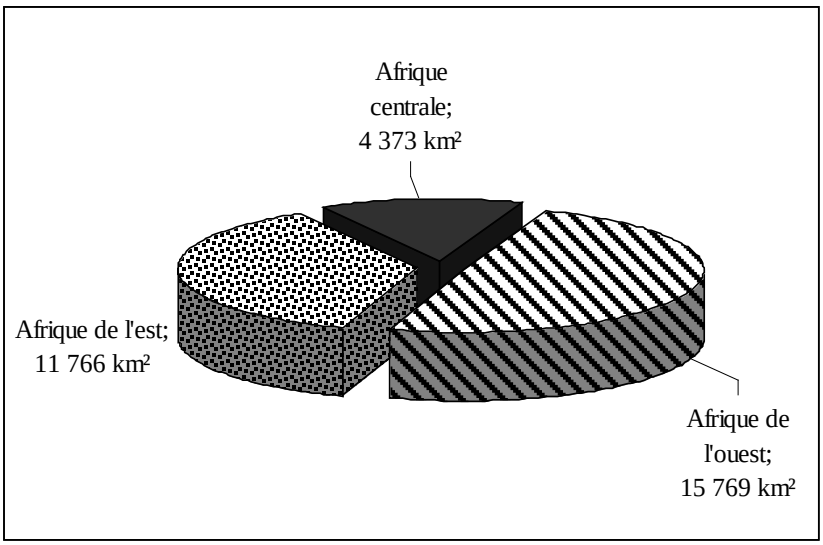


Figure 2.7 : Répartition de la superficie de la mangrove en Afrique

Source : PNUE (2003 et 2006)

La plus grande partie de cette mangrove se trouve en Afrique de l'Ouest (49 %). La grande superficie de la mangrove de l'Afrique occidentale peut être expliquée par les conditions physiques favorables à leur développement ; en d'autre terme les conditions ayant permis leur adaptation à ce milieu. Il s'agit, entre autres, de la géologie, la géomorphologie et du relief auxquels est liée l'existence des deltas, estuaires, lagunes, chenaux, etc.

Il y a également les sols notamment sursalés, limoneux, halomorphes, les tannes sableux salés, les vasières argileuses, l'hydrographie et le balancement périodique des marées puis le climat.

Outre ces conditions naturelles, il faut signaler aussi les stratégies (endogènes ou modernes) de protection et de conservation de la mangrove dans certains pays comme le Bénin, où la perception socio-anthropologique est le fondement de toutes les actions.

Au Bénin, les palétuviers colonisent les estuaires, chenaux et les systèmes lagunaires. Il existe ainsi la mangrove côtière et celle estuarienne située à l'embouchure (fleuve Mono) et dans les deltas (fleuve Ouémé).

Six espèces de palétuviers représentent la mangrove au Bénin. Il s'agit de *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harisonii*, *Avicennia germinans*, *Avicennia africana*, *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus* sur les soixante espèces recensées à l'échelle du globe (Egnankou, 1985). Mais seules deux espèces sont les plus représentatives : *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans*. L'espèce *Rhizophora racemosa* est présente dans tous les

secteurs littoraux du Bénin, qu'elle soit restaurée ou par pousse naturelle et occupe les rives de certaines masses d'eau et les plaines vaseuses basses. L'espèce *Avicennia germinans* pousse le plus généralement dans les milieux plus proches de la terre ferme en particulier dans les secteurs occidental et central.

2.9. Zonation et écologie de la mangrove au Bénin

La répartition des formations de mangrove au Bénin est conditionnée par la nature du substrat, la fréquence des inondations, et surtout la salinité des eaux de submersion. Ces écosystèmes particuliers se développent dans ces milieux parce qu'ils ont subit plusieurs mécanismes qui leur permettent de se développer sous ces régimes fortement variables de salinité (Clough, 1984 ; Saenger, 2002). Selon Baglo (2011), leur surface terrière est élevée (10,68 m^2/ha) avec une densité comprise entre 0 et 497 tiges par hectare et l'indice de diversité de Shannon varie de 0 à 0,65 bits. Ainsi, dans la zone d'étude s'observe en premier lieu, l'espèce dominante *Rhizophora racemosa*, suivi des autres espèces telles : *Rhizophora harisonnii*, *Avcennia germinans*, *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*.

Rhizophora racemosa, ou palétuvier rouge de la famille des *Rhizophoracées*, est l'espèce pionnière ou structurante de la mangrove. Elle est caractérisée par une multitude de racines aériennes « échasses » en forme d'arches communément appelées rhizophores et issues du tronc ou des branches qui s'ancrent dans la vase et assurent sa stabilité (photo 2.4).


a


b

Photo 2.4. Propagules de *Rhizophora racemosa* à Dohi (a) et racines échasses évoluant vers les tannes nus à Houakpè Daho (b)

Prises de vue : Bamisso R., mai 2012

Ce palétuvier vit dans les secteurs les plus inondés et pousse au-dessus du niveau d'eau. D'une hauteur variant de 1 à 16 m, il constitue une transition entre les palétuviers blancs, gris et noirs à feuilles épaisses et opposées, avec de petites fleurs et pétales de couleur jaunâtre. Il se

développe sur les bords des masses d'eau littorales, spécifiquement dans les milieux à eaux saumâtres et à vase plus ou moins importante et représente jusqu'à 80 % de l'ensemble des palétuviers. La floraison dure toute l'année avec une germination qui se réalise directement sur la plante-mère. L'embryon, brise le péricarpe et permet la sortie de la radicule. D'une vingtaine voire trentaine de centimètres, la propagule se détache de l'arbre et s'enfonce dans la vase meuble en marée basse ou en période de retrait des eaux. Selon plus de 95% de la population enquêtée, en période de hautes eaux, la propagule sous l'effet des mouvements d'eau et des courants d'air peut durer de un trimestre à un an, jusqu'à ce qu'elle trouve une berge ou une vase adéquate à son implantation.

Avicennia germinans ou palétuvier blanc, de la famille des *Verbénacées*, est l'espèce secondaire de la mangrove (photo 2.5). Le fruit de cette espèce est ovale et aplati de couleur généralement verte qui contient une seule graine.


a


b

Photo 2.5 : Graines de *Avicennia germinans* à Djègbadji (a) et pneumatophores à Gbècon Kpogandji (b)

Prises de vue : Bamisso R., mai 2012

Ce palétuvier se développe sur les aires marécageuses notamment dans les secteurs de tannes en arrière des palétuviers rouges, qui lui confèrent une représentation plus étendue. Elle est caractérisée par de nombreuses racines aériennes superficielles et horizontales (pneumatophores), très riche en nectar et qualifiées de mellifère, observables surtout en étiage ou lors des retraits des eaux.

Les pneumatophores sont des excroissances racinaires, spongieuses, faiblement enterrées, qui sortent de la vase grâce à un géotropisme négatif et assurent les échanges gazeux par de nombreuses lenticelles communiquant avec un aérenchyme sous-jacent (Cadamuro, 2004). Ces racines traçantes jouent également un rôle important dans l'implantation des individus sur

un substrat instable. Par ailleurs, la coupe transversale d'un pneumatophore montre deux zones à savoir l'écorce et le cylindre central indiqué par la figure 2.8. L'écorce est constituée du rhizoderme qui comporte des poils absorbants de la racine, ensuite d'une couche de cellules tubérisées et enfin du parenchyme cortical qui assure le transfert des éléments absorbés jusqu'au centre de la racine pour leur circulation à travers tout le palétuvier. La dernière couche de cellule de ce parenchyme épaissie est l'endoderme qui forme une sorte de barrière permettant le contrôle des molécules passant dans la racine. Quand au cylindre central, il est constitué des tissus de transport de la sève, de la racine vers le reste du palétuvier.



Figure 2.8 : Coupe transversale d'un pneumatophore montrant les tissus respiratoires spongieux

Source : IPIECA, 1993

Enfin, au centre de la racine s'observe, la moëlle, composée de parenchyme médullaire.

Ce palétuvier, de taille comprise entre 1 à 20 m, a des feuilles longues de 3 à 10 cm et larges de 5 cm. Ces feuilles, lancéolées, rigides et opposées, a de petites fleurs blanches contenant 5 sépales, corolle tubulaire à 4 lobes rectangulaires. Sa floraison dure de décembre à juillet. Les palétuviers régulent la salinité de leur milieu interne par excrétion directe du sel via leurs feuilles ou par dilution de leur sève. Les feuilles de *Avicennia* supportent des salinités plus élevées (jusqu'à 90 g/l) que les palétuviers rouges. Cela constitue une des causes explicatives de sa position de retrait sur les terres au regard de la zonation des formations de mangrove au Bénin.

Selon 65 % des enquêtés, son implantation se fait généralement en période de retrait des eaux dans les milieux marécageux qu'en période de hautes eaux, au cours de laquelle la durée de vie des graines est très limitée par rapport à celle des propagules.

Laguncularia racemosa ou palétuvier gris, de la famille des *Combrétacées* est pourvu des pneumatophores bulbés qui, apparaissent parfois à partir des racines traçantes ou rayonnantes. Arbre d'une dizaine de mètre au feuillage vert lumineux, à feuilles succulentes arrondies (photo 2.6), ses fleurs, en épis blancs donnent de fruits côtelés ailés qui flottent sur l'eau.



Photo 2.6. *Laguncularia racemosa*

Source : Société botanique de France, 2008

Ce palétuvier excrète également du sel et à partir de ses feuilles qui sont simples, étendues, échancrées à l'extrémité, épaisses et opposées longue de 10 cm sur 4-5cm de large. Sa floraison dure de décembre à juillet et commence lorsque les plantes sont âgées d'environ 2 ans, et elle se poursuit toute l'année ; la pollinisation se fait par les insectes. La fructification est abondante, et produit généralement un tapis de semis, mais la plupart meurent au cours de la première année.

C'est une espèce très restreinte dans la zone d'étude du fait que son développement exige plus de lumière. Elle a été observée dans la commune de Ouidah à Anagoun et Gbéto Kouvènafidé et dans la Commune de Grand-Popo précisément à Kouéta et vers Djondji. *Laguncularia racemosa* est difficilement repérable lorsqu'elle est en association avec les palétuviers rouges. Ses fleurs sont réputées avoir une bonne valeur mellifère et son bois est lourd, dur, résistant, et à fil serré. Il est, à cet effet, utilisé principalement comme bois de chauffe, rarement pour la construction.

Conocarpus erectus ou palétuvier gris (photo 2.7), famille des *Combrétacées* est une végétation de bordure de la mangrove, poussant sur sol sableux plus ou moins inondés. Ses feuilles sont alternes avec des tiges et troncs gris. Elle a des fleurs petites en glomérules denses. Sa floraison dure d'avril à juillet et donne des fruits qui, une fois desséchés, font

penser à de petits cônes. Cette espèce est identifiée à la ‘’Bouche du Roy’’ (embouchure du fleuve Mono).



Photo 2.7. *Conocarpus erectus*

Source : *Société botanique de France, 2008*

A ces espèces de palétuviers s'associent : les herbacées comme *Paspalum vaginatum, Sesuvium portulacastrum, Philoxerus vermicularis, Cyperus articulatus, Typha australis, Nymphaea lotus, Hydrolea glabra, Pistia stratiotes, Ludwigia decurren,* etc. et les ligneuses *Machaerium lunatus, Raphia hookeri, Dalbergia ecastaphyllum,* etc. (photos 2.8 à 2.9).



a



b

Photo 2.8. Fourré de *Acrostichum aureum* (a) et de *Typha australis* en association avec *Eichornia crassipes* (b) à Ouenta dans la Commune de Porto-Novo (b)

Prises de vue : Bamisso R. Septembre 2011

Certaines espèces apparaissent saisonnièrement, notamment lors de la dessalure des masses d'eau (en période de crue) sur les berges desquelles se développe la mangrove. Il s'agit de : *Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes, Nymphaea lotus, Hydrolea glabra, Ludwigia decurrens,* etc.

Outre ces espèces, s'observent, généralement en arrière plan de la mangrove dans les secteurs central et occidental, des formations de plantations de *Coco nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camadulensis*, ou des graminées comme *Imperata cylindrica*, etc.



a

Photo 2.9. Prairie à *Paspalum vaginatum* en arrière plan de *Rhizophora racemosa* à Avlékété (a) et *Dalbergia ecastaphyllum* sur les berges de la lagune côtière à Vodountô (b)

Prises de vue : Bamisso R., mai 2012 et septembre 2012



Photo 2.10. Espèces végétales ligneuses *Raphia hookerii* dans une aire de mangrove à Kogbodji

Prises de vue : Bamisso R., Septembre 2011

En synthèse, *Acrostichum aureum* ou grande fougère géante dorée de la famille des Polypodiacées est une espèce envahissante après la destruction du couvert de palétuviers. Elle se révèle parfois un handicap pour la régénération de la mangrove, comme l'a témoigné les populations enquêtées. *Typha australis* de la famille des Typhacées se développe souvent dans les milieux constamment humides et à eaux saumâtres dont la salinité ne dépasse pas 2 ‰ et où la mangrove peut être aussi identifiée. Sa colonisation du milieu se fait de façon accélérée au détriment des autres espèces et accroît ainsi la menace sur la biodiversité.

De plus, *Sesuvium portuculastrum*, de la famille des Aizoacées et parfois appelé pourpier de mer, pousse généralement dans les zones côtières. Sa tolérance au sel en fait une des herbacées les mieux adaptées aux sols très salés des aires de mangrove. Elle est parfois associée à *Philoxerus vermicularis* de la famille des Amaranthaceae identifiée généralement sur les tannes herbeux. Quant à *Paspalum vaginatum*, de la famille des Poaceae, elle est en réalité une adventice agressive qui pousse dans les plaines d'inondations, lagunes, les deltas et les marais à mangrove. Elle occupe de grandes superficies et est aujourd'hui en compétition avec les palétuviers dans la zone d'étude.

Par ailleurs, les ligneuses se trouvent associées ou entremêlées avec les palétuviers. Ainsi, *Dalbergia ecastaphyllum*, de la famille des Fabaceae, forme des fourrés denses de 2 à 7 mètres de haut en association avec la mangrove sur les berges de la lagune côtière (Togbin Dénou, Vodountô, Aholoboé) et même celles du chenal Ahô. Elle constitue de ce fait aussi un habitat aux espèces halieutiques tout comme *Machaerium lunatus* qui est identifiée sur les sols en dessalement ou au niveau des marais à mangrove au Bénin.

En somme, *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* constituent donc les formations primaires de mangrove de la zone d'étude. Cependant, le non recouvrement et le non développement des autres espèces de palétuvier (*Conocarpus et Laguncularia*) peuvent être expliqués par la morphologie des berges.

Mais, la régression des formations de mangrove au Bénin est liée à la forte pression humaine (urbanisation, exploitation abusive, pollution chimique) sur les ressources biologiques. De plus, l'envahissement d'espèces invasives (*Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, etc.) lié aux effets de la variabilité climatique (Bamisso, 2009), à l'inexistence d'un code sur la mangrove dans tous les pays africains ainsi qu'à la non application d'une législation adéquate à leur gestion constituent des facteurs de la dégradation de cet écosystème.

2.10. Populations et activités socioéconomiques en rapport avec la mangrove

Le Bénin est caractérisé par une forte croissance démographique et une diversité sociolinguistique et socioculturelle. Le secteur occidental est composé par les Xwla, les Xuéla, les Gen, les Watchi et les Aïzo tandis que dans le secteur central se trouve un mélange de Fon, de Xwla, de Xuéla. Le secteur oriental est le domaine des Tofin, les Wémè et aussi les Xula. Leur installation sur les rives des masses d'eau depuis le XVII^{è} siècle est non seulement

liée aux différentes guerres qu'a connues le royaume d'Abomey mais certainement aussi aux potentiels en ressources naturelles qu'offrent les formations de mangrove.

La population de la zone côtière développe des activités en rapport avec la mangrove notamment dans les secteurs central, occidental. La majeure partie de la population vit d'une économie essentiellement basée sur la pêche, la préparation du sel ignigène, le prélèvement des produits de la mangrove (bois, huîtres parfois). A cela s'ajoutent l'agroforesterie, l'élevage de case et aussi le tourisme sans oublier la pharmacopée.

La cueillette des produits de la mangrove (bois, huîtres, etc.), la transformation des produits halieutiques, la chasse aux crabes de terre, la pêche aux crabes (*Callinecte atimanus*) et le maraîchage sont des activités menées notamment par les femmes. Les hommes s'occupent plus de la pêche, de l'élevage et de l'agriculture. L'économie est de subsistance, de type agraire avec des systèmes d'exploitation et de mise en valeur basés sur des techniques souvent élaborées mais reposant sur la force humaine (Nouidemona, 2004).

Les activités socioéconomiques des communes à forte densité de population ont des conséquences plus lourdes sur les formations de mangrove (coupes incontrôlées, berges dénudées, etc.). Le degré de dépendance élevé de la population riveraine aux ressources biologiques de la mangrove témoigne de l'importance du rôle essentiel que joue cet écosystème dans le développement socioéconomique.

Conclusion partielle

Le fonctionnement écologique de la mangrove dans le Bénin dépend des facteurs tant climatiques et sédimentologiques (pluie, température, évapotranspiration, humidité, vent, salinité, pH, etc.) que géologiques et géomorphologiques (substrat, topographie, etc.) et des facteurs hydrologiques (lagune côtière, de Porto-Novo et de Grand-Popo, lacs Nokoué et Ahémé, chenal Ahô, océan Atlantique, etc.). Ce système hydrographique permet les échanges entre les eaux continentales et marines, créant ainsi les conditions nécessaires au développement, à la répartition et au fonctionnement de la mangrove au Bénin.

La présence de la mangrove et des nombreuses ressources biologiques dont elle regorge est l'un des facteurs explicatifs de la pression humaine sur cet écosystème au Bénin.

DEUXIEME PARTIE

DYNAMIQUE DE LA POPULATION, DES AIRES DE MANGROVE ET LEURS POTENTIALITES ECOLOGIQUES ET SOCIOECONOMIQUES

Chapitre III

DYNAMIQUE DE LA POPULATION ET DES AIRES DE MANGROVE AU BENIN

La forte concentration de la population de la zone d'étude, ces deux dernières décennies s'explique par la dynamique des activités socioéconomiques notamment rurale (saliculture, pêche, tourisme, agriculture, ostréiculture, etc.). L'un des écosystèmes autour desquels se déroulent ces activités est la mangrove dont l'état et le fonctionnement connaissent aussi des modifications dans le temps et dans l'espace et à des rythmes variés.

3.1. Dynamique de la population dans la région côtière du Bénin

Cette dynamique prend en compte les différentes modes d'occupation du littoral béninois, les migrations et l'évolution de la population depuis leur installation jusqu'à nos jours. L'occupation du sud-Bénin date de vers le VIII^{è} et le IX^{è} siècle. Selon l'histoire, les ancêtres de la population actuelle appartiendraient aux courants migratoires Aja de Tado à l'ouest et Yoruba d'Ilé Ifè à l'est (Nigeria actuel).

Entre le XVIIIe et le XIXe siècle les rives de certaines masses d'eau de la zone d'étude telles : lac Ahémé, lagune de Grand-Popo, Chenal Ahô, lagune côtière, le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo ont servi de zones de refuge pour des populations de paysans chassées des plateaux où s'étaient constitués des royaumes guerriers, notamment celui d'Abomey. Au cours du temps, les fugitifs ont fini par s'adapter à ces milieux lagunaires et lacustres et se sont reconvertis en pêcheurs et en producteurs de sel ignigène compte tenue de la disponibilité des ressources biologiques comme la mangrove. A cela s'ajoutent, le maraîchage, les plantations de bananeraies, de canne à sucre, etc.

Les Groupes socioculturels identifiés dans le secteur occidental sont les Xwla, les Xwéla, les Gen, les Watchi et les Aïzo. Dans les secteurs central et oriental se trouve un mélange de Fon, de Xwéla, de Xwla auxquels s'ajoutent les Aïzo, les Tofin, les Wémè et des Aja. Cependant, Posnansky, cité par Gayibor (1986), explique que l'espace littoral béninois aurait été occupé depuis 500 000 ans, mais « il n'aurait commencé à marquer la nature de son empreinte qu'aux X^{è} et XI^{è} siècles ». En effet, de par leurs activités, la population riveraine a commencé par exercer une pression de plus en plus grandissante sur les ressources de l'environnement littoral et celle-ci liée à la poussée démographique.

Par ailleurs, cette dernière progressant de décennie en décennie a entraîné aujourd'hui l'amenuisement progressif de la mangrove et de ses ressources vivantes. La population de la région côtière du Bénin est passée de 533 697 habitants en 1992 selon le RGPH 2 à 808 342 habitants en 2002 selon le RGPH 3 et à 1369318 habitants en 2013 selon le RGPH 4. La figure 3.1 montre l'évolution décennale de cette population de la zone côtière par commune des RGPH 1, 2 et 3 des années 1992, 2002 et 2013. Cette population fait 32 à 44 % par rapport à la population totale du Bénin (figure 3.2).

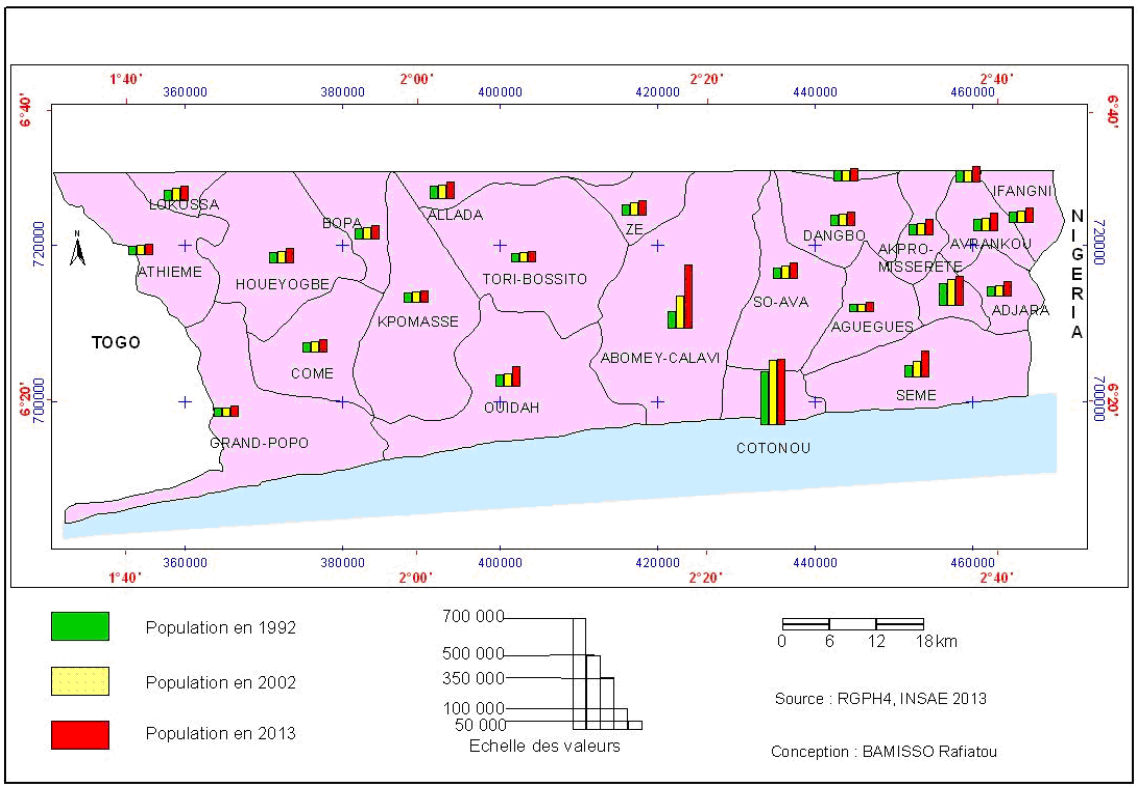


Figure 3.1 : Evolution de la population de la zone d'étude de 1992 à 2013

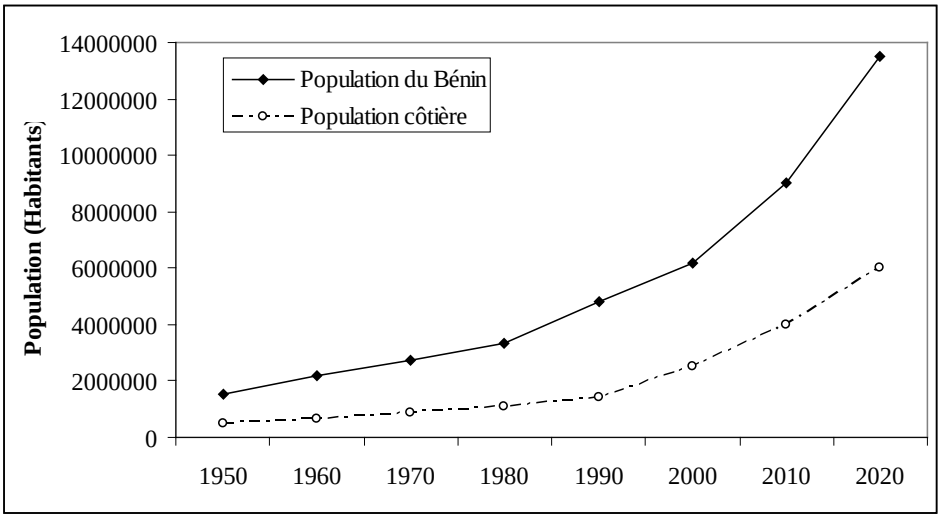


Figure 3.2 : Evolution et estimation de la population du Bénin et de la zone côtière de 1950 à 2020

De l'interprétation des figures 3.1 et 3.2, il ressort une inégale répartition de la population dans le temps et dans l'espace. Sur la période 1992-2002, la commune d'Abomey-Calavi possède le taux d'accroissement le plus élevé (6,96 à 9,30 %) dans la zone d'étude (d'autant puisqu'elle est devenue une ville-dortoir à cause de la saturation de la ville de Cotonou) suivie de celle de Ouidah (1,74 à 6,85 %). Ainsi, toutes les communes investiguées voient leur poids démographique augmenter à l'exception de Cotonou comme l'illustre la figure 3.3.

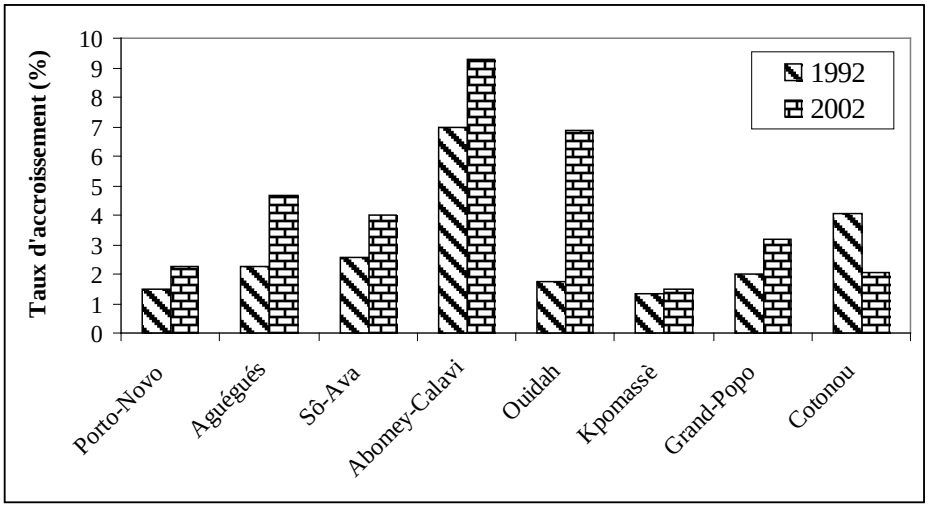


Figure 3.3 : Taux d'accroissement intercensitaire des communes du Bénin

Source : Traitement des données du RGPH 4

Les secteurs dans lesquels les taux d'accroissement sont les plus élevés dans la zone sont ceux central (les populations des arrondissements d'Abomey-Calavi et Ouidah) et oriental (Aguégués et Sô-Ava). Cela pourrait s'expliquer par les conditions favorables qu'offrent les écosystèmes de ces secteurs à l'installation humaine et au développement des activités socioéconomiques. Par conséquent, les communes telles Abomey-Calavi, Ouidah, Sô-Ava, Grand-Popo, Kpomassè, Porto-Novo forment des noyaux de la grande conurbation littorale avec pour corollaire une forte pression sur les ressources biologiques, notamment celles de la mangrove.

Par ailleurs, la forte densité de la population dans la zone d'étude estimée à 629 habitants par km^2 (RGPH 4) pose le problème important de disponibilité des terres pour l'exercice des diverses activités socioéconomiques. C'est ce qui a entraîné, une pression sur les terres occupées par la mangrove. Cela induit par exemple, l'appauvrissement accentué des masses d'eau en espèces halieutiques, étant donné que l'habitat principal (la mangrove) est en dégradation, de même que les difficultés d'approvisionnement en bois de palétuvier. Une des

incidences majeures, pour les localités abritant cet écosystème, consiste en des problèmes sociodémographiques internes liés au déséquilibre écologique du milieu.

3.2. Evolution du paysage des aires de mangrove au Bénin

L'analyse de l'évolution des surfaces occupées par la mangrove au Bénin (figure 3.4) montre que cet écosystème est marqué par une période de dégradation importante entre 1980 et 2000 et une période de faible progression entre 2000 et 2010.

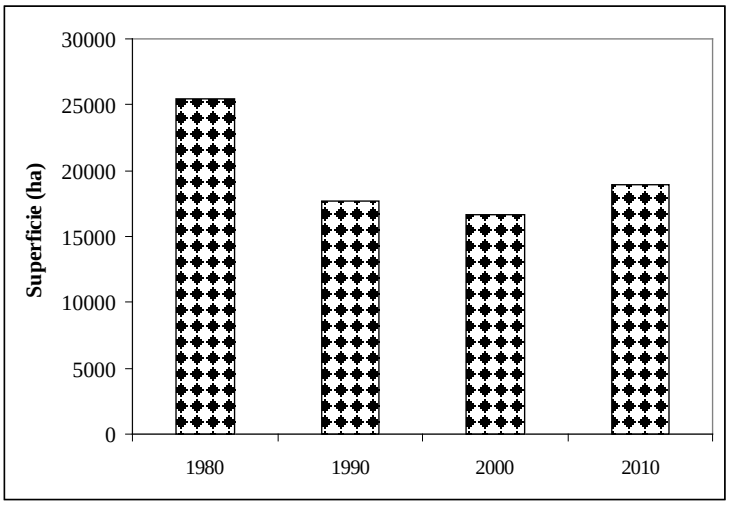


Figure 3.4 : Evolution de la superficie de la mangrove entre 1980 et 2010 au Bénin

Plusieurs auteurs tels que : Paradis et Adjanohoun (1974), Pliya (1979), Baglo (1989), Akoègninou (1984), Chodaton (1991) et (2005), Oyédé (1991), Toffi (1985), (1991) et (2008), Akoègninou *et al*., (1997), Tossou (2002), Baglo (2006), Bamisso (2006) et (2009), etc. ont mis en évidence l'état régressif de la mangrove dans le littoral du Bénin. Cela est lié essentiellement à l'activité salicole, qui nécessite l'abattage de 512 pieds de *Rhizophora* et d'*Avicennia* à l'hectare (Toffi *et al.*, 1985) cité par Bamisso (2006) entraîne une dégradation du couvert végétal en particulier les formations de mangrove de la zone côtière.

Cependant, la dynamique de cette mangrove non seulement est liée aux facteurs anthropiques (exploitation non contrôlée des ressources biologiques) mais aussi à ceux naturels (climatiques, morphologiques hydrosédimentaires, etc.). Ainsi, d'une superficie de 25 494 ha en 1980, la mangrove n'occupe aujourd'hui (2010) qu'une aire de 18 956 ha ; soit une perte des superficies de mangrove estimée à 6538 ha en 30 ans. Entre 1980 et 1990, la régression de la superficie de mangrove est estimée à environ 3,67 % alors que de 2000 à 2010, elle a connu une faible extension de près de 1,27 %. Cette faible augmentation serait liée aux activités de

reboisement entrepris dans le cadre des projets ponctuels gérés par les institutions telles PADPPA, ABE. Il y a également les différentes actions de conservation (régénération naturelle, régénération par reboisement et par protection), les stratégies endogènes, de même que les différentes actions de sensibilisation à l'endroit de la population riveraine.

Mais de façon générale, en 30 ans (1980-2010), la tendance évolutive de la superficie des formations de mangrove au Bénin est en régression avec un taux de 0,98 %. Les pratiques qui concourent à cette diminution des aires de mangrove sont entre autres les coupes de bois de chauffe pour la préparation du sel ignigène, de bois d'œuvre, etc. Mais, cette dégradation est inégalement répartie selon les différents secteurs de la zone d'étude comme l'indique le tableau III.1.

Tableau III.1 : Statistiques de la dynamique de la mangrove par secteur (1980 à 2010) dans le Bénin

Secteurs	**Superficie 1980 (ha)**	**Superficie 1990 (ha)**	**Superficie 2000 (ha)**	**Superficie 2010 (ha)**	**Ecart (1990-1980) / an**		**Ecart (2000-1990) /an**		**Ecart (2010-2000) /an**	
					ha	**%**	**ha**	**%**	**ha**	**%**
Secteur oriental	4576	3389	2829	1698	-118,7	-2,59	-56	-1,65	-1131	-3,99
Secteur central	6491	5879	5961	7673	-61,2	-0,94	8,2	0,14	1712	2,8
Secteur occidental	14427	8292	7898	9585	-613,5	-4,25	-39,4	-0,47	1687	2,13
Total	25494	17560	16688	18956	-793,4	-3,11	-87,2	-0,49	2268	1,35

(-) = Regression

Source : Cenatel, 2012

De l'analyse de ce tableau III.1, il ressort que dans les secteurs oriental et occidental, les formations de mangrove ont connu en général une régression de leur superficie de 1980 à 2010. Cependant, le secteur occidental a connu une légère progression de la superficie de mangrove de 1687 ha de 2000 à 2010 soit 2,13 %. Ceci témoigne de l'effort de reboisement des différentes structures dans le secteur et aussi de la volonté de la population riveraine à respecter les principes endogènes de gestion menés par les dignitaires des cultes dans la localité. Quant au secteur central, les superficies de mangrove ont régressé de 61,2 ha entre 1980 à 1990 soit 0,94 % suivie d'une légère reprise respectivement de 8,2 ha et de 1712 ha entre 1990 à 2000 et de 2000 à 2010 soit 0,14 % et 2,8 %. Cette augmentation de cet

écosystème à la fin des années 2000 témoignent probablement de l'efficacité des actions de protection des mangroves développées par l'Agence Béninoise pour l'Environnement et le projet '' Grandes aires marines protégées''.

Par ailleurs, la dynamique de la mangrove de la zone côtière peut aussi s'apprécier à travers la variation spatiale de son architecture végétale vue par rapport à ses divers stades de peuplements : des propagules, jeunes plantules, jeunes pousses de moins de 1 m et plus, à des plants adultes dont les racines évoluent vers les terres, des souches d'arbres et des espèces vieillissantes et séniles, etc. (photo 3.1).



a b

Photo 3.1. Jeunes plantules de *Avicennia germinans* à Djègbadji (a) et de *Rhizophora racemosa* (b) à Dégouè

Prises de vue : Bamisso R., Décembre 2012 et Mai 2013

La structure architecturale de la mangrove de la zone d'étude illustrée par la photo 3.1a montre des jeunes plants d'*Avicennia* qui ne sont que des régénérations naturelles dont la taille varie entre 1 à 1,50 m voire 2 m par endroit. Ainsi à Djègbadji, on dénombre plus d'une dizaine de jeunes plants sur une superficie d'environ $1m^2$. Par contre, dans la lagune côtière photo 3.1b les reboisements sont linéaires, laissant compter près d'une douzaine de jeunes plants de *Rhizophora* sur un mètre de long.

Ainsi, les berges de la lagune côtière et celles des chenaux (Togbin jusqu'à la hauteur de Gbècon Kpogandji) sont colonisées par une bande de *Rhizophora racemosa* de largeur variable plus ou moins discontinue de hauteur moyenne comprise entre 8 et 12 m sur des sols vaseux. Cette espèce est constituée de plusieurs architectures structurales dont : les propagules et nombreuses plantules qui sont en pleine croissance, les espèces de moins d'un mètre, les espèces ayant une taille comprise entre 2 à 4 m voire 5 m et celles ayant une hauteur comprise

entre 8 et 12 m voire 14 m. *Avicennia germinans* a une zonation peu figée et est liée à la topographie du milieu. Elle constitue parfois un peuplement mono-spécifique dans les localités telles Zoungbédji, Gbècon Kpogandji et sur l'île de Mitogbodji (dans le lac Ahémé), ou même parfois mélangé aux palétuviers rouges. Sa hauteur variable peut atteindre 7 à 14 m. Elle est constituée de jeunes plantules (0 à 1 m), d'espèces de 2 m à 12 m. *Laguncularia racemosa*, très rare est tantôt mélangée aux Rhizophora. Elle est difficilement identifiable (quelques pieds) et à une hauteur comprise entre 4 et 9 m. Quant à *Conocarpus erectus*, elle occupe l'arrière mangrove.

Par ailleurs, le paysage de la mangrove est très souvent composite (photo 3.1). Il est formé de la formation végétale (mangrove) principale associée aux herbacées, aux ligneux, ou côtoyant des aménagements humains (périmètres de saliculture, de maraîchage, aires de pâturage, champs, habitations, etc.).


a


b

Photo 3.2. Paysage composite de la mangrove associé à l'habitation à Kpovidji (a) et à une cocoteraie/ aire de pâturage à Djègbadji (b)
Prises de vue : Bamisso R., Septembre 2011

Ces unités paysagères contribuent aussi à la dynamique des formations de mangrove de par la modification de leurs aires dans la zone d'étude.

3.2.1. Analyse diachronique (1980-2010) des unités paysagiques au Sud- Bénin

3.2.1.1. Occupation des sols et état de la mangrove de 1980 à 1990

L'état de l'occupation du sol en 1980 et 1990 (extrait des Images Landsat TM de février 1980 et mars 1990) et la distribution spatiale de la mangrove dans le Bénin sont représentés par les figures 3.5.et 3.6. Ainsi s'observe une dominance des superficies occupées par les mosaïques de cultures et de jachères (32,3 % en 1980 et 43,8 % en 1990) surtout dans les secteurs central

et occidental. Sur l'ensemble de la zone d'étude la mangrove inégalement répartie a occupé une superficie de 6,8 % et de 4,7 % respectivement en 1980 et 1990 (figure 3.6).

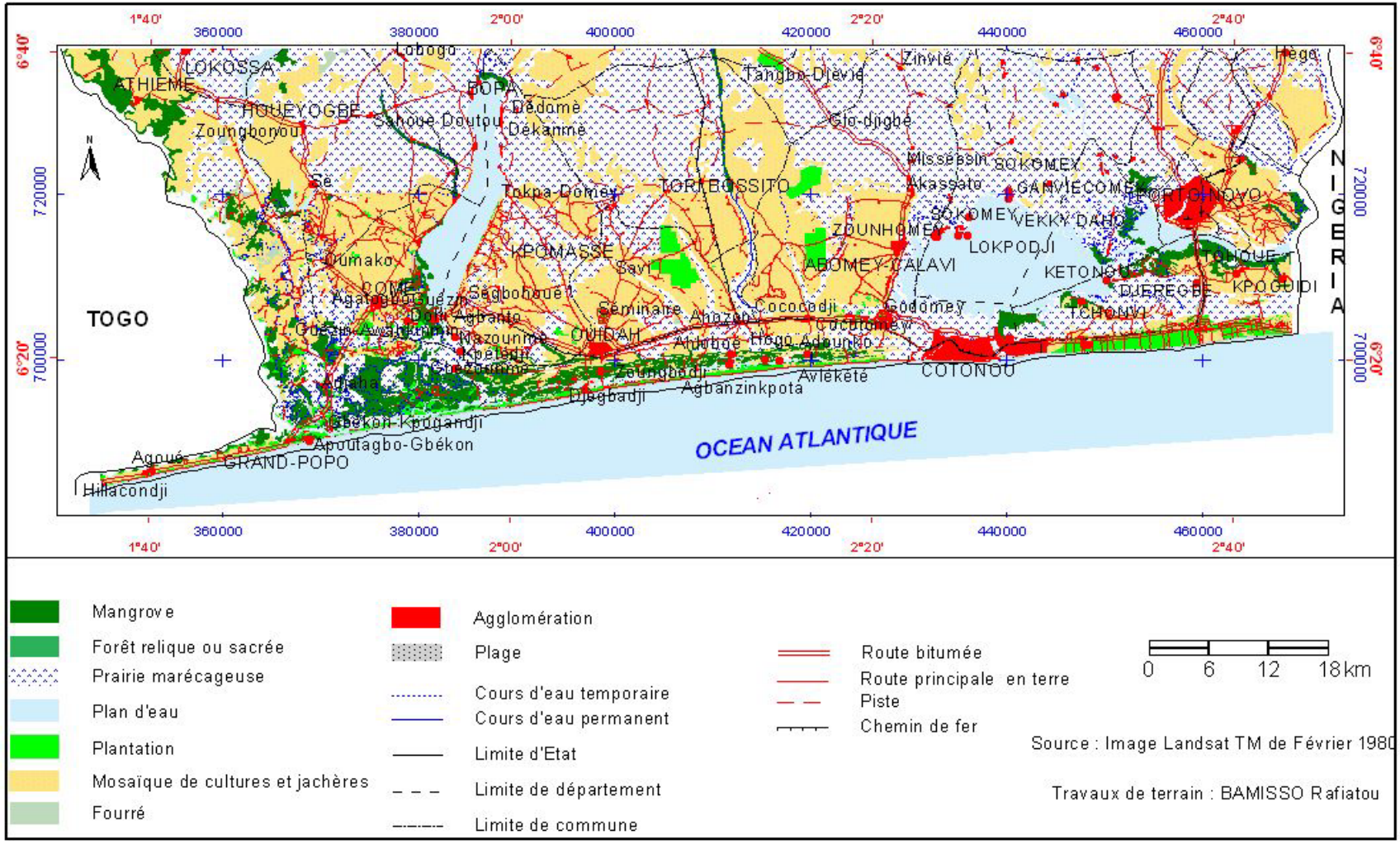


Figure 3.5 : Occupation du sol au Sud- Bénin en 1980 (a)

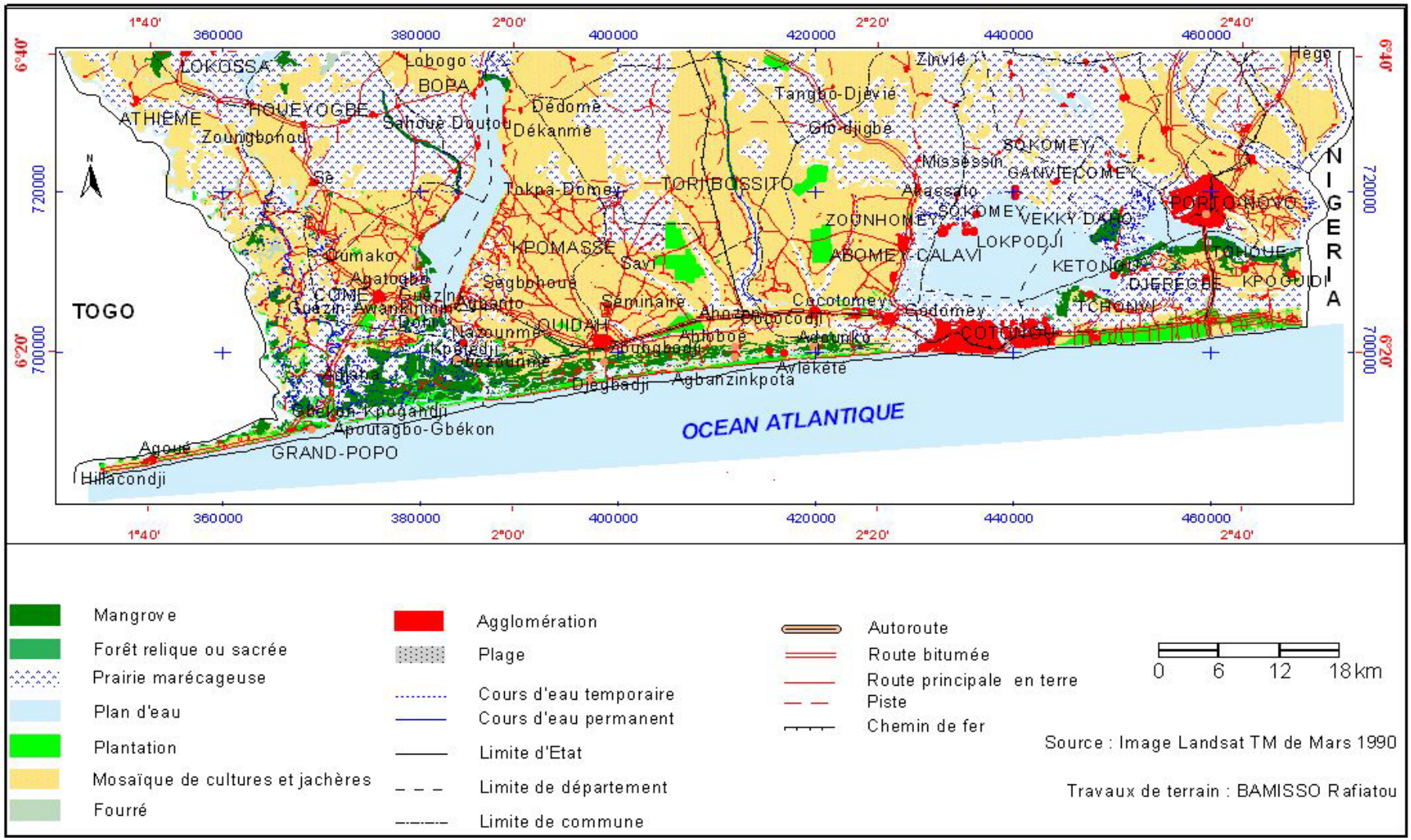


Figure 3.5: Occupation du sol au Sud-Bénin en 1990 (b)

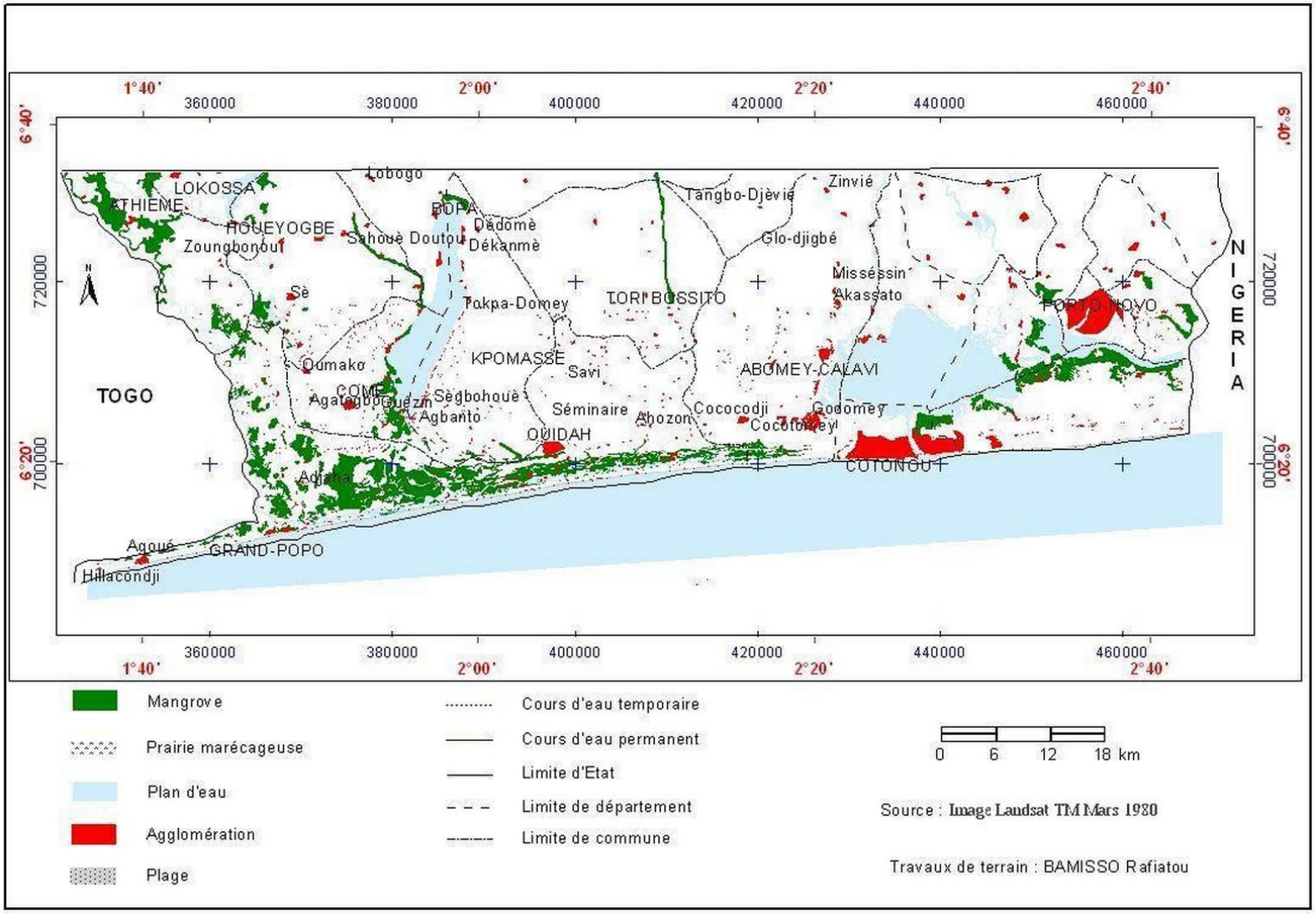


Figure 3.6: Distribution spatiale de la mangrove au Sud-Bénin en 1980 (a)

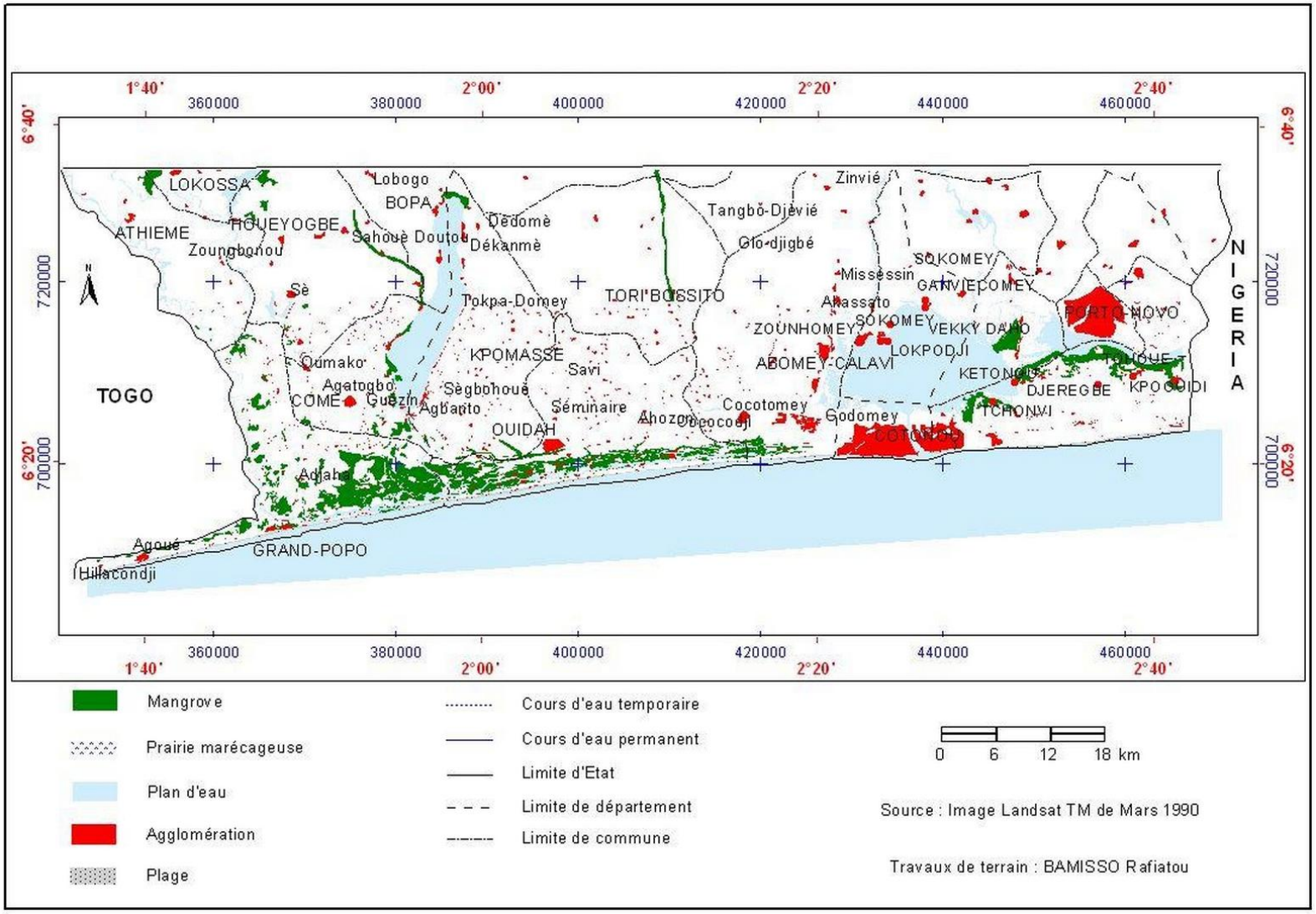


Figure 3.6: Distribution spatiale de la mangrove au Sud-Bénin en 1990 (b)

Contrairement à la prairie marécageuse avec 17,3 % et 19,3 % et les agglomérations qui s'étendent sur 2,9 % et 3,5 %. Cette formation de mangrove couvre plus le secteur moins anthropisé allant de Grand-Popo (village Gbèfa) à Avlékété. Seules, les espèces *Machaerium lunatus* et *Dalbergia ecastaphyllum* se développent au Nord Ouest de la zone d'étude. En effet, dans la localité de Sahouè, elle est représentée par *Avicennia germinans* et *Acrostichum aureum.* Par ailleurs, dans les localités de, Ganvié, Vekky Daho, etc., cette espèce est dominée par le palétuvier rouge. Dans le secteur oriental, c'est le palétuvier rouge qui domine dans les localités de Ouenta, Goho, Kétonou, etc. Par contre, dans le secteur occidental et central, elle est dominée par *Rhizophora racemosa* suivi de *Avicennia germinans.* La figure 3.7 montre la répartition des unités paysagiques en 1980 et 1990.

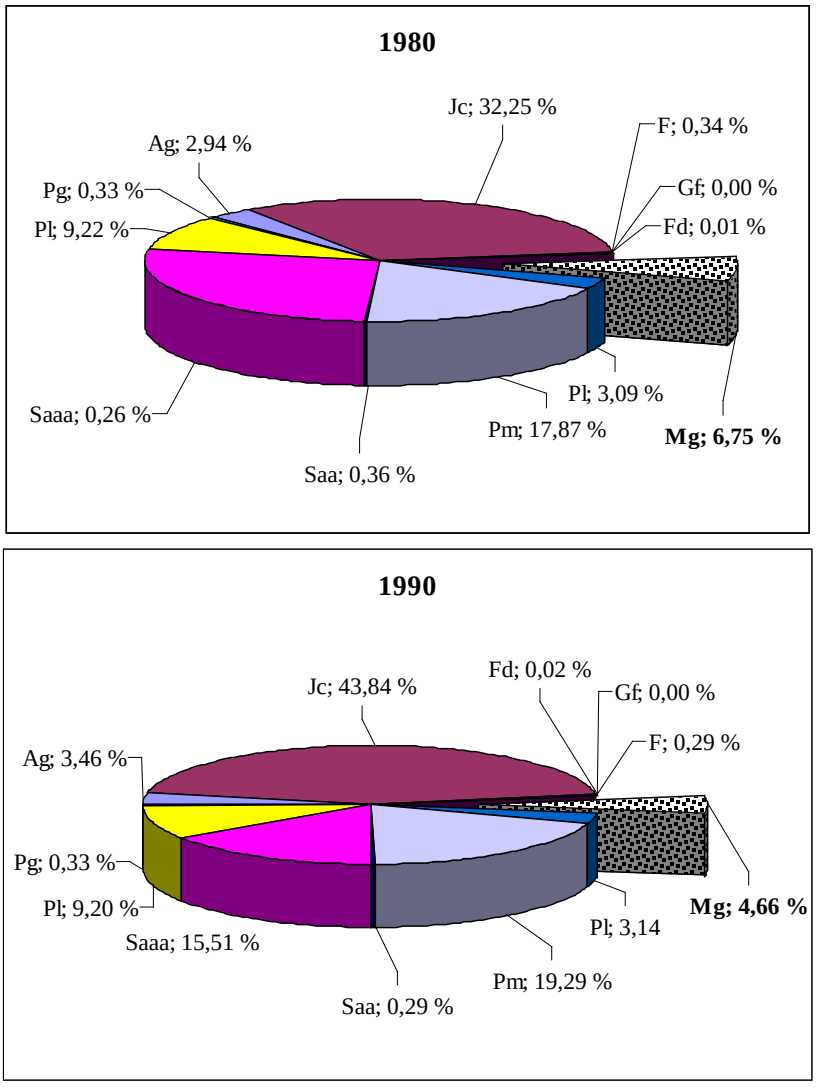


Figure 3.7 : Répartition des superficies des unités d'occupation du sol en 1980 et 1990 au Bénin

Légende : *Ag = Agglomération, Jc = Cultures et jachères, Fd = Forêt dense, Gf = Galerie forestière, F = Fourré, Mg = Mangrove, Pl = Plantation, Pm = Prairie marécageuse, Saa = Savane à emprise agricole, Saaa = Savane arborée et arbustive, PE = Plan d'eau, Pg = Plage.*

La figure 3.8 montre la variation des superficies des unités paysagiques autour des aires de mangrove au Bénin entre 1980 et 1990.

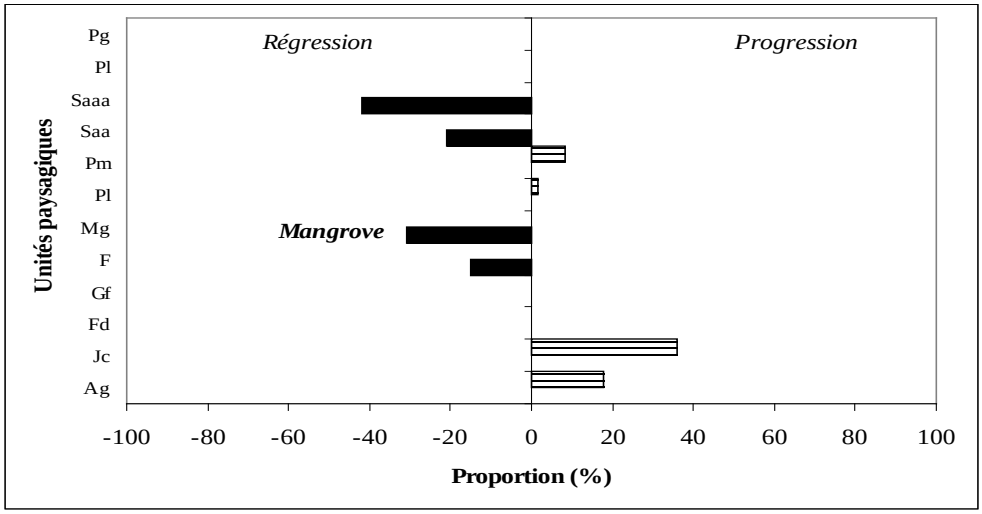


Figure 3.8 : Ecarts d'évolution des superficies d'unités paysagiques autour des aires de mangrove au Bénin entre 1980 et 1990

L'analyse de la figure 3.8 illustre la diminution des aires de mangrove de 30,8 % entre 1980 et 1990 au profit d'une colonisation rapide et d'une augmentation de la prairie marécageuse dans l'ordre de 8,2 % tout comme l'extension des agglomérations de 17,8 %.

Ces données confirment les perceptions des populations riveraines, pour qui, une grande partie des aires jadis occupées par la mangrove ont fait place à de vastes espaces herbacées (la prairie) et à des habitations qui souvent jouxtent les masses d'eau (photo 3.2).



a b

Photo 3.2. Transformation progressive d'une aire de mangrove en prairie à Djègbadji (a) et habitation sur la berge du lac Ahémé (b) Gogotinkponmè autrefois occupée par la mangrove

Prises de vue : Bamisso R., novembre 2012

La mutation de ce biotope, due notamment aux installations humaines, est un facteur important de sa disparition, plus perceptible dans le secteur ouest. Cela contribuerait sans doute à une fragmentation de l'équilibre naturel du milieu.

3.2.1.2. Occupation des sols et état de la mangrove de 2000 à 2010

De 1990 à 2010, la mutation des unités paysagiques a globalement continué dans la même dynamique que sur la période 1980-1990. Les figures 3.9 et 3.10 montrent les états de l'occupation du sol dans la zone d'étude en 2000 et 2010 et la distribution spatiale de la mangrove en 2000 et 2010.

La dynamique du paysage est caractérisée par une augmentation des surfaces anthropisées à travers les cultures et jachères (49,5 % en 2000 et 56,8 % en 2010), les plantations (3,2 % en 2000 et 3,3 % en 2010) et les agglomérations qui occupent 4,1 % en 2000 et 5,1 % en 2010 (figure 3.9).

La superficie de la mangrove, en régression jusqu'en 2000 avec une couverture spatiale de 4,4 % (figure 3.10) a connu une augmentation en 2010 jusqu'à 5 %.

Les reboisements effectués dans le cadre des activités de Programme d'Appui au Développement Participatif de la Pêche (PADPPA), de l'ABE en 2008 et 2009 auraient contribué à cette abondance (du point de vue taxonomique) de la mangrove, notamment du palétuvier rouge.



Figure 3.9 : Occupation du sol au Sud-Bénin en 2000 (a)

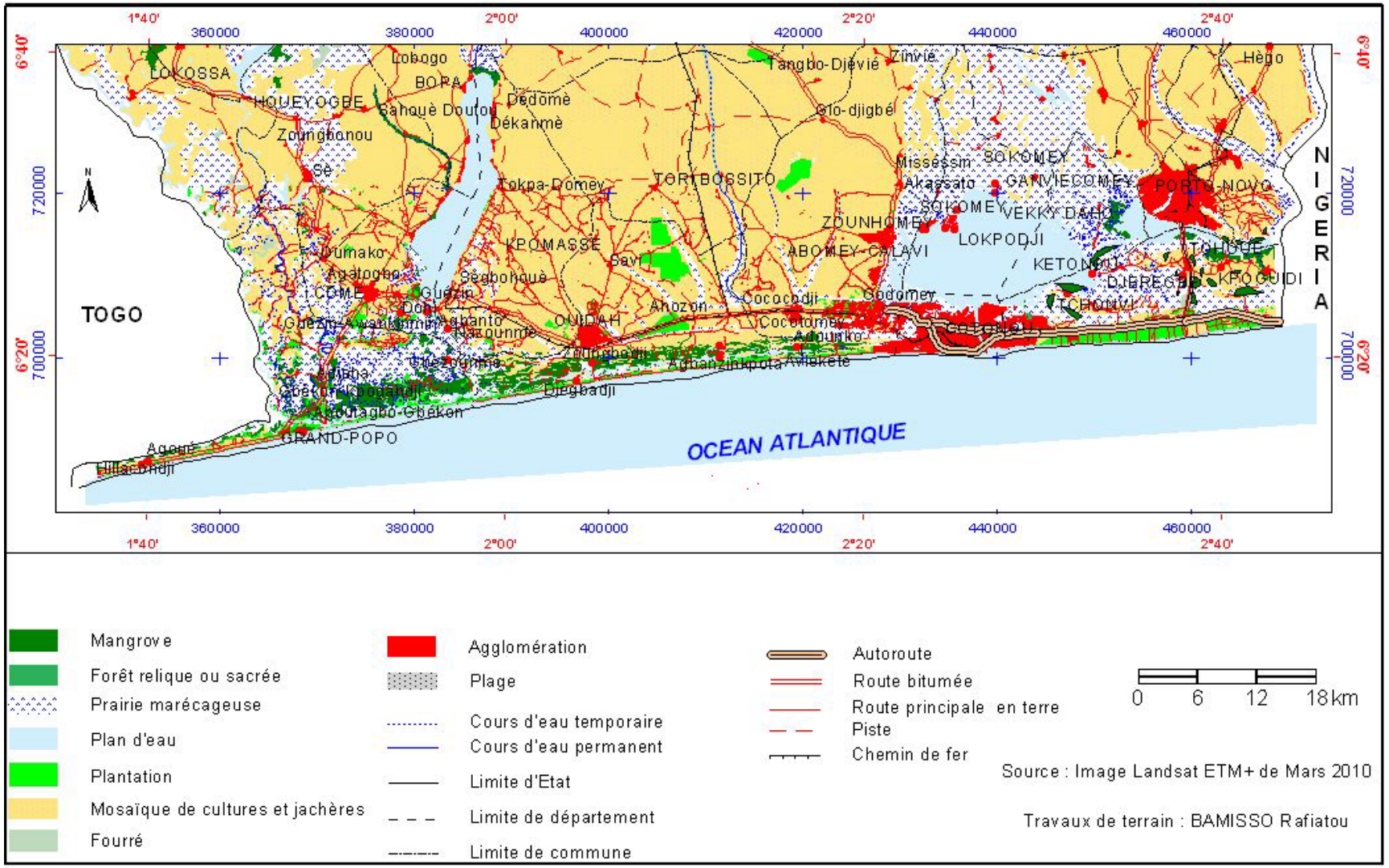


Figure 3.9 : Occupation du sol au Sud-Bénin en 2010 (b)

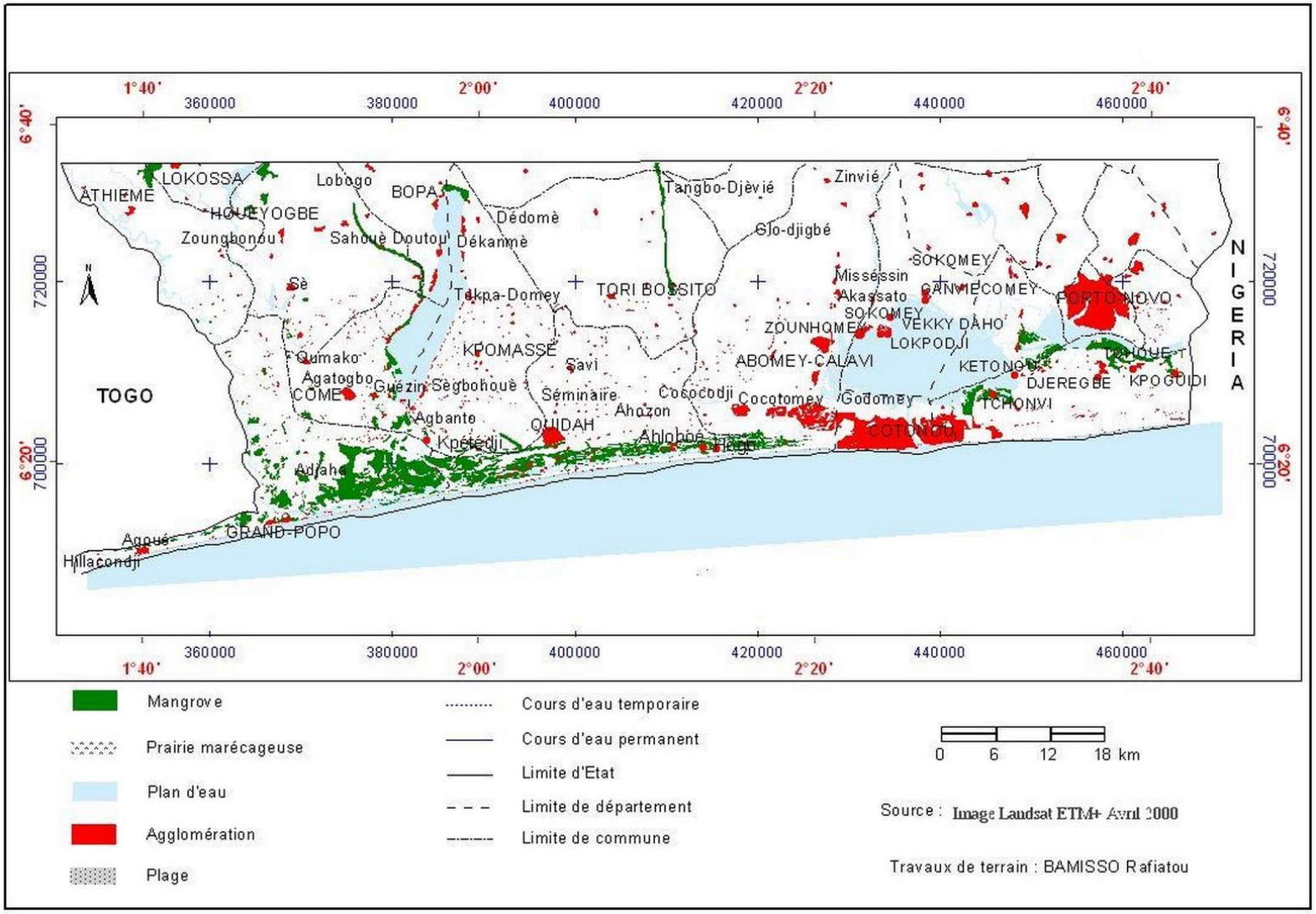


Figure 3.10 : Distribution spatiale de la mangrove au Sud-Bénin en 2000 (a)

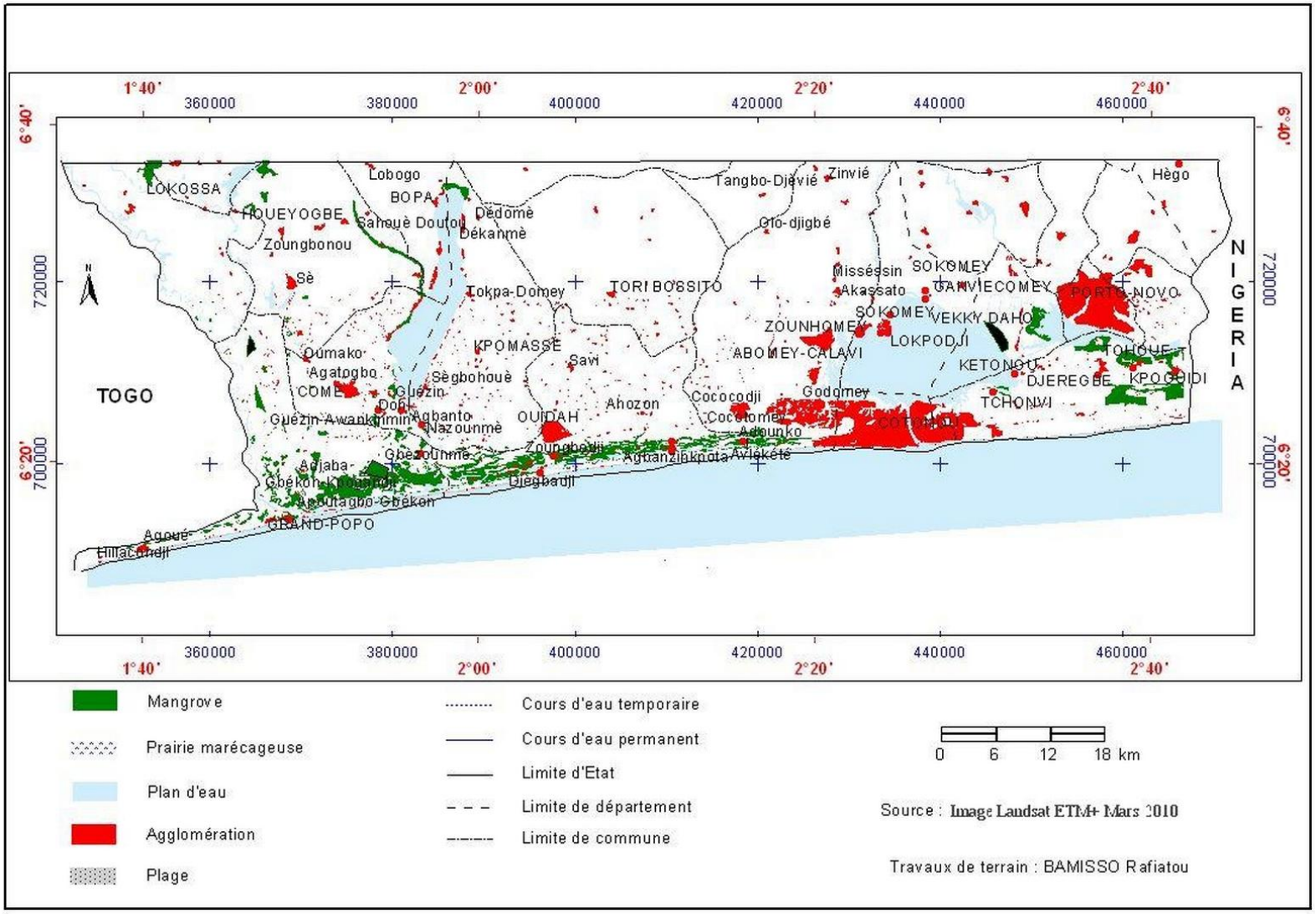


Figure 3.10 : Distribution spatiale de la mangrove au Sud-Bénin en 2010 (b)

Cette tendance de la progression des aires de mangrove est dans une certaine mesure confirmée par une stabilité des superficies de la prairie marécageuse (environ 19 % en 2000 et en 2010) (figure 3.11).

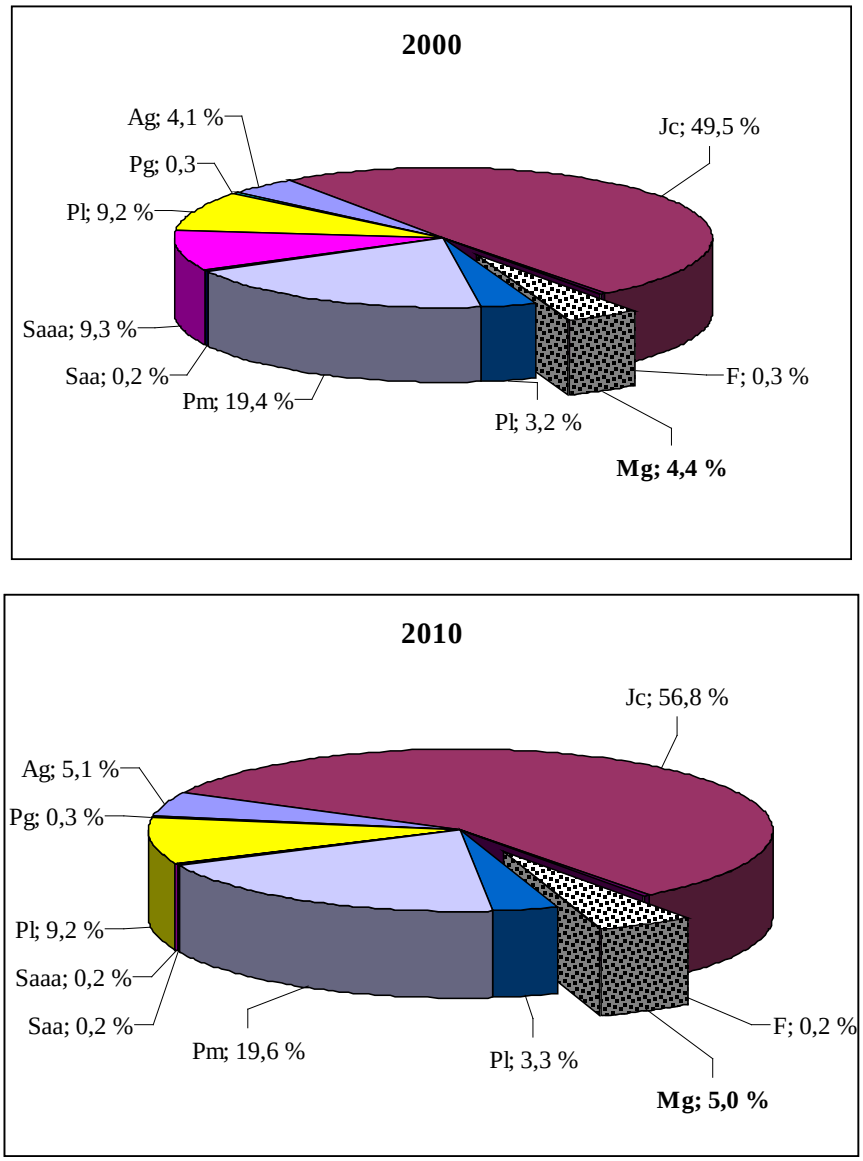


Figure 3.11 : Répartition des superficies des unités d'occupation du sol en 2000 et 2010 au Bénin

Légende : *Ag = Agglomération, Jc = Cultures et jachères, Fd = Forêt dense, Gf = Galerie forestière, F = Fourré, Mg = Mangrove, Pl = Plantation, Pm = Prairie marécageuse, Saa = Savane à emprise agricole, Saaa = Savane arborée et arbustive, PE = Plan d'eau, Pg = Plage.*

Les taux de variation des superficies d'unités d'occupation de sol au Bénin (figure 3.12) résument l'ampleur des modifications écosystémiques.

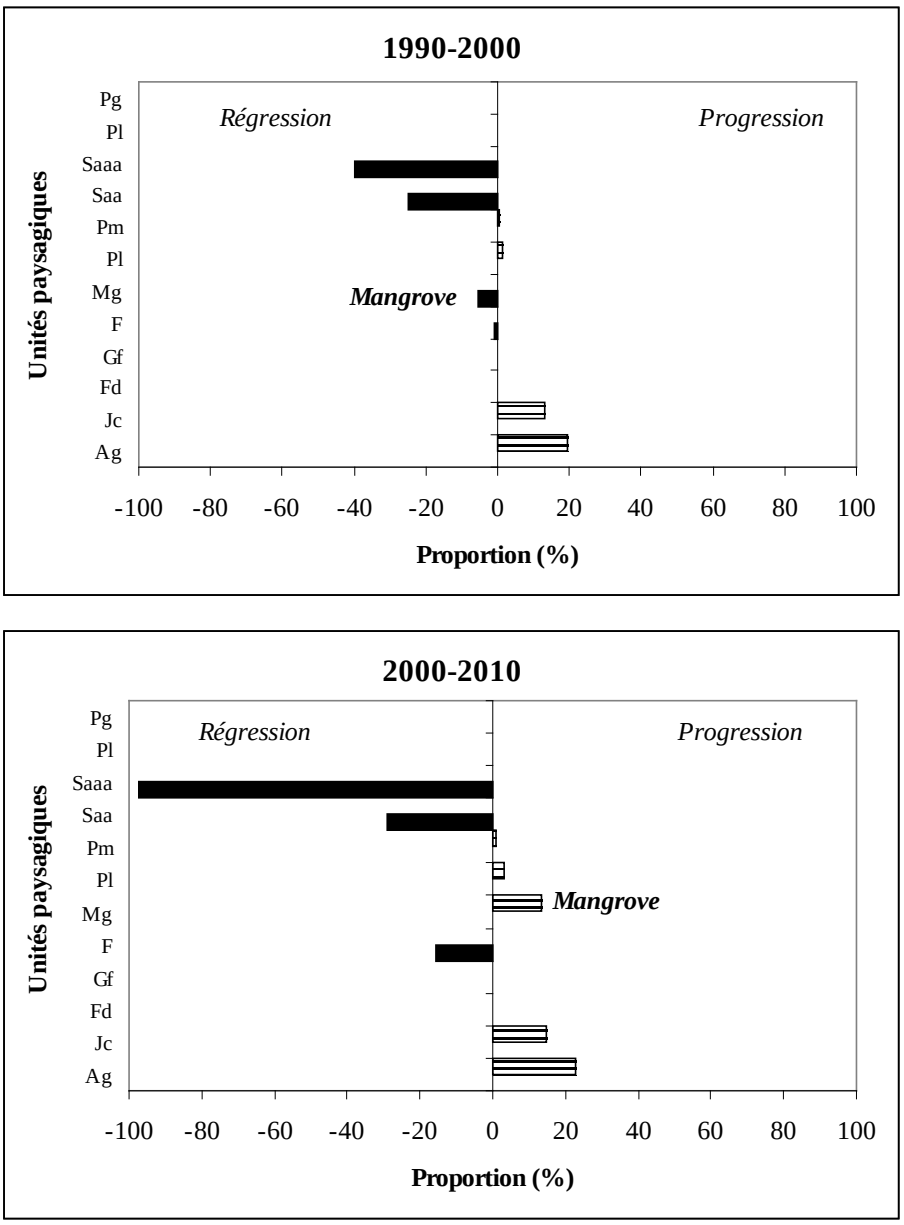


Figure 3.12 : Ecarts d'évolution des superficies d'unités paysagiques autour des aires de mangrove au Bénin entre 1990 et 2010

L'analyse de la figure 3.12 permet de constater que la variation des aires de formations de mangrove a été une diminution des superficies de -5,5 % entre 1990 et 2000 et une augmentation +13,6 % entre 2000 et 2010. Les espaces occupés par la mangrove ont connu une évolution contrastée tandis que ceux des autres unités paysagiques ont maintenu leur rythme de variation soit à l'augmentation soit à la diminution. Tel est le cas des agglomérations qui se sont agrandies à un taux respectif de 19,5 % et 22,8 % sur les périodes 1990-2000 et 2000-2010. Les aires de cultures et jachères ont continué d'augmenter pour

atteindre un taux de 14,8 % entre 2000 et 2010 notamment dans les secteurs central et occidental.

En synthèse, les unités d'occupation du sol ont subi de profondes mutations entre 1980 et 2010 comme résumé dans le tableau III.2.

Tableau III.2 : Synthèse des états d'occupation du sol autour des aires de mangrove au Bénin de 1980 à 2010.

Unités	**Etat en 1980**		**Etat en 2010**		**Evolution entre 1980-2010**	
	En ha	*En %*	*En ha*	*En %*	*Taux de régression (%)*	*Taux de progression (%)*
Agglomération	11 124	2,9	19 221	5,1		72,8
Cultures et jachères	121 824	32,3	214 539	56,8		76,1
Forêt dense (relique)	71	0	71	0		0
Galerie forestière	8	0	8	0		0
Fourré	1 306	0,3	927	0,2	-29	
Mangrove	**25 494**	**6,8**	**18 956**	**5,0**	**-25,6**	
Plantation	11 681	3,1	12 371	3,3		5,9
Prairie marécageuse	67 508	17,9	73 993	19,6		9,6
Savane à emprise agricole	1 375	0,4	579	0,2	-57,9	
Savane arborée et arbustive	101 166	26,8	892	0,2	-99,1	
Plan d'eau	34 836	9,2	34 836	9,2		0
Plage	1 264	0,3	1 264	0,3		0
TOTAL	**377 657**	**100**	**377 657**	**100**		

(-) = Regression

Source : Résultats de traitements de données cartographiques, 2012

Il ressort du tableau III.2 que sur la période diagnostique de 1980-2010, les aires de mangrove n'occupent aujourd'hui que 5 % de la zone côtière contre environ 7 % en 1980. Malgré l'augmentation des superficies de cette formation végétale en 2010, la tendance générale est à la baisse (-25,6 %) sur la période 1980-2010. Les facteurs responsables de cette dynamique sont entre autres : l'utilisation de bois de palétuvier pour les divers usages par la population riveraine, les reboisements tant par la population que par les différentes institutions. Donc annuellement, en comparant à GIEC (2002), la zone d'étude perd 0, 85% de ses formations de mangrove. Selon Dyene *et al.* (2013), l'importance grandissante de la collecte et de la cueillette des produits de la vasière à mangrove ainsi que la transformation des produits de pêche, nécessitant d'importantes quantités d'énergie, ont fortement contribué à renforcer le

processus de dégradation de la mangrove. Pour GIEC (2002) et Duke *et al.* (2007), les forêts côtières, pour la plupart des mangroves, disparaissent au rythme annuel de 1 %, ce qui entraîne une diminution des nurseries et des refuges pour les espèces de poissons et de coquillages et crustacés.

La régression des formations naturelles est aussi remarquable au niveau des fourrés (-29 %) Cette régression de cette unité paysagique se fait au profit d'une augmentation des agglomérations, des cultures et jachères, des plantations et des prairies marécageuses.

Mais l'état de l'occupation du sol montre globalement une tendance régressive à un taux de 53 % contre 18,3 % de taux de progression qui pourrait s'affaiblir davantage dans le futur.

3.2.2. Evolution prospective des aires de mangrove au Bénin

Le tableau III.3 présente l'état projeté des unités d'occupation du sol en 2040 sur la base des scénarios de taux d'expansion spatiale moyens annuels calculés sur les décennies 1980-1990, 1990-2000, 2000-2010 et sur la période globale 1980-2010 (30 ans).

Tableau III.3 : Taux d'expansion spatiale moyen annuel (T) des unités paysagiques au Bénin de 1980 à 2010 et superficies projetées à l'horizon 2040 (Sup2040)

	1980-1990		1990-2000		2000-2010		1980-2010	
	T (%)	**Superficie 2040 (ha)**	**T (%)**	**Superficie 2040 (ha)**	**T (%)**	**Superficie 2040 (ha)**	**T (%)**	**Superficie 2040 (ha)**
Agglomération	1,6	29 711	1,8	31 920	2,1	35 561	1,8	33 212
Cultures et jachères	3,1	763 458	1,2	304 653	1,4	324 461	1,9	377 815
Forêt dense (relique)	0,0	71	0,0	71	0,0	71	0,0	71
Galerie forestière	0,0	8	0,0	8	0,0	8	0,0	8
Fourré	-1,6	487	-0,1	1 059	-1,7	558	-1,1	658
Mangrove	**-3,7**	**2 807**	**-0,6**	**13 337**	**1,3**	**27 783**	**-1,0**	**14 095**
Plantation	0,2	12 823	0,1	12 607	0,3	13 524	0,2	13 102
Prairie marécageuse	0,8	108 174	0,0	74 570	0,1	76 009	0,3	81 101
Savane à emprise agricole	-2,4	334	-2,8	262	-3,4	206	-2,9	244
Savane arborée et arbustive	-5,5	3 677	-5,1	4 551	-36,7	0	-15,8	8
Plan d'eau	0,0	34 836	0,0	34 836	0,0	34 836	0,0	34 836
Plage	0,0	1 264	0,0	1 264	0,0	1 264	0,0	1 264

(-)= Régression

Source : Résultats de traitements de données cartographiques, 2012

En 2040, les aires qu'occuperont les formations de mangrove variraient de 2 807 ha à 27 783 ha suivant les scénarios de régression ou de progression mis en évidence à l'échelle décennale.

La période 1980-1990 présente le *scénario critique* de dégradation de la mangrove à un taux d'expansion de -3,7 %. A cet effet, les aires de mangrove vont se réduire considérablement pour n'occuper que 2 807 ha de la zone côtière du fait certainement d'une absence de politique de sauvegarde de cette unité paysagique. A l'opposé, dans le *scénario optimiste* à base du taux d'expansion spatiale de la période 2000-2010 (+1,3 %), la superficie des formations de mangrove sera à l'horizon 2040 d'environ 27 783 ha. Cela sera déterminé par la poursuite des efforts de reboisement, de restauration, de protection et de conservation des formations de mangrove existantes et la prise de conscience de la population riveraine.

Dans le cas d'un *scénario intermédiaire*, peu sensible au changement avec un taux de -0,6 %, les formations de mangrove seront moins dégradées (13 337 ha).

Toutefois, à la tendance actuelle globale de la période 1980-2010 et à un taux de diminution de -1 %, les formations de mangrove seront étendues sur une superficie approximative de 14 095 ha à l'horizon 2040. Elles seront ainsi réduites de 25,6 % par rapport à la superficie actuelle (année 2010) de 18 956 ha. Dans ce sens, le premier atlas mondial des mangroves (Spalding *et al.*, 2011) révèle que la perte des formations de mangrove progresse à un rythme trois à quatre fois plus rapide que celle des forêts. Le taux annuel de perte est d'environ 1% (FAO, 2007) et peut atteindre 2 à 8 % dans certaines régions (Miththapala, 2008). Comme mis en évidence aussi au Bénin, FAO (2007) conclue que de 20 % à 35 % de la mangrove mondiale ont été perdus depuis 1980.

L'évolution rétrospective des différentes unités d'occupation des terres dans le temps (1980 à 2010) et dans l'espace et projetée à l'horizon 2040 sur la base des changements actuels et des probabilités déterminées est illustré par la figure 3.13.

La projection des superficies des unités d'occupation du sol à l'horizon 2040 comparée à l'état de 2010 révèle une extension des agglomérations (73 %), les cultures et jachères (76 %), les prairies marécageuses (10 %), les plantations (6 %). Cette progression se fera au détriment d'une régression des aires de fourré (29 %), de mangrove (26 %). Mais cette régression de la mangrove sera moindre aux horizons 2020 (9 %) et 2030 (18 %) comparée à celle de l'horizon 2040 au regard des conditions environnementales globales de la période 1980-2010.

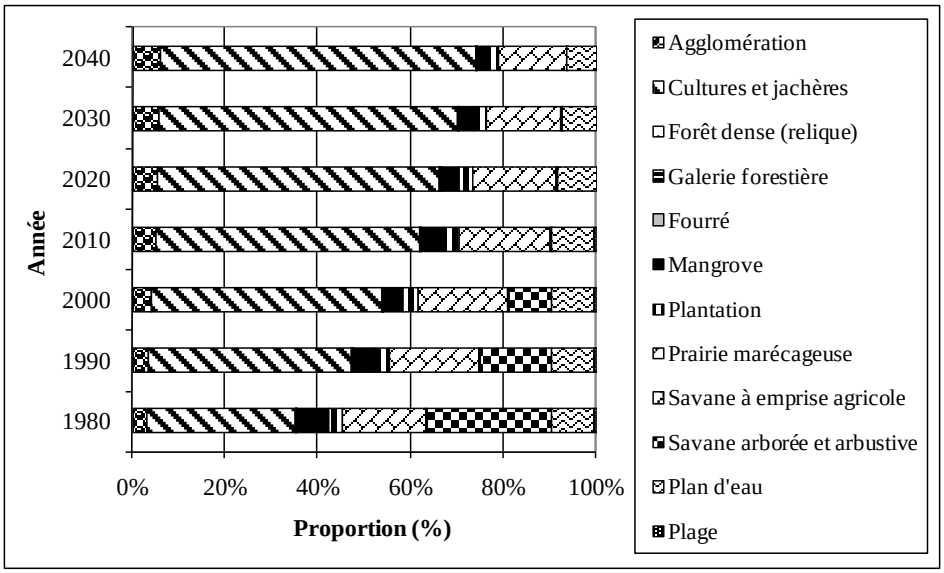


Figure 3.13 : Evolution de l'occupation du sol dans le Bénin de 1980 à l'horizon 2040

Source : Projections faites sur la base des changements obtenus entre 1980 et 2010, et des probabilités de la tendance globale sur cette période

Les facteurs responsables des prochains changements seraient non seulement naturels (dynamique hydroclimatique, morphologique, etc.) mais aussi anthropiques (orientations socioéconomiques, politiques foncières, évolution des mentalités sur la conservation des écosystèmes sensibles…).

En synthèse, sur la période 1980-2010, la décennie 1980-1990 a été marquée par une pression énorme sur la mangrove. La forte dégradation de cette formation végétale est liée à l'intensification des sécheresses des années 1970 et 1980 (PANA, 2008) dont les conséquences sur le couvert végétal en général et sur la mangrove en particulier sont considérables (Marius, 1995 ; Sagna, 2005 ; Dieye *et al.*, 2013). De plus, les apports d'eau douce vers les lagunes ont fortement diminué, du fait d'une réduction importante des débits des différentes masses d'eau dont elles sont tributaires (fleuve Mono, fleuve Couffo, etc.). Selon Amoussou (2010), le débit moyen des années 1971-1990 pour le fleuve Mono à Athiémé a baissé de 44 % (86,6 m^3/s) par rapport à celui de la décennie 1961-1970 (155,6 m^3/s). Au niveau du fleuve Couffo à Lanta, la baisse a atteint 50 % (3,6 m^3/s) de 1971-1990 par rapport à la décennie 1961-1970 (7,25 m^3/s). Or, ce sont ces cours d'eau qui alimentent les masses d'eau littorales bordées par la mangrove.

Cette situation a favorisé jusqu'au début des années 1987 une intensification des activités salicoles avec pour corollaire la coupe incontrôlée des palétuviers dans la zone d'étude. Ce

phénomène a aussi entraîné la salinisation des masses d'eau au Sénégal, avec pour conséquence la disparition des espèces de palétuvier rouge dont la croissance est très limitée avec des taux de sels ne dépassant pas les 50 ‰ (Faye, 2007). De plus, c'est au cours de cette décennie, précisément en 1987, que le barrage de Nangbéto a été mis en service.

La figure 3.14 montre les transects réalisés à partir du point A (Athiémé) au point B (Avlékété) et du point C (Togbin) au point D (Aguégué) dans quelques séquences de paysages de la zone d'étude.

Le segment AB a permis la réalisation du profil topographique reliant Athiémé à Avlékété comme l'illustre la figure 3.15. Ce profil AB orienté Nord Ouest et Sud Est montre les différentes unités hydrographiques (vallée du Mono, lac Ahémé, lagune côtière) et géomorphologiques (Plateau de Comè, Plateau d'Allada et la Plaine côtière).

En ce qui concerne les unités paysagiques, la prairie marécageuse et la mangrove sont les plus représentées. De la vallée du Mono vers la plaine côtière, les espèces végétales identifiées sont respectivement *Machaerium lunatus, Dalbergia, Acrostichum aureum, Paspalum vaginatum, Avicennia germinans* et l'espèce *Rhizophora racemosa*. Cette dernière est très dominante sur les berges de la lagune côtière suivie de l'*Avicennia*.

En synthèse, le profil indique que plus on évolue de la vallée vers la côte et plus il y a une diversification d'espèces végétales, mais surtout représentée par la mangrove notamment les palétuviers. Le transect AB est observé un grand nombre d'espèces végétales dont plusieurs ligneux et certaines herbacées.

Par ailleurs, la figure 3.16 montre sur le profil CD orienté Sud Ouest et Nord Est les unités géomorphologiques (Plaine côtière et Plateau de Porto-Novo) et les unités hygrographiques (lagune côtière et le lac Nokoué).

Les unités paysagiques de ce profil, notamment à Togbin, sont représentées par la mangrove composée des espèces telles *Rhizophora racemosa, harisonnii* et *Avicennia germinans*, mais aussi de vaste prairie à paspalum. Par contre, plus de Togbin vers Aguégués, s'observe de moins en moins les espèces citées au niveau du profil AB. En effet, plus on évolue vers le plateau de Porto-Novo moins la mangrove est présente. L'espèce unique de mangrove observée est le palétuvier rouge.

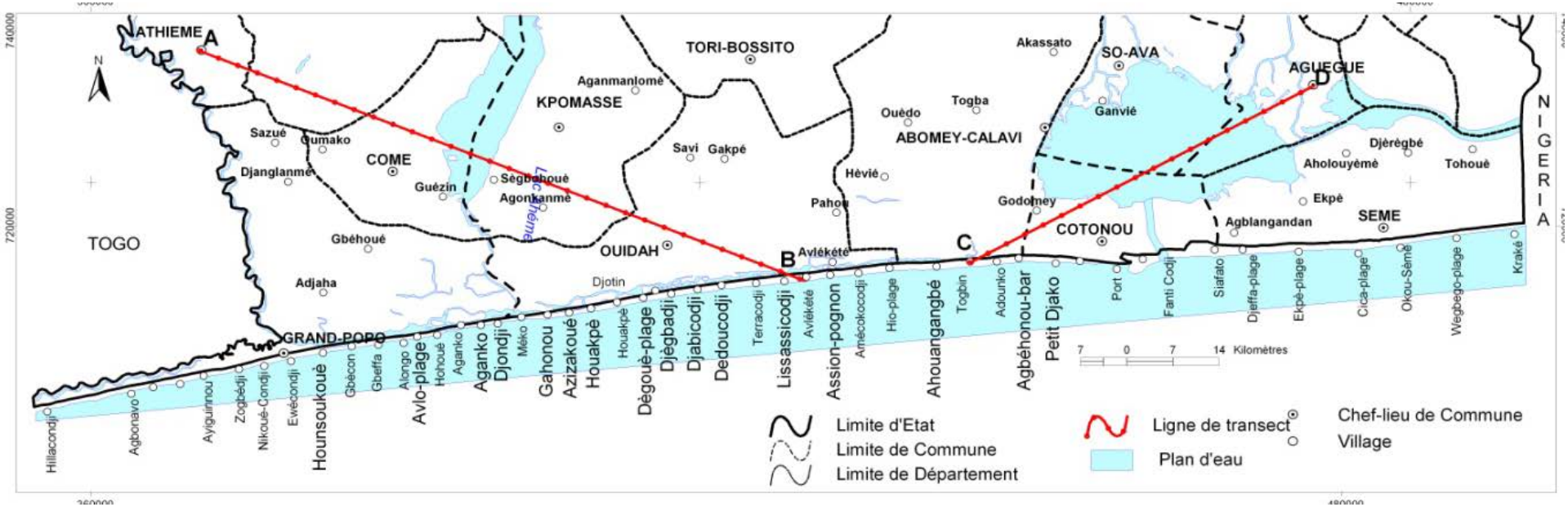


Figure 3.14 : Lignes de transects topographiques dans la zone d'étude

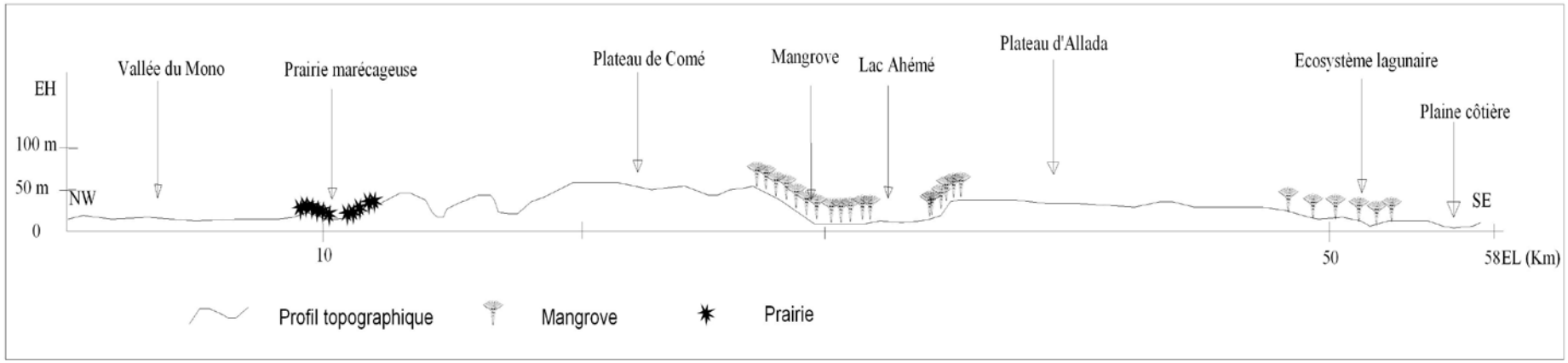


Figure 3.15 : Profil AB reliant Athiémé (littoral ouest) à Avlékété (littoral centre)

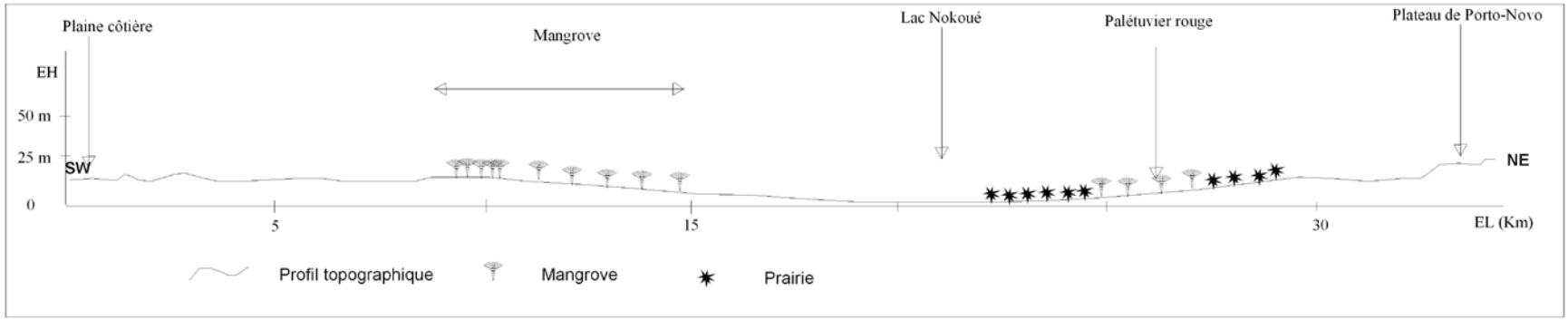


Figure 3.16 : Profil CD reliant Togbin (littoral centre) à Aguégué (littoral est)

Cette dernière est très souvent associée aux herbacées et graminées. Ce qui amène à dire que plus on s'éloigne de la côte vers le plateau et moins on a des formations de mangrove.

En synthèse, le transect CD regroupe peu d'espèces végétales avec un faible nombre d'espèces arborescentes en particulier le palétuvier rouge et une grande prairie marécageuse.

Conclusion partielle

La dynamique de la population riveraine du Bénin est marquée par un accroissement démographique rapide. Par conséquent, la dynamique du système socioéconomique conduit à une dynamique des unités paysagiques, notamment la mangrove qui subit une forte pression humaine et foncière. L'étude de la dynamique d'occupation des terres de la zone d'étude sur la période 1980 à 2010 révèle que sous l'effet de la pression anthropique, les aires de mangrove ont connu une régression globale de l'ordre de 25,6 %. L'analyse prospective et probabiliste à l'horizon 2040 a montré que sur la base de cette tendance d'évolution et à un taux moyen annuel d'expansion spatiale de -1 % les formations de mangrove couvriront une superficie de 14095 ha.

Les profils réalisés montrent que plus on évolue vers la côte plus il y a une diversification d'espèce, et plus on s'éloigne de la côte et plus la mangrove est rare.

Au regard de la dynamique que connaissent les formations de mangrove et de la modélisation de leur évolution future, il importe d'analyser l'état de leurs fonctions écologiques et socioéconomiques et des changements possibles dont elles sont sujettes.

Chapitre IV

POTENTIALITES DE LA MANGROVE AU BENIN

L'évaluation des potentialités de la mangrove sur le plan écologique et socioéconomique au Bénin est indispensable pour comprendre le fonctionnement et l'utilité de cet écosystème. Les fonctions identifiées sont notamment écologiques, trophiques et d'habitats, faunistiques et socioéconomiques.

4.1. Fonctions écologiques des écosystèmes de mangrove

Les formations de mangrove dans la zone d'étude assurent plusieurs fonctions dont celles trophiques, d'habitats faunistiques, de stabilisation de la morphologie côtière et de séquestration de carbone. Toutes ces fonctions dépendent des adaptations morphologiques et physiologiques particulières qu'ont ces espèces ligneuses et qui leur permettent de survivre et de se développer dans un milieu anaérobique, salé et instable.

La mangrove joue un rôle crucial dans la fertilisation des sols et masses d'eau, la stabilisation des berges, l'oxygénation des espèces, la filtration, la régulation du microclimat et le soutien de la chaîne alimentaire. Cet écosystème est composé d'une diversité d'espèces tels que les palétuviers, les fougères ainsi que les graminées et herbacées. Les composantes de la mangrove agissent en tant que barrières physiques (Bandaranayake, 1998 ; Melena *et al.*, 2000 ; Sathirathay et Barbier, 2001 ; NOAA, 2002). La mangrove est un des milieux au monde présentant l'une des plus fortes productions primaires de biomasse (c'est-à-dire la quantité totale de matière produite par les êtres vivants d'un milieu donné) : entre 10 à 32 tonnes/ha/an pour une mangrove tandis que la forêt tropicale ne produit que 7 tonnes/ha/an (*www.sololiya.fr*.).

La mangrove a aussi pour fonctions essentielles la rétention de sédiments, la séquestration de carbone, l'habitat des alevins, des larves, de crevettes et des oiseaux, l'atténuation des crues, les nurseries et la stabilisation du littoral (Dacosta, 2006). Selon Thollot (1992), les palétuviers peuvent consommer du phosphore organique et inorganique et des sels nutritifs puisés dans les dépôts amenés par la mer et les rivières. Toutes les composantes de la mangrove (des feuilles jusqu'aux racines) sont indispensables à la survie des espèces tant ichtyologiques que aviaires.

4.1.1. Fonctions trophiques et d'habitats des formations de mangrove

Ecotone entre milieu terrestre et marin, c'est une zone d'une grande originalité structurale et fonctionnelle (Betoulle, 1998), jouant un rôle dans les chaînes trophiques côtières (Laegaard et Johnson 2001, Dittmar *et al.*, 2001).

Les formations de mangrove sont, en partie, formées d'une gamme diversifiée d'espèces d'arbre, utilisées par un vaste réseau d'espèces animales comme secteurs de multiplication, de perchoir ou refuge et d'alimentation. Ils sont ainsi un milieu riche en nutriments (minéraux et organiques) importants provenant d'une matière organique en détérioration. Dans l'écosystème mangrovien, la litière est composée de matière organique provenant directement des palétuviers, comme les feuilles, les graines et les branches (Stewart et Fairfull, 2008). En effet, les palétuviers offrent l'habitat approprié à une grande variété d'organismes comprenant beaucoup d'espèces de vertébrés et d'invertébrés (Odum et Heald, 1972) comme les mammifères, les reptiles, les amphibiens, les espèces ichtyologiques, etc.

Par ailleurs, le fonctionnement des écosystèmes de mangrove dépend de la compréhension des mécanismes qui conduisent les flux d'énergie et de substances à leur sein ainsi que de leurs interactions. Les forêts de mangrove fournissent des intrants nutritionnels au canal adjacent peu profond et aux systèmes de baie qui constituent l'habitat primaire, les frayères et les nourriceries pour beaucoup d'espèces aquatiques d'importance commerciale (NOAA/NOS, 2002).

La matière organique, base de l'alimentation des espèces ichtyologiques et parfois aviaires est constituée de tiges, de bois morts de palétuviers ou sénescents, voire de racines et surtout de feuilles de palétuviers tombées dans l'eau. Cette matière organique est décomposée tant sous l'action des bactéries et des champignons, mais aussi sous l'effet de la température, du taux de salinité, de la profondeur ainsi que de la turbidité des masses d'eau. La décomposition aboutit à la libération des éléments minéraux utilisés ultérieurement par le phytoplancton. Selon IMAO (2003), la fragmentation des débris végétaux produit des éléments assez petits (0,05 mm), consommables par chaque espèce selon sa taille. En effet, beaucoup d'espèces ichtyologiques (les crabes, les crustacées, les poissons) passent leur croissance depuis la ponte et l'éclosion des œufs jusqu'à l'étape juvénile dans la mangrove, surtout en période de hautes eaux. Il en est de même pour les oiseaux qui tissent leurs nids sur les branchages de palétuviers.

Quelques algues poussent sur les racines adventives des palétuviers. Elles sont situées à l'ombre des palétuviers et dans des eaux souvent turbides, par conséquent, leur production est faible. La production de périphyton sur les racines échasses est estimée entre 0,14 et 1,1 gcal/m²/d (Lugo & Snedaker, 1975 ; Hoffman et Dawes, 1980).

Selon 90 % de la population enquêtée, c'est la fonction trophique qui favorise la reproduction, la croissance et le refuge pour les espèces et qui permet le maintien de toutes les activités (piscicoles, sylvicoles, salicoles, etc.) organisées autour de la mangrove au Bénin. Dans les localités de Togbin Dénou, Adounko Daho, Vodounto, Goho, Hungbéatikplo, etc. par exemple et à marée basse, la matière organique est dense et diversifiée. Ces milieux sont très fréquentés par des espèces aviaires sédentaires plongeurs parce qu'elles y trouvent les ressources nutritives (poissons, crabes, crevettes, phytoplancton) nécessaires à leur survie. Aussi, ces milieux permettent aux pêcheurs d'organiser leurs activités du fait de leur richesse en espèces ichtyologiques.

La chaîne alimentaire des espèces qui fréquentent la mangrove et qui composent son écosystème est illustrée par la figure 4.1.

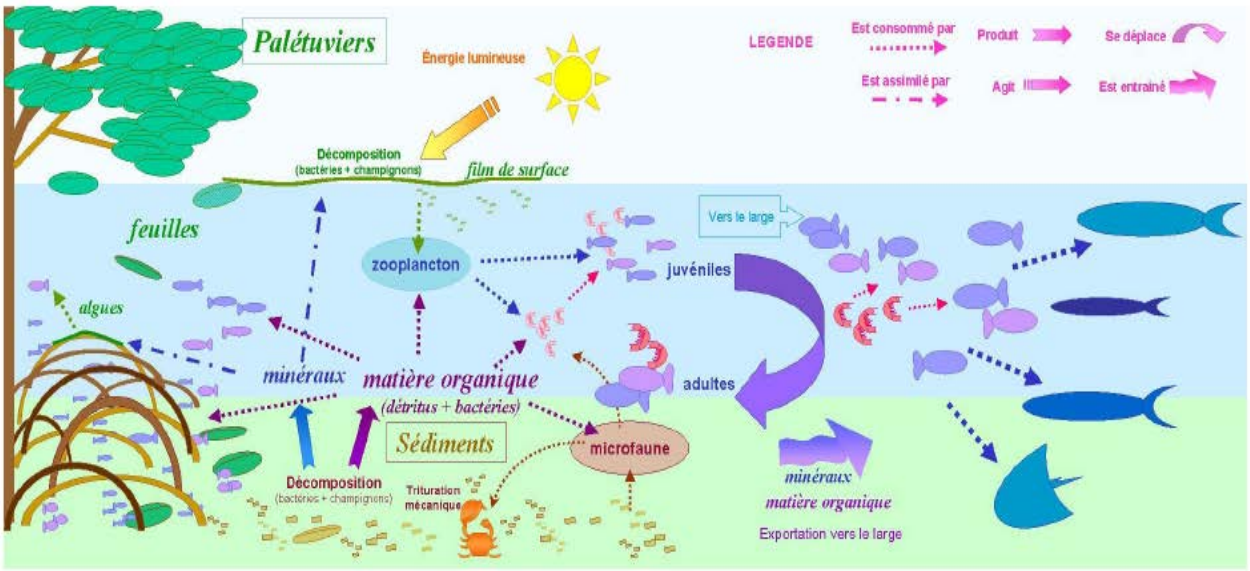


Figure 4.1 : Vaste réseau trophique (chaîne alimentaire) de l'écosystème de mangrove

Source : *http// www.musee-afriqueoceanic.fr/documents/schema - mangrove html*

La figure 4.1 montre que les différents processus de transformation des détritus des palétuviers (feuilles, tiges, racines mortes, troncs, etc.) se déroulent sous l'effet des facteurs biotiques et abiotiques. Ces détritus subissent une décomposition rapide surtout en période

sèche avec l'augmentation de la salinité, de la température et tapissent le fond vaseux des écosystèmes de mangrove sous forme de sédiments. La décomposition par les bactéries et les champignons favorise la libération des éléments minéraux utilisés par le phytoplancton qui constitue la base de l'alimentation des animaux microscopiques. Cette décomposition consiste en une fermentation anaérobie qui produit du CO_2 et du méthane CH_4 (Tirard *et al.*, 2012), perceptibles par la forte odeur que dégagent les formations de mangrove dans la zone d'étude.

De plus, l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique par les végétaux via la réaction de la photosynthèse : $CO_2 + H_2O \longrightarrow CH_2O + O_2$, où CH_2O est l'élément de base des glucides. Ce sont les producteurs primaires c'est-à-dire les premiers maillons du transfert de l'énergie solaire au sein d'un écosystème (Tirard *et al*., 2012). Le carbone joue un rôle très important dans la chaîne trophique via le processus de photosynthèse étant donné que le dioxyde de carbone CO_2 atmosphérique dissous dans l'eau est absorbé par les producteurs primaires terrestres ou aquatiques (Tirard *et al.*, 2012).

Les interactions dans la chaîne trophique se présente comme suit : - les petites espèces qui se nourrissant des détritus en décomposition dans les masses d'eau sont consommées par des poissons juvéniles, des crabes, des espèces aviaires ; - les racines aériennes et le bas des troncs ainsi que la surface limoneuse/argileuse de la mangrove maintiennent une faune constituée d'huîtres, de gastéropodes, de crabes, etc. ; - la zone aérienne (hors de l'eau) constitue l'habitat de la faune aviaire, des insectes et même des mammifères. Selon FAO (1994) le principal flux d'énergie suit la trajectoire : détritus des feuilles de palétuviers - bactéries et champignons - consommateurs de détritus (herbivores et omnivores) - carnivores de niveau inférieur - carnivores de niveau supérieur.

4.1.2. Diversités faunistiques

La composante faunistique de l'écosystème de mangrove est formée d'une multitude d'invertébrés constituée de protozoaires, de spongiaires, etc. et d'espèces telles : les détritivores mi-aquatiques mi-terrestres, de poissons, de crustacés, de mollusques, etc.

Dans les aires de mangrove au Bénin sont identifiés les périophtalmes (petits poissons amphibiens symboliques du milieu, caractérisés par des yeux proéminents et mobiles), les gastéropodes du genre *Tympanotonus fuscatiss* et *Tagelus angelatus.* Il y a aussi les espèces de crabe fouisseur (*Uca maracoani*, *Ucides cordatus*, *Uca mordax*, *cumulenta*, etc.), de crabe de rhizophores (*Aratus pisonii*), de crabe nageur (*Callinectes latimanus*) et de crabe de terre

(*Cardiosoma armatum*). Les types de mollusques identifiés sont notamment représentés par les espèces du genre *Crassostrea, Mytilus* et les palourdes.

A une échelle plus élevée, la faune aviaire est constituée entre autres par : l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus),* la petite Aigrette blanche (*Egretta thula*), le Héron bleu (*Florida coerulea*), le Héron tricolore (*Hydranassa tricolor*), le Héron bihoreau (*Nycticorax nycticorax*), l'Aigrette ardoisée (*Egretta ardesiaca),* la Grande aigrette (*Egretta alba),* le Bec en ciseaux (Rinchops nigra), le Drendocygne veuf (*Dendrocygna viduata),* le balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus),* la Gallinule Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus),* la Sterne naine (*Sterna albifrons),* la Tourterelle à collier (*Streptopelia semitorquata),* la Tourterelle maillée (*Streptopelia senegalensis),* le tisserin gardien (*Ploceus cucullatus*), l'épervier (*Accipiter erythropus*), les hirondelles rustiques et de rivage, etc.

Les reptiles qui peuplent les formations de mangrove au Bénin sont les varans (*Varanus niloticus*), les crocodiles, la couleuvre, le *Python sebae* et le *Python regius,* les batraciens (crapauds, grenouilles). Les singes, les rongeurs, le chat sauvage ou Haret (*Felis silvestris silvestris*) composent aussi la faune de cet écosystème.

Les espèces ichtyologiques dont *Tilapia heudelottii, Tilapia azilii*, *Clarias lazera*, *Penaeus duorarum*, *Macrobrachium*, les gambas, etc. sont pêchées dans les masses d'eau bordées par la mangrove de la zone d'étude et favorisent l'organisation de l'économie locale.

4.2. Fonctions socioéconomiques de la mangrove au Bénin

Les rôles socioéconomiques des formations de mangrove sont quasi-identiques à travers le monde (Soegiarto, 1991 ; Doyen et Agboba, 1985 ; Ndour *et al.*, 2011). Les activités socioéconomiques pratiquées sur la base des ressources fournies par les écosystèmes de mangrove du Bénin sont l'exploitation et la commercialisation du bois, la cueillette, la saliculture, la pêche, la chasse aux crabes de terre. Cormier-Salem (1999), Ndour (2005), Séné (2007), Hussain et Badola (2010) expliquent que les ressources de mangrove participent à l'amélioration des conditions de vie des populations des zones côtières.

4.2.1. Utilisation des bois de palétuviers dans les activités salicoles

Les sites salicoles encore fonctionnels dans les secteurs central et occidental dépendent d'une part de l'existence des tannes, de la salinité des masses d'eau mais surtout de la disponibilité du bois de palétuvier.

Les saliculteurs à 65 % témoignent de ce que le bois de palétuvier rouge (*Rhizophora racemosa*) représente en moyenne plus de 70 % du volume de bois utilisé dans la préparation du sel. Les raisons avancées par les salicultrices sont que *Rhizophora racemosa* est un bois dur et de plus, il est la seule espèce dominante dans le secteur d'étude. Cette abondance est liée à son processus de germination rapide et sa compétitivité par rapport aux autres espèces de palétuvier. Par conséquent, sa coupe incontrôlée et son utilisation continuent dans les différents périmètres salicoles pour la préparation du sel ignigène. Le bois de *Rhizophora* (photo 4.1) est obtenu pour la plupart des salicultrices par achat dans certaines localités plus ou moins éloignées telles : Gbéto kouvènanfidé, Togbin, Adounko, Docloboé, etc. Le prix d'achat actuel du tas de bois de palétuvier ayant 0,10 cm se situe entre 400 FCFA et 500 F CFA. Le prix d'un tas de bois de chauffe dont le diamètre est de 0,20 cm de diamètre est compris entre 2500 FCFA et 4500 FCFA. Il importe de mentionner que le prix des bois de palétuvier est fixé par rapport à la distance parcourue.



a b

Photo 4.1. Bois de *Rhizophora racemosa* à Djègbadji en provenance de Gbèto-Kouvènanfidé (a) et coupe autorisée à Adounko-Daho (b)

Prises de vue : Bamisso R., septembre 2011 et mai 2012

Les salicultrices affirment que le bois de palétuvier rouge, exposé au soleil pendant deux à trois mois, brûle bien et produit très peu de fumée comparativement aux autres types de palétuviers (*Avicennia*, *Laguncularia*, etc.). Le bois de *Avicennia germinans* (palétuvier blanc) consume également bien selon 20 % des enquêtés, mais sa superficie très réduite est liée à la nature du substrat et aussi au lent processus de sa germination. En outre, le bois de

Laguncularia racemosa et de *Conocarpus erectus* est aussi utilisé par la population riveraine comme bois de chauffe. Selon Toffi (1985), un mètre cube de bois de mangrove produit 63 kg de sel ignigène, alors que pour Spalding *et al.*, 2011 cela permet d'obtenir 100 kg de sel ignigène.

Le bois de palétuviers, notamment *Rhizophora racemosa*, est parfois coupé par les salicultrices, sur ordre des autorités administratives locales, lorsque l'extension des rhizophores tend à obstruer la lagune ou les voies navigables comme à Togbin, Nazounmè, Gogotinkponmè, etc.

4.2.2. Activités piscicoles liées aux formations de mangrove

La pêche en estuaires et lagunes joue un rôle important au niveau des économies nationales et représente plus des trois quarts du volume de pêche d'Afrique (GIEC, 1998). Dans la zone d'étude, plusieurs activités sont développées autour des formations de mangrove.

Les techniques de pêche développées en relation avec les formations de mangrove au Bénin sont le xa (photo 4.2a), l'acadja (photo 4.2b), la pêche à l'appât ou à l'hameçon, le djètowli, alohè, la pêche au filet, le djohoun. Leur rendement actuel est très insignifiant avec pour corollaire une insécurité alimentaire de plus en plus accrentuée dans la zone d'étude.


a


b

Photo 4.2. Dispositif de xa intégré à une formation de *Rhizophora racemosa* (a) et parc d'acadjavi fait d'un mélange de branchages d'*Elaeis guineensis* et de palétuvier rouge (b) dans le chenal Aho

Prises de vue : Bamisso R., octobre 2010 et septembre 2012

La technique de xa ou barrage d'une longueur de 100 à 400 m, est une sorte de claie en lattes d'*Elaeis guineensis*, ou de *Raphia hoockerii* tressées et implantées suivant une ligne brisée au travers de la masse d'eau (lac, lagune, étang, etc.). Ce barrage joint toujours les deux rives d'une unité lagunaire et est très souvent prolongé dans les formations de mangrove bordière

jusqu'aux terres fermes. Il est formé d'angles ouverts en entonnoir et équipés chacun d'une nasse à leurs débouchés pour capturer les espèces ichtyologiques provenant des refuges comme les formations de mangrove. Cette technique est pratiquée dans la lagune côtière, le chenal Aho et le lac Ahémé.

En effet, la rentabilité du xa n'est bénéfique qu'en période de retrait des eaux. Les prises peuvent être évaluées avant (il y a deux décennies) à plus de 200 000 FCFA dans la lagune côtière et le chenal ahô, et plus de 400 000 FCFA dans le lac Ahémé. Mais de nos jours, la rareté des poissons amène le pêcheur à trouver moins de 500 FCA comme rendement de pêche.

L'acadja (langue locale) est une sorte d'enclos piscicole ayant un diamètre compris entre 2 à 5 m (dans le chenal, la lagune côtière) et compris entre 10 à 30 m (dans le lac Ahémé). Il est établit par les pêcheurs en période surtout de basses eaux, mais parfois même en hautes eaux avec des branchages d'*Elaeis guineensis*, voire même celle de *Raphia* hookerii. C'est un ensemble de branchages fichés dans la vase du fond et regroupés de façon à former un parc rectangulaire ou circulaire. En somme, un acadja est un piège-refuge qui, à l'instar d'un récif artificiel, attire les poissons qui s'y développent et s'y reproduisent. Ces enclos installés, sont remplis de branchages de palétuviers rouge ou blanc ou mélangés à d'autres espèces végétales récoltées sur la terre ferme. Dans la zone d'étude ses enclos portent le même nom qu'il soit un acadja de grand ou petit diamètre.

En effet, l'acadja dure entre quatre à six semaines dans la lagune côtière et le chenal Ahô, et trois mois voire plus dans le lac Ahémé. Quant au lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo, l'acadja dure respectivement un an voire deux à trois ans et plus. Auparavant, les prises étaient vendues en fonction de la taille des espèces. Ainsi, la quarantaine de gros poissons étaient vendus à 1500 FCFA, les moyens à 1000 FCFA, les petits à 500 voire 300 FCFA. Mais, de nos jours il n'y a plus de gros poissons, rare fois les petits et les fretins, qui des fois n'existent même pas dans la lagune et le chenal voire même dans le lac Ahémé. Donc, le revenu des prises actuelles des acadja est de l'ordre de 2500 FCFA pour les moyens, 1500 FCFA pour les petits et de 800 voire 1000 FCA pour les fretins dans les secteurs central et occidental. Cette situation pourrait être expliquée par la courte durée des acadja dans les masses d'eau sus citées.

Cependant, dans le lac Nokoué et dans la lagune de Porto-Novo, la durée des acadja permet d'obtenir de grosses prises de poisson. La vingtaine des poissons de grande taille est actuellement de l'ordre de 8000 FCFA voire 11 000F CFA et même 12 000 FCA. La vingtaine des prises moyennes est comprise entre 3500 voire 4000 FCFA. Les petits sont de l'ordre de 1000 voire 1500 FCFA. Il faut mentionner que les prix des poissons dépendent aussi des saisons.

La pêche à l'appât ou à l'hameçon à Dohi (photo 4.3a) est, la plupart du temps, pratiquée aux abords des formations de mangrove pour capturer les poissons qui s'y sont réfugiés. Le rendement est très faible. La plupart du temps c'est un mélange de *Clarias lazera*, *Tilapia zilii* et d'*Acentrogobius schlegelli.* Le revenu journalier est estimé à moins de 250 voire 300 FCFA. Quant à la technique de Tohounga, elle consiste à disposer le filet contre les rhizophores du palétuvier rouge. Cette technique a été observée à Gogotinkponmè dans le chenal Ahô (photo 4.3b). Les prises sont limitées à une dizaine de poisson dont le prix est insignifiant ou parfois le pêcheur se contente de la consommation.


a


b

Photo 4.3. Pêche à l'hameçon à proximité de la mangrove à Dohi (a) et Tohounga à Gogotinkponmè (b) dans le chenal Ahô

Prises de vue : Bamisso R., septembre 2012

La pêche au filet se pratique soit en pirogue dans les eaux profondes soit à pied dans les eaux peu profondes à la lisière des rhizophores ou pneumatophores de palétuviers ou des prairies à *paspalum vaginatum* jouxtant la mangrove. Cette technique a été observée dans les villages installés le long du chenal Ahô comme Dohi, Nazounmè… La plupart du temps, les prises sont vendues à moins de 2000 FCFA et ce prix en divisé par le nombre de pêcheurs ayant participés à la pêche.

La technique de pêche nommée Alohè, souvent pratiquées dans les secteurs littoraux central et occidental, consiste à fouiller à la main et à capturer dans la vase sous les jeunes pousses de palétuvier ou aux abords des prairies les poissons qui s'y sont réfugiés. La plupart du temps se sont des poissons juvéniles et même de tout petit poisson qui sont capturés. Leur vente est très rare, ils sont la plupart du temps destinés à la consommation.

Par ailleurs, la pêche aux crabes nageurs (*Callinectes latimanus*) est généralement pratiquée (en activité secondaire) par les femmes (photo 4.4) en partie les salicultrices à l'aide de l'instrument appelé *églè*. Les crabes sont piégés dans les eaux à proximité des acadja et parfois aux alentours des palétuviers sous lesquels ils se sont certainement développés. Le revenu des crabes pêchés dépend du nombre de panier obtenu. Les revenus peuvent avoisinés 5000 CFA voire même plus. Cependant, lors de la période de crue, les revenus sont très négligeables.



a b

Photo 4.4. Femmes pratiquant la pêche à *Callinectes latimanus* dans la lagune côtière (a) et à proximité des rhizophores à Djègbamè (b)

Prises de vue: Bamisso R., septembre 2011

Ces femmes à défaut d'exercer les activités salicoles en période de crue procèdent à la chasse aux crabes de terre (*Cardiosoma armatum*) dans les prairies à *paspalum vaginatum* en arrière plan de la mangrove ou parfois sous les rhizophores ou les pneumatophores sur terre ferme. Lorsque la prairie est trop dense, elle est incendiée pour faciliter le repérage des crabes. Par ailleurs la quarantaine des crabes est vendue à 800 FCFA en période de crue dans le chenal ahô, et de 1000 à 1200 FCFA dans la commune de Grand-Popo. Par contre sur le lac Nokoué, la quarantaine est vendue à 2000 FCFA pour les moyens et de 2500 voire 3000 FCFA pour les plus gros.

Outre la pêche, la cueillette des huîtres est notamment développée dans le secteur central où elles sont cultivées de façon individuelle ou collective à partir des naissains provenant de Gbéhoué (Grand-Popo). La plupart du temps des enclos d'ostréiculture sont érigés dans les masses d'eau indiquant l'élevage des huîtres. A maturité, les huîtres sont vendues en fonction de leur taille et de leur poids à des structures hôtelières dont la quarantaine varie entre 3000 et 4000 FCFA. Parfois même, certaines femmes se chargent de leur transformation en les disposants sur des bâtonnets dont l'unité est à 50 FCFA pour cinq voire huit naissains comme par exemple dans le lac Nokoué.

4.3. Utilités culturelle, éducative et scientifique des écosystèmes de mangrove

La mangrove, du point de vue culturelle, est considérée comme un écosystème tabou/sacré et leur accès est interdit dans certaines localités de Ouidah et de Grand-Popo. En effet, ce caractère sacré de la mangrove fait de cet écosystème un lieu de sacrifice périodique et de vénération de certaines divinités. Les cas de la mangrove à Aboékan (Djègbadji) à proximité de laquelle a été implantée la divinité Dan, les îlots d'Avlékétézoun, de Vodountô, de Lègbazoun situés dans la commune de Ouidah, de l'Ile de Mitogbodji et de l'île de Dagboehouèzoun sur le lac Ahémè et de la forêt sacrée d'Allongo près de Grand-Popo sont des exemples.

Dans la logique des acteurs locaux, la forêt de mangrove n'est pas seulement un écosystème, un ensemble des éléments de la nature (végétation, animaux, poisson, sol, etc.), mais une âme, un lieu sacré qui requiert respect, protection et mérite d'être conservé (Moutila, 2011). Ainsi, la mangrove de Vodountô est entièrement protégée par la réglementation traditionnelle.

La fonction spirituelle des formations de mangrove sacralisées et l'interdiction d'accès leur permettent de garder leur structure initiale et de contribuer à l'équilibre écologique (habitat, lieux de conservation de la biodiversité, etc.) de la zone d'étude. Par conséquent, la culture et le culte, instaurés par les autorités traditionnelles constituent des formes de conservation et de protection durable de la mangrove dans la zone d'étude. Les formations de mangrove sacralisées fournissent, selon 80 % de la population, pendant la période sèche des opportunités de valorisation et d'emplois à travers les visites touristiques. Les guides touristiques choisis et formés pour exercer cette activité ont des connaissances sur l'écologie et la biologie de la mangrove ainsi que les moyens à développer pour sa conservation.

Sur le plan éducationnel et scientifique, les formations de mangrove sont considérées comme des supports didactiques pour les établissements primaires, secondaires et universitaires. La mangrove de Togbin, Vodontô et de Djègbadji voire de Grand-Popo constitue des lieux de visite pédagogique pour les apprenants des formations primaires, secondaires, professionnelles et techniques et universitaires (Géographie, agronomie, protection de l'environnement, etc.). Dans ce sens, la mangrove a une fonction d'« unité paysagique école » au niveau de laquelle s'organise des modules d'acquisition de savoir sur tous les enjeux (écologique, social, économique, environnemental) dont elle est le centre. La promotion de l'utilisation durable des ressources de mangrove comme les poissons, huîtres, crabes et crevettes, etc. (ISME, 2004) devient une préoccupation majeure de la recherche scientifique. L'utilisation de la mangrove par les scientifiques est reconnue par 58 % de la population qui explique que des visites y sont régulièrement organisées pour appréhender l'état de l'écosystème et les sensibiliser sur sa gestion rationnelle.

4.4. Fonction de la mangrove dans le développement de l'écotourisme

Selon Ecotourism Society (1991), l'écotourisme est un voyage dans des aires naturelles dont l'objectif est de comprendre les cultures et l'histoire naturelle de l'environnement, qui prend garde de ne pas altérer l'écosystème et génère des opportunités économiques faisant que la préservation des ressources naturelles profitent aux populations locales ». En effet, Buckler (1994), cité dans Brandon (1996) distingue quatre formes de tourisme qui peuvent revendiquer l'appellation « écotourisme » : le tourisme de nature, le tourisme de conservation, le tourisme écologique et le tourisme soutenable.

Dans la zone d'étude, c'est le tourisme de nature qui est pratiqué dans les milieux humides tels : la mangrove, les forêts inondables, les vasières, les tannes, etc. En effet, la mangrove un potentiel écotouristique inestimable du fait qu'elle abrite une grande diversité avifaunique qui attire dans les secteurs central et occidental des milliers de touristes. Les centres d'intérêt touristiques sont les paysages, l'observation d'oiseaux, la plongée ainsi que la visite de certains îlots de mangrove sacrées ou privés. Les sites touristiques privilégiés pour la plupart et visités aujourd'hui sont entre autres : la mangrove de Togbin (à caractère patrimoniale), le vodountô, Avlékété, le site touristique du lac Ahémé et l'île de Mitogbodji, le parcours Gbècon Kpogandji jusqu'à la Bouche du Roy où s'observe une langue de sable très convoitée par l'avifaune.

Les visites écotouristiques se font parfois par pirogue, barque motorisée ou à pieds (surtout en période de grande saison sèche) dans les formations de mangrove accessible par circuit pédestre. Les guides touristiques (excellents en botanique et en ornithologie) à 70 % expliquent que la plupart des espèces aviaires qui peuplent la mangrove sont tant migratrices que sédentaires. Leur présence dans les palétuviers est un bon indicateur de leur état écologique qui leur sert d'habitat. La migration périodique des espèces aviaires, se produit habituellement lors des bouleversements de leur chaîne alimentaire ou des variations climatiques. D'après, Christy (1999), la grande saison de pluies et la petite saison sèche sont les moments de prédilection de leur migration. D'autres migrations moins remarquables mais de grande importance s'effectuent pendant la petite saison des pluies et au cours de la grande saison sèche. Quand aux espèces résidentes, elles nichent toute l'année dans les formations de mangrove.

Les oiseaux, objets de curiosité touristiques dans les milieux vaseux, de forêts marécageuses et des aires de mangrove sont très variés (photos 4.5 et 4.6).



Gallinula chloropus *Centropus senegalensis* *Pandion haliaetus*

Photo 4.5. Quelques oiseaux des zones humides du Bénin

Source : ABE (2006)

Les autres espèces de la mangrove sont entre autres : Héron melanocephale (*Ardea melanocephala*), Crabier chevelu (*Ardeola ralloides*), Pélican gris (*Pelecanus rufescens*), Gonolek de barbarie (*Laniarus barbarus*), Hirondelle de rivage (*Riparia Riparia*), Martin-pêcheur pie (*Ceryle rudis*), Gallinule poule d'eau (*Gallinula chloropus*), Râle noir (*Amaurornis flavirostris*), Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), etc. Ces oiseaux se nourrissent essentiellement de débris organiques, d'invertébrés et de poissons dont la mangrove en est un important réservoir.



Photo 4.6. Les espèces *Egretta alba* (a), *Pandion haliaetus* (b) dans le chenal Ahô et *Egretta ardesiaca* (c) dans la lagune côtière

Cliché : Bamisso R., décembre 2012

Par ailleurs, les visites touristiques proposées aux touristes dépendent de la distance du circuit à parcourir, de la richesse du milieu, des activités à mener sur le site (l'ornithologie, la baignade, le surf, le vollet ball, etc.) mais aussi de la restauration. Pour le circuit Grand-Popo-Bouche du Roy, les tarifs étaient estimés à 30 000 FCFA il y a six ans pour un couple étranger. De nos jours ils sont fixés à 40 000 FCFA voire 45 000 FCFA pour la barque motorisée et de 20 000 à 25 000 FCFA pour les pirogues à rame.

La création des activités écotouristiques autour de la mangrove génère des revenus non négligeables à la population riveraine. Ces revenus locaux sont perceptibles à travers les changements dans les modes de gestion visant la protection et la préservation de la biodiversité. Cette nouvelle orientation sera bénéfique au Projet Route des Pêches dans lequel la stratégie gouvernementale vise à valoriser le tourisme comme axe de développement économique et de lutte contre la pauvreté.

La figure 4.2 montre le rôle économique incitatif de l'écotourisme dans la zone d'étude.

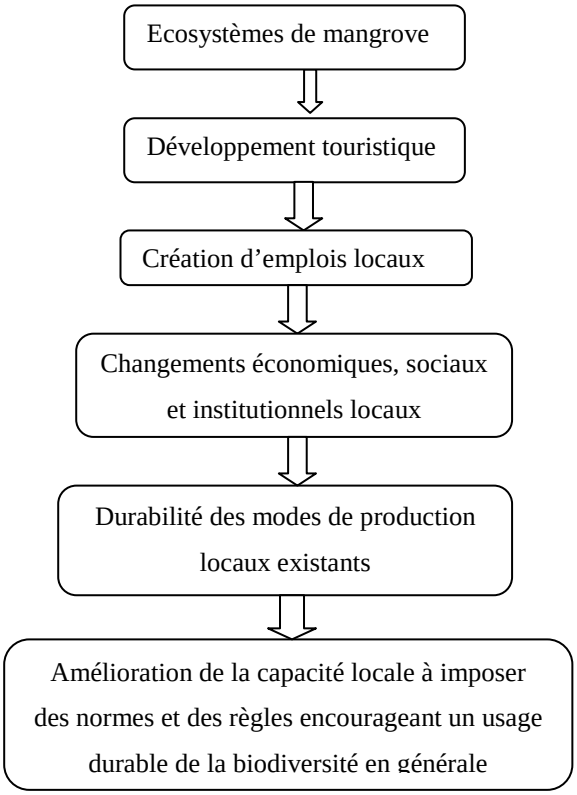


Figure 4.2 : Relations entre développement local du tourisme et la conservation de la biodiversité au Bénin. *Inspiré de Winder 2000*

Sur le circuit défini de Togbin/Adounko Daho, Djègbadji à Avlékété entre l'océan atlantique et la lagune côtière sur les berges de laquelle se développe la mangrove, le potentiel écotouristique est inestimable : avifaune, masse d'eau et formations végétales sacralisées (Vodountô, Lègbazoun, Mouzoun, etc.), activités socioéconomiques (maraîchage, pêche artisanale, saliculture…, etc).

4.5. Utilisation des espèces végétales associées à la mangrove

La diversité végétale qui compose les écosystèmes de mangrove, outre les palétuviers est aussi utilisée par la population riveraine à des fins socioéconomiques.

Le bois de *Dalbergia ecastaphyllum* tout comme celui de *Machaerium lunatus* est aujourd'hui utilisé par les salicultrices à défaut de celui des palétuviers dans le secteur occidental. Il est parfois coupé et vendu seul ou en association avec le palétuvier rouge pour la préparation du sel ou la cuisson domestique. En outre, les dérivés de *Raphia hookeri* (bois, branchages, nervures) sont utilisés généralement par les pêcheurs dans la construction des parcs acadja ou des barrages « xa ». Le bois de *Raphia* sert aussi comme bois de chauffe ou de construction

des habitations. Les populations dans le chenal Ahô (Nazoumè, Kogbodji, Kpétédji, etc.) utilisent aussi le suc de *Raphia* comme vin, étant donné sa ressemblance au vin d'*Elaeis guineensis*.

Quant aux herbacées, *Typha australis* est utilisée dans la fabrication des toitures surtout lors des cérémonies, nattes, paniers et sert dans la confection des plafonds et des matelas artisans ; *Sesuvium portulacastrum* sert dans le fumage des poissons du fait qu'elle permet d'obtenir à la fin de la cuisson des poissons bien fumés.

4.6. Utilisations domestiques et pharmaceutiques des composantes de mangrove

Les espèces ligneuses qui constituent la mangrove sont utilisées comme bois-énergie (bois de chauffe et charbon) dans les ménages de la plupart des localités bordées par cet écosystème. Le bois de palétuvier rouge donne un charbon de consistance très apprécié de 63 % des enquêtés. Dans les différents ménages, 50 % des bois de palétuvier rouge et blanc ont été utilisés dans la construction des habitats, cases, charpente, enclos, etc. Pour ce faire, l'utilisation notamment du bois de palétuvier rouge dans la construction est due à sa dureté et à sa résistance à des insectes foreuses ou à des termites rongeuses de bois. Quant au bois de palétuvier blanc, il n'est pas pour autant utiliser dans la construction selon 81 % de la population du fait de son rapide effritement (Bamisso, 2006).

Par ailleurs, les utilisations pharmaceutiques bien que non encore certifiées ne sont pas négligeables dans la médecine traditionnelle et l'automédication. Pour 40 % des enquêtés, les touffes des feuilles de *Rhizophora racemosa* et d'*Avicennia germinans* sont utilisées pour guérir la plaie buccale (stomatite) chez l'enfant. De plus, pour arrêter les saignements, les touffes mastiquées sont localement appliquées sur les plaies pour faire coaguler le sang. Pour lutter contre la fatigue sexuelle, une frange de la population se sert de la lotion faite à base de pneumatophores de *Avicennia germinans* lavées et séchées et trempés dans de l'alcool locale (*sodabi*) ou du vin de palme.

En outre, l'infusion de l'écorce de *Laguncularia racemosa* permet de guérir la dysenterie, les aphtes, la fièvre et le scorbut. *Acrostichum aureum* est utilisée en infusion par près de 70 % de la population en association avec d'autres plantes pour les toilettes du nouveau né afin d'accélérer la locomotion dès neuf à dix mois de sa croissance.

4.7. Valeur économique optionnelle de la mangrove au Bénin

4.7.1. Valeurs d'usage direct et de non usage

La valeur annuelle des formations de mangrove a été évaluée entre 200 000 et 900 000 dollars US par km² (UNEP-WCMC, 2006). Dans certaines localités de la zone d'étude, les pépinières ou propagules de la mangrove ont une valeur économique potentielle, reconnue lors des campagnes de reboisement organisées par des institutions comme CeRPA ou des programmes tel que PADPPA. Une plantule de propagule reboisée dans la zone d'étude est payée 10 FCFA par PADPPA et 15 FCFA par les CeRPA.

La résolution VII.21, prise lors de la septième conférence des parties de la Convention Ramsar relative aux terres humides (Costa Rica, 1999), reconnaît la valeur économique, sociale et environnementale de la mangrove pour la pêche, la biodiversité, la protection des côtes, les loisirs, l'éducation, la qualité de l'eau. En effet, des valeurs sont attribuées à la mangrove à savoir : celles d'usage direct, de non usage, et la valeur d'existence ou valeur patrimoniale (CEL, 2002). La valeur d'usage direct est celle permettant à la population riveraine d'exercer d'une part les diverses activités socioéconomiques en rapport avec la mangrove et d'autre part d'en tirer des bénéfices. Ainsi par exemple, certaines communautés transforment les cendres d'*Avicennia* et *Rhizophora* qui possèdent des propriétés permettant de fabriquer le savon (Bandaranayake, 1998; NOAA, 2002). A travers, cette valeur, les produits halieutiques pêchés sont vendus sur les rives des masses d'eau où les prises ont été faites et transportés sur les marchés locaux. En effet, pour 70 % de la population, cette valeur d'usage direct de la mangrove entraîne des recettes journalières non négligeables de 700 à 2000 FCFA parfois plus.

Quant à la valeur de non usage, c'est-à-dire celle utilisée indirectement par la population, elle prend en compte les fonctions écologiques de la mangrove (protection de la côte, oxygénation, rôle de nurseries, régulation, etc.). Cette valeur de la mangrove est tangible lorsque la mangrove n'est pas détruite contrairement à ce que l'analyse de l'occupation du sol montre au Bénin.

Les aires de mangrove en propriété privée ont permis, dans le secteur occidental du Bénin, le développement du tourisme de vision contre 1500 FCFA pour un groupe de quatre touristes. La mangrove en tant que propriété privée est très répandue dans la commune de Grand-Popo. Par conséquent, les frais touristiques perçus sont répartis de la manière suivante : 1000 FCFA

pour le propriétaire et 500 FCFA pour l'entretien de l'écosystème. Cet entretien consiste à débroussailler, à larguer les branches obstruant les passages et même à repiquer des propagules en arrière plan de la mangrove pour étendre les périmètres. En effet, cette activité qui est intense dans les mois d'août, décembre, février et mars revient à dire que la valeur économique annuelle de la mangrove s'échelonne entre 100000 et 180000 FCFA pour le propriétaire.

La figure 4.3 montre les liens entre la structure, les processus, les fonctions, les services et les valeurs de la mangrove au Bénin.

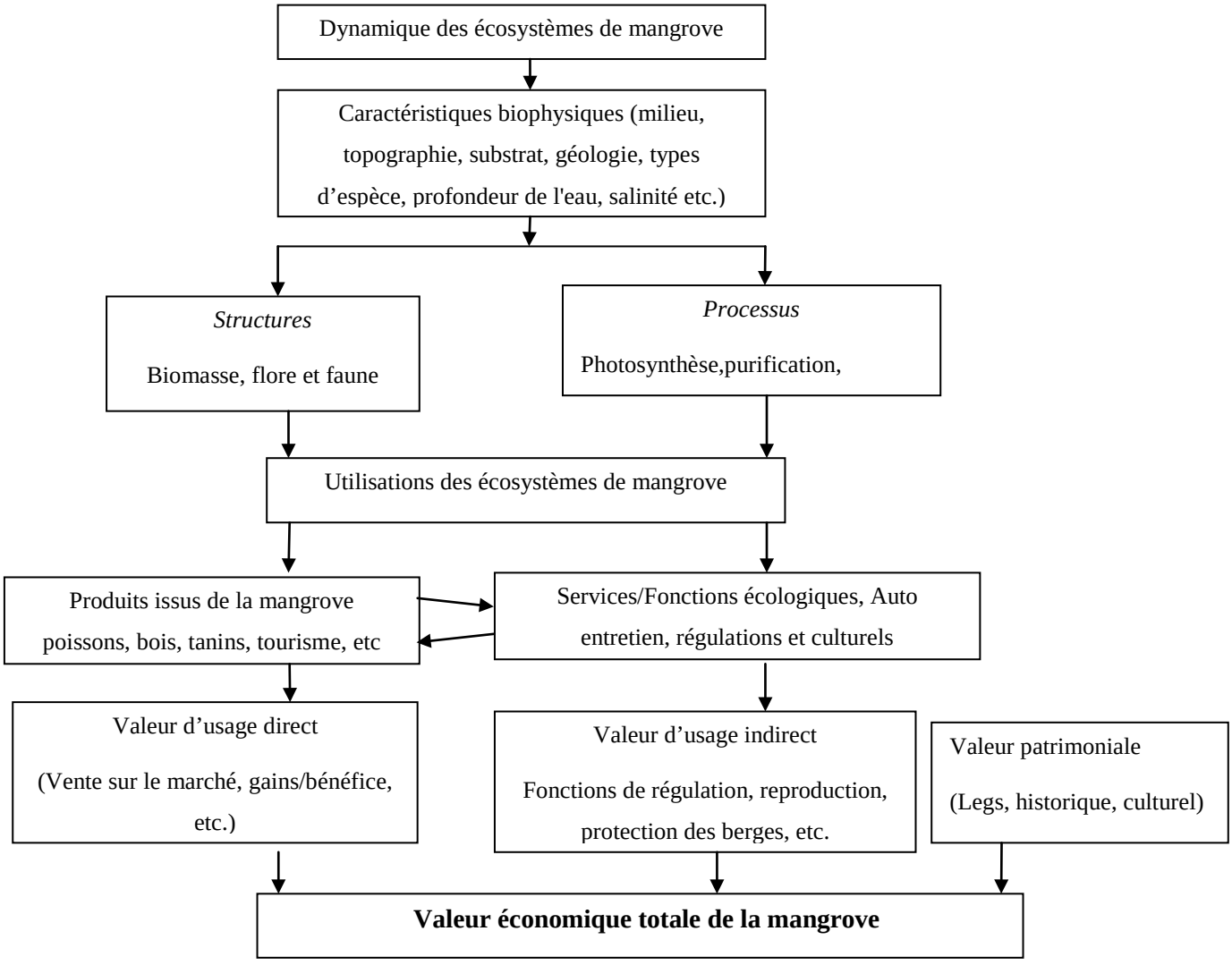


Figure 4.3 : Ecosystèmes de mangrove : Structure, processus, fonctions, services et valeurs

Par ailleurs, la valeur patrimoniale s'explique par les différents types de préservation/conservation et qui ont permis et permettra à la génération future d'acquérir des connaissances sur la mangrove depuis son existence : *la valeur de legs*.

Les différentes valeurs que peuvent prendre cet écosystème dépendent de leur état, de leur évolution, de leur sauvegarde. Selon 97 % de la population riveraine, c'est la valeur de legs qui leur a permis de retracer l'histoire de la mangrove, car les fonctions qu'elle assurait il y a plus d'un siècle, sont surtout piscicoles.

4.7.2. Fonction aquacole

La fonction aquacole de la mangrove est déterminée par l'importance de la production des nutriments indispensables à la croissance des espèces halieutiques. Il s'agit de développer comme aux Philippines (Primavera, 2000 ; Primavera et Esteban, 2008) et à Madagascar un Système Intégré Aquaculture-Mangrove (SIAM) dans les localités littorales du Bénin où la mangrove est dans un état écologique satisfaisant. Ajouté la pêche à la mangrove constitue un produit dérivé comme le bois de chauffage, le charbon, le bois de construction, le fourrage (Primavera, 2000).

Dans le cadre d'une diversification des activités de production et au lieu de baser l'économie locale sur la destruction de la mangrove, la population riveraine pourrait en tirer profit en adoptant le système aquacole intégré à la mangrove.

Dans la zone d'étude, les prémices de ce système existent déjà étant donné que certains pêcheurs ou salicultrices aménagent des bassins ou retenues d'eau artisanales dont les abords sont plantés de palétuviers (photo 4.7).


a


b

Photo 4.7. Aménagement intégré mangrove-piciculture à Agbanzinpkota (b) et à Togbin (b)
Prise de vues : Bamisso R., décembre 2012

Les bassins aquacoles ont une longueur de 20 m et une largeur de 5 m avec de profondeur variant entre 1,5 m 2 voire 3 m, s'étendent sur des superficies plus ou moins grandes dans la

prairie à *paspalum*, ou dans des tannes non herbacées ou parfois même à 1 m de des berges. Ces bassins servent notamment à l'élevage des poissons (carpes, silures, etc.). On en dénombre 27 bassins dans la zone d'étude.

Pour l'amélioration et l'optimisation du SIAM, il faudra promouvoir l'élevage des crabes de mangrove (crabes nageurs et de terre), des crevettes et des huîtres. Bien que ce type d'activité notamment d'élevage des huîtres, menée par les salicultrices dans les marais salants à Togbin Dénou, Djègbadji, Dégoué, Gogotinkponmè, etc. existe, elle mérite un développement à grande échelle dans l'espace. Ainsi, des organisations communautaires peuvent être instituées autour des formations de mangrove pour une réorientation de leurs fonctions primaires et leur sauvegarde tout en procurant des richesses.

4.7.3. Place de la mangrove dans l'agroforesterie de la zone d'étude

L'agroforesterie comprend, selon le World Agroforestry Center (2012), tous les systèmes et pratiques d'utilisation des terres, dans lesquels des plantes ligneuses pérennes sont cultivées sur des parcelles également exploitées pour des productions agricoles ou animales, qu'il s'agisse d'une association spatiale ou temporelle.

Au Bénin, le système agroforestier de la mangrove consiste non pas en une association intégrée des différents types d'arbres ou de cultures mais plus en une association indirecte. Il s'agit plus de pâturages humides internes ou d'arrière-mangrove, de plantations, de cultures saisonnières ou maraîchères d'arrière-mangrove (photo 4.8).


a b

Photo 4.8. Système agroforestier mangrove (*Avicennia germinans*) - pâturage à *Paspalum vaginatum* à Grand-Popo (a) et cocoteraie - culture maraîchère d'arrière - mangrove (b) à Avlékété (b)

Prise de vues : Bamisso R., novembre 2010 et mai 2012

L'agroforesterie à base de la mangrove couvre environ un tiers des aires littorales du Bénin en périphérie des villages. Elle est plus pratiquée en arrière plan de la mangrove compte tenu de l'influence de la marée et de la salinité des sols, et est constituée d'un mélange d'espèces arborescentes, arbustives mais aussi herbeuses.

Les cultures sont habituellement pratiquées sur les plaines fertiles soit sur les espaces déboisés soit sur des périmètres où la mangrove jadis étendue vers les terres a été détruite par la population riveraine. Les cultures sont réalisées manuellement sur de petites parcelles à environ 20 à 30 m des palétuviers sur des pentes faibles et aussi sous les strates de cocotier jouxtant la mangrove. Les cultures pratiquées sont la tomate (*Lycopersicom esculentum*), le piment (*Capsicum frutescens*), la carotte (*Daucus carotta*), le pastèque (*Colocynthis citruldus*), etc. Les parcelles cultivées sont détenues en grande partie par les femmes, en particulier les salicultrices qui en période d'inactivité de la saliculture (préparation du sel ignigène) ou lors des inondations des salines. En dehors de ces cultures, il existe aussi des bananeraies, la production du maïs, des plantations de canne à sucre, manioc, patate, etc. qui constituent l'œuvre des pêcheurs mais également des femmes. En outre, les plantations d'une importance économique qui côtoient les formations de mangrove sont celles de cocotier (*Coco nucifera*), de caïlcédrat (*Khaya senegalensis*), de neem (*Azadirachta indica*), d'eucalyptus (*Eucalyptus camadulensis*) et de filao (*Casuarina equisetifolia*).

Par ailleurs, les fourrages de *Paspalum vaginatum* considérés dans ce travail comme produits agroforestiers, se développent naturellement soit à l'intérieur soit à l'extérieur des formations de mangrove notamment au niveau des aires terrestres de *Avicennia germinans*. Cela s'intègre dans le cadre de ce que Baumer (1997) désigne par l'agroforesterie animale qui comprend les cas où une production fourragère est obtenue dans une parcelle arborée mais aussi les cas où il y a présence simultanée d'arbres et d'animaux, ces derniers pouvant consommer du brout (fourrage d'arbre) ou du fourrage herbacé. En outre, l'élevage des bœufs particulièrement la race lagunaire trypanotolérante se pratique de plus en plus par la population riveraine du fait de la disponibilité des fourrages de *Paspalum vaginatum*. Les produits agroforestiers de mangrove sont destinés à la consommation d'une part, et à la vente sur les marchés locaux de Kpahou, Kpassè, Comè, Honsoukouè, Cococodji, Ouando et à Dantokpa d'autre part.
Le tableau IV.1 présente le point des usages faits de la mangrove par les populations riveraines du Bénin.

Tableau IV.1 : Synthèse des produits de mangrove et service de la mangrove au Bénin

Provision		**Régulation**		**Support**		**Culturel**	
Biens et produits		***Processus naturels***		***Processus naturels qui maintiennent d'autres services écosystémiques***		***Avantages non matériels***	
Services	**Exemples**	**Services**	**Exemples**	**Services**	**Exemples**	**Services**	**Exemples**
Ressources forestières	Matériaux de construction, bois-énergie, aliments, matière ornementale, fourrage	**Stockage de carbone et séquestration (carbone bleu)**	Fort taux de séquestration et de stockage de carbone	**Cycle de nutriment**	Maintient le flux de nutriment dans l'air le sol et la végétation	**Esthétique**	Beauté du paysage
Pêcherie	Poissons, crabes, crevette et autres espèces marines	**Protection côtière**	Régulation des inondations : Protège contre les tempêtes et les inondations	**Stabilisa-tion du sol**	Les racines contraignent l'eau et piège les sédiments	**Education-nel**	Recherche/ Education/ Opportunité de formation et d'étude
Ressources génétiques	Espèces sauvages et gènes utilisés pour la reproduction animal/biotechnologie dérivée des produits d'espèces de mangrove		Maîtrise de l'érosion : Contribue à l'atténuation des vagues et la stabilisation des sols	**Production primaire**	Matière organique produite à travers la photosynthèse	**Récréative**	Ecotourisme (en barque, randonnée pédestre, observation d'oiseaux, pêche sportive, etc.)
Biochimique et médicinal	Commercial et Médecine traditionnel à partir des feuilles, fruits, écorces et autres dérivés	**Régulation de l'eau**	Captage d'eau et recharge des eaux souterraines	**Production d'oxygène**	Libération d'oxygène lors de la photosynthèse	**Patrimoine et spirituel**	Valeurs culturelles et spirituelles placées dans la mangrove (*Vodounzou*)
		Biofiltration	Extraction d'excédent de nutriments et dépollution de l'eau et du sol	**Habitat écologique**	Habitat crucial (nurseries pour une large gamme de flore et de faune)		

Conclusion partielle

La mangrove au Bénin joue plusieurs rôles allant de l'équilibre écologique du milieu littoral au soutien de l'économie locale. Les formations de mangrove procurent ainsi plusieurs avantages tant pour la biodiversité que pour la population riveraine. De par leurs ressources biologiques, les activités socioéconomiques développées par la population riveraine sont la saliculture, la pêche, le tourisme, l'agroforesterie, la pisciculture, etc.

Les attributions de la mangrove dans la zone d'étude sont les valeurs directes utilisées par l'homme, celles indirectes qui prend en compte les fonctions régulatrices (les services) écologiques dont la protection de la côte, la maîtrise de l'érosion, la stabilisation des sédiments, la régulation du microclimat et des inondations, la régénération et l'approvisionnement de nutriments, les nurseries, etc. Outre cela, la mangrove a une valeur scientifique, éducationnelle, historique, culturelle et esthétique.

La valorisation de la mangrove dans un cadre d'écodéveloppement n'est possible que dans le scénario optimiste d'évolution progressive des aires de cet écosystème au Bénin.

TROISIEME PARTIE

VALORISATION DE LA MANGROVE, CONTRAINTES ET STRATEGIES DE LEUR GESTION DURABLE AU BENIN

Chapitre V

VALORISATION POTENTIELLE DE LA MANGROVE AU BENIN

Les débats actuels sur le fond vert pour le climat, le marché de carbone, la lutte contre les changements climatiques par l'approche de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou de développement des puits de carbone place la mangrove dans une vision d'exploitation à court, moyen et long terme. Ainsi, sont analysées dans ce travail les capacités de séquestration de carbone des aires de mangrove du Bénin, de même que la granulométrie des sédiments, déterminant dans les émissions de CO_2. Aussi, les services de cet écosystème en termes d'écodéveloppement sont analysés dans le but de sa gestion durable.

5.1. Capacités de séquestration de carbone de la mangrove

L'attention portée au réchauffement climatique global et à l'augmentation des concentrations en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (principalement Ca, CH_4, et N_2O) a conduit à s'interroger sur le rôle joué par les sols en tant que source ou puits de carbone (C) (Houghton, 2003).

Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane (CH_4) par des sédiments de la mangrove sont des sources potentielles de gaz de serre atmosphérique et de ce fait peuvent contribuer à la modification climatique globale (Purvaja et Ramesh, 2001 ; Borges *et al.*, 2003 ; Biswas *et al.*, 2004 ; Barnes *et al.*, 2006). Mais plus important, la production primaire élevée des arbres de palétuviers, l'accumulation et le stockage permanent de carbone organique dans les sédiments indiquent que beaucoup d'environnements de mangrove sont aujourd'hui des réservoirs de CO_2 atmosphérique (Alongi, 2007 ; Tateda *et al.*, 2007 ; Bouillon *et al.*, 2008 ; Kristensen *et al.*, 2008). Le bilan en carbone d'un écosystème est difficile à estimer et varie selon les zones biogéographiques, les époques, l'histoire du site, le stade de croissance de l'espèce, les risques d'incendie, de sécheresse et d'inondation, et de nombreux autres facteurs tels que l'action d'insectes défoliateurs ou d'autres parasites des arbres (*Wikipédia*, 2010).

Selon Portier (2005), le stockage de CO_2 peut être biologique, par exemple par reboisement afin de favoriser la photosynthèse qui transforme le CO_2 en matière organique (O_2). Ainsi, les services en général et la capacité de stockage de carbone en particulier des formations de

mangrove dépendent de leur composition architecturale en herbacées, jeunes plantules de palétuviers, espèces de taille moyenne et espèces adultes (tableau V.1).

Tableau V.1 : Efficacité relative des herbacées et des palétuviers le long des berges des masses d'eau de la zone d'étude.

Avantages	Herbacées	Jeunes plantules	Palétuvier moyen	Palétuvier adulte
Stabilisation des berges	Faible	Moyenne	Moyenne	Elevée
Filtration des sédiments	Elevée	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Habitats faunistiques	Faible	Moyenne	Moyenne	Elevée
Protection contre les inondations	Faible	Moyenne	Moyenne	Elevée
Produits économiques	Moyenne	Très faible	Faible	Moyenne
Séquestration de carbone	**Faible**	**Faible**	**Moyenne**	**Elevée**

Source : Adaptée de Dosskey *et al.* (1997)

La séquestration de carbone est plus importante avec les espèces de palétuvier moyen et adulte que les jeunes plantules et les herbacées associées. Selon l'IFN (2005), l'âge des peuplements est le principal facteur de variation de stock de carbone par hectare. A cet effet, plus les formations de mangrove sont matures et plus elles séquestrent le carbone. Mais, Schuman *et al.* (2002), estiment que le stock de carbone du sol dépend fortement du mode d'usage des terres qui peut être responsable de changements importants des stocks de carbone des horizons de surface.

Les formations végétales de mangrove absorbent le CO_2 par photosynthèse, en particulier lors de leur croissance. Lorsque l'on cumule les différents puits de carbone au sein de la mangrove, c'est-à-dire l'export, l'enfouissement et la minéralisation, ces derniers ne représentent que 50 % du carbone fixé par les palétuviers lors de la photosynthèse (Bouillon *et al.*, 2008). Le substrat sur lequel se développe la mangrove contient un grand volume de carbone, qui atteint 10 % ou plus et chaque hectare de sédiments peut contenir près de 700 tonnes de carbone par mètre de profondeur (Ong, 2002).

Ces propriétés géochimiques peuvent être aussi assimilées aux écosystèmes de mangrove dont la granulométrie des sédiments montre plusieurs variantes tant dans les masses d'eau que sous les palétuviers de la région.

5.2. Analyse granulométrique de quelques localités de la zone d'étude

La structure de la végétation forestière de mangrove est un bon indicateur des processus de sédimentation et des changements environnementaux (Cunha-Lignon *et al.*, 2009). Aussi, Amoussou (2010) explique que la granulométrie des dépôts sédimentaires informe sur la taille des particules détritiques et sur la nature de leur transport afin d'en déduire leur origine. De plus, GIEC (2002) explique que les mangroves occupent une zone de transition entre la mer et la terre qui est le résultat d'un équilibre entre les processus d'érosion par la mer et les processus de dépôts d'origine terrestre.

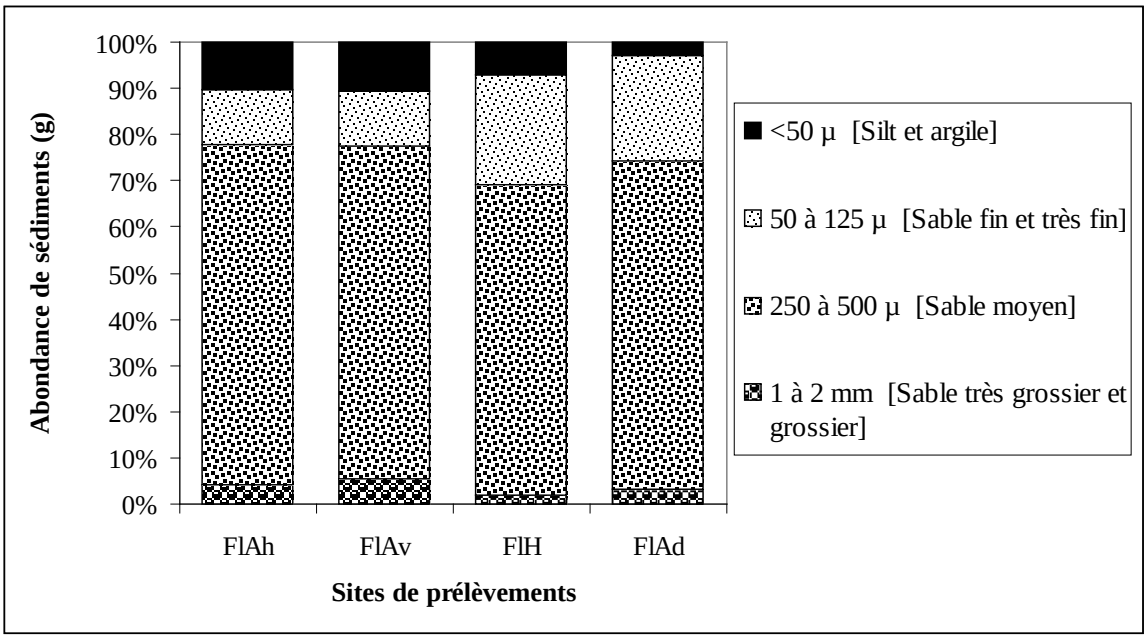
L'analyse des sédiments de quelques sites de la zone d'étude (fond de la lagune côtière et de celle de Grand-Popo, du chenal Ahô et du lac Ahémé et des formations de *Rhizophora racemosa* et d*e Avicennia germinans*) a permis de mettre en évidence la variation granulométrique des sols de mangrove de même que leur abondance relative.

Les figures 5.1 et 5.2., indiquent les fractions granulométriques des différents sédiments et leur abondance tant sous les palétuviers que dans le fond de la lagune côtière, du Chenal ahô et de celui de la lagune de Grand-Popo.

Les résultats relatifs à la granulométrie de la lagune côtière montrent que, dans les fonds des masses d'eau, les sables très grossiers et grossiers ont une proportion de sédiments comprise respectivement entre 0,90 % et 3,21 % à Aholoboé et de 0,46 % et 1,50 % dans la localité de Hiyo. En outre, le sable moyen a une proportion respectivement de l'ordre de 23,78 % et de 49,98 % dans la localité de Aholoboé ; celle de Hiyo ne représente que 20,05 % et de 47,2 %.

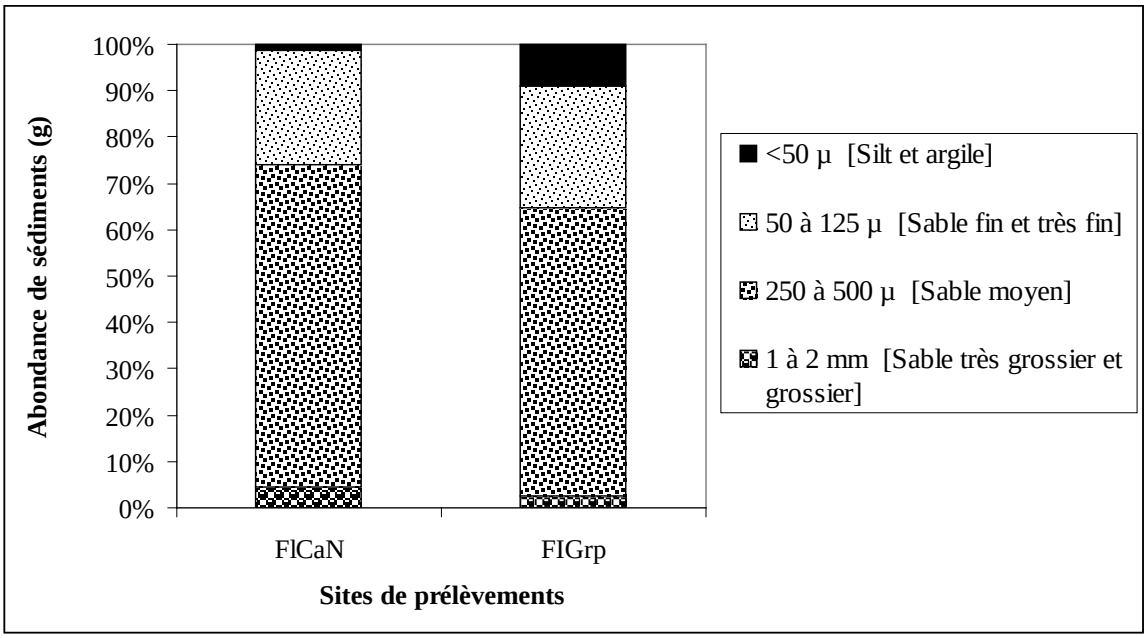
Par ailleurs, les sables fins et très fins ont une proportion de sédiments compris respectivement entre 11,62 % ; 0,06 % et 0,02 % dans la localité de Aholoboé. Par contre, elle est de 21,77 %, 1,91 % voire 0,02 % dans la localité de Hiyo.

Cependant la fraction fine représentée par le silt et l'argile et qui est partie lors du lavage représente respectivement 10,43 % dans la localité de Aholoboé et de 7,07 % à Hiyo. En effet, dans le fond des masses d'eau lagunaire, le sable moyen est très abondant. Par ailleurs, la figure 5.2 montre la répartition des sédiments dans le chenal Ahô et la lagune de Grand-Popo.



FlAh : Fond lagune Aholoboé FlAV : Fond lagune Avlékété ; FlH : Fond lagune Hiyo, FlAd : Fond lagune Adounko

Figure 5.1 : Répartition des sédiments et leur abondance dans le fond de la lagune côtière



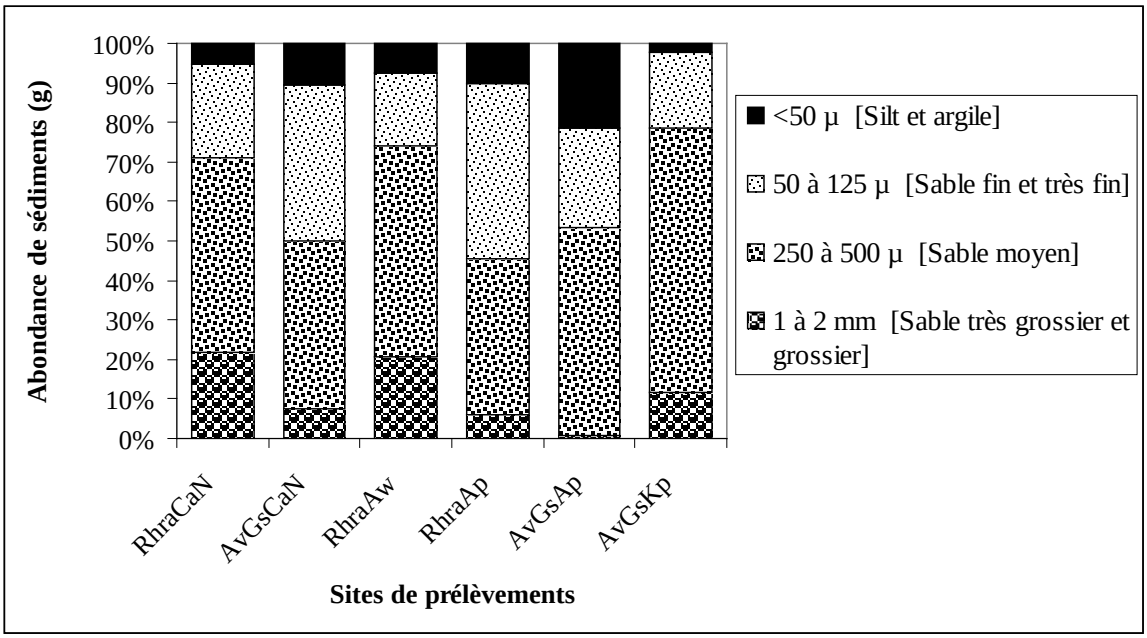
FlCaN : Fond lagune Chenal Ahô ; FIGrp : Fond lagune Grand Popo

Figure 5.2 : Répartition des sédiments et leur abondance dans le fond du Chenal Ahô et de celui de la lagune de Grand-Popo

De l'analyse de cette figure, il ressort que dans les fonds des masses d'eau du chenal et de la lagune de Grand-Popo le sable très grossier et grossier a une proportion de sédiment compris respectivement entre 20,05 % et de 47,2 %.dans le chenal. Par contre, elle est de 0,21 % et de 2,20 % dans la lagune de Grand-Popo. Par ailleurs, le sable moyen représente respectivement 33,79 % ; 35,56 % et 17,15 % dans le chenal. Il est de 16,18 % ; 46,14 % et 16,86 % dans la

lagune de Grand-Popo. La proportion de sable fin et très fin est de 7,45 % 0,20 % dans le chenal et de 8,32 % et de 1,12 % dans la lagune de Grand-Popo. Cependant la fraction fine représentée par le silt et l'argile est de l'ordre de 0 % dans le Chenal et de 8,97 % dans la lagune de Grand-Popo. En conclusion, le sable moyen est très abondant tant dans la lagune de Grand-Popo que dans le chenal Ahô. Les espèces de palétuvier qui poussent le long de leur berge sont le *Rhizophora* et l'*Avicennia*. A cet effet, quelques pieds de Conocarpus sont identifiés à la bouche du Roy.

La figure 5.3 montre la répartition des sédiments sur quelques sites de prélèvements.



RhraCaN : Palétuvier Rouge Chenal Ahô Nazounmè ; AvGsCaN : Avicennia germinans Chenal Ahô Nazounmè ; RhraAw : Rhizophora racemosa Awankinnin ; RhraAp : Rhizophora racemosa Apoutagbo ; AvGsAp : Avicennia germinans Apoutagbo ; AvGsKp : Avicennia germinans Kpogandji

Figure 5.3 : Répartition des sédiments et leur abondance sous les palétuviers rouge et blanc dans le Chenal Ahô, le lac Ahémé et la lagune de Grand-Popo

De l'analyse de cette figure, il ressort que le sable très grossier et grossier occupe une proportion de 0,35 % et de 7,05 % sous les espèces *d'Avicennia* dans le chenal Ahô. Ce sable représente 1,03 % et de 4,97 % sous *Rhizophora racemosa* dans la lagune de Grand-Popo. Tandis que le sable moyen est de 13,81 % et de 28,76 % sous l'Avicennia, sa proportion représente sous le palétuvier rouge 8,76 %, 30,65 % et 24,62 % .Par ailleurs, le sable fin et très fin occupe 1,16 % sous *Avicennia* dans le chenal Ahô et 18,14 % et de 1,75 % sous le palétuvier rouge à Apoutagbo. Le sable moyen est abondant surtout sous le palétuvier rouge ; ce qui favorise son extension dans la zone d'étude.

En synthèse, une certaine disparité existe entre les particules des sédiments tant dans le fond des masses d'eau que sous les palétuviers et peut être expliquée par les diverses sources d'alimentation des masses d'eau, mais aussi des différents types de saisons. Selon UNESCO (1981), la distribution des divers faciès sédimentaires dans les estuaires dépend directement du système hydrologique et de la nature des apports fluviaux. Ainsi, dans la zone d'étude, les divers minéraux constituant les sédiments se trouvant tant dans les masses d'eau que sous les espèces de mangrove sont liés à la topographie, aux différentes ouvertures sur les berges des différentes masses d'eau et servant de passe d'une rive à une autre, à l'agressivité mécanique des pluies des berges érodées ou non couvertes par la végétation, aux rejets des ordures ménagères jouxtant les racines des palétuviers rouge, mais aussi à l'énergie éolienne qui participe au transport des grains de sable dans les masses d'eau. Par ailleurs, la présence des sables grossiers s'explique par la faiblesse des courants d'eau en profondeur. A cet effet, les débris coquilliers identifiés sous les racines des palétuviers ou parfois les gastéropodes se trouvant sous cet écosystème peuvent être expliqués par des conditions physiques naturels ayant régné dans ces milieux il y a 5000 ans et qui ont permis leur existence. Aussi, ses débris coquilliers peuvent provenir de la mer lors des échanges intracontinentaux et être retenus par les racines échasses des palétuviers.

Par ailleurs, Marius et Lucas (1991) expliquent que les marais de mangrove en Afrique occidentale, sont principalement développés sur les sédiments holocènes récents dans les estuaires, les rias ou les secteurs de baie.

De façon générale, l'abondance des sédiments dans la lagune côtière et de celle de Grand-Popo est liée au fait que c'est un milieu calme et peu profond et l'écoulement des eaux des marées ralentit assez sensiblement de sorte que les sédiments se déposent au pied des racines des palétuviers (ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1427e/).

Ce potentiel de charge sédimentaire en particulier le sable moyen constitue une base pour le stockage de carbone atmosphérique dans les aires de mangrove au Bénin.

5.3. Capacité de la mangrove du Bénin à séquestrer le carbone

Les mangroves contribuent significativement dans le cycle mondial du carbone. La biomasse peut atteindre 700 t/ha (Clough, 1992) et Twilley *et al.* (1992) estiment approximativement la biomasse mondiale totale de la mangrove à 8,7 gigatonnes poids sec (c'est à dire 4.0 gigatonnes de carbone). De même, les mangroves poussent généralement mieux en climat

équatorial qu'en climat aride (Clough, 1992) et la quantité de litière tombante qu'elles produisent est négativement corrélée avec la latitude (Twilley *et al.*, 1992 ; Ngom Sow, 2005). Les plus riches formations de mangrove se trouvent dans les secteurs où la température de l'eau est supérieur à 24 ºC pendant le mois le plus chaud (Agrawala *et al.*, 2003) comme dans le littoral du Bénin.

Les valeurs estimées de la biomasse aérienne et celle sèche, par les modèles de Twilley *et al.* (1992) et de Hutchison *et al.*, (2014) pour la mangrove, à la latitude 6°20' correspondant au parallèle global de cette formation végétale au Bénin sont résumées dans le tableau V.2.

Tableau V.2 : Estimation de la biomasse (t/ha) de la mangrove au Bénin

Latitude	**Modèle de Twiller *et al.* (1992)**		**Modèle de Hutchison *et al.* (2014)**	
	Biomasse aérienne (t/ha)	***Biomasse sèche (t/ha)***	***Biomasse aérienne (t/ha)***	***Biomasse sèche (t/ha)***
6°20'	252,3	108,1	210,7	85,2

Source : *Résultats de calcul sur la base des modèles de Twiller et al. (1992) et Hutchison et al. (2014)*

La biomasse notamment aérienne estimée de la mangrove au Bénin est conforme à quelques nuances près à l'intervalle de celles calculées et spatialisées (160 à 200 t/ha) par Hutchison *et al.* (2014) et pour l'Afrique de l'Ouest (figure 5.4).

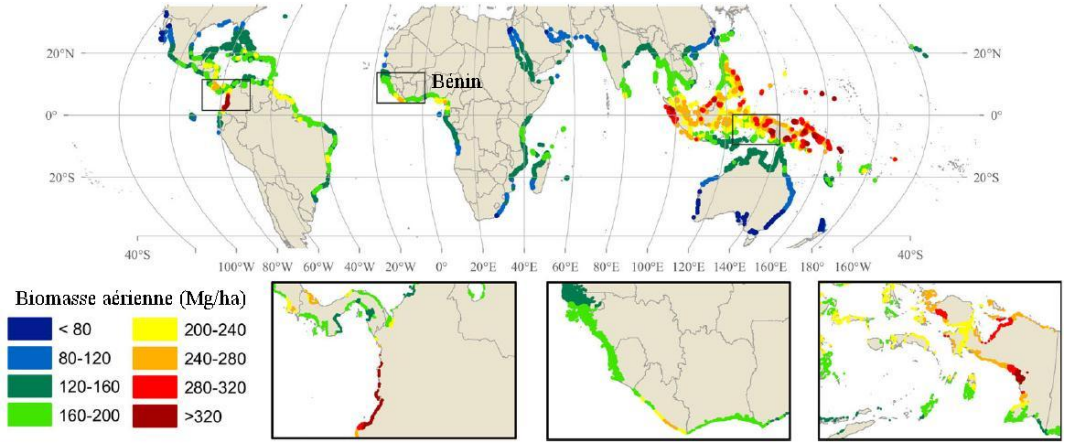


Figure 5.4 : Cartographie globale de la mangrove montrant la biomasse aérienne modélisée par unité de surface

Source : Hutchison et al., 2014

La biomasse aérienne de 210 t/ha de la mangrove au Bénin est légèrement supérieure à celle du Saloum (Sénégal) environ 200 t/ha (modèle de Twiller *et al.*, 1992) déterminée par Guiral *et al.* (1999) pour qui les écarts pourraient être liés aux fortes aridités et salinité des sols. La

biomasse moyenne de la mangrove en Afrique de l'ouest et central est 177,8 t/ha (Spalding *et al.*, 2010) et spécifiquement de 195,1 t/ha pour le Nigeria (Hutchison *et al.*, 2014). Or, une partie de la mangrove du Nigeria n'est que le prolongement de celle du secteur littoral est du Bénin le long de la lagune de Badagri.

Cette variation spatiale met en évidence l'influence des conditions environnementales (climat, morphologie, activités anthropiques, etc.) sur les formations de mangrove, leur biomasse et certainement leur capacité à séquestrer le carbone. Duke (1992), Saenger et Snedaker (1993) confirment que les facteurs climatiques tels que la température et l'humidité affectent la distribution de la mangrove et par conséquent sa capacité de séquestration.

Le carbone forestier mondial se trouve à 40 % dans les forêts tropicales (Malhi *et al.*, 1999 ; Houghton, 2001) parmi lesquelles les formations de mangrove comme au Bénin. Selon Clark *et al.* (2001), Malhi *et al.* (2004), Degue-Nambona (2007), les valeurs communément utilisées pour l'estimation des stocks de carbone forestier tournent autour de 50 % de la biomasse sèche. Sur cette base et en considérant la biomasse sèche calculée par le modèle de Hutchison *et al.* (2014), le taux de stocks de carbone est d'environ 42,6 t/ha dans la mangrove au Bénin.

Mais la prise en compte de la dimension temps à travers les taux inspirés de Ong (1993), Jin (2004) et Howe *et al.* (2008) et des superficies de cette formation végétale sur la période 1980-2010 a permis de donner (tableau V.3) aussi les estimations de carbone séquestré dans les aires de mangrove au Bénin.

Tableau V.3 : Estimation de carbone séquestré dans la mangrove au Bénin

Année	**Poids estimé du carbone séquestré**			
	Base Jin (2004) (kg/jr)	**Base Ong (1993) (t/an)**	**Base Howe *et al.* (2008) (Mg C./an)**	**Biom_s*0,5 (t)**
1980	2 804 340	38 241	26 769	1 086 067
1990	1 941 500	26 475	18 533	751 905
2000	1 835 680	25 032	17 522	710 923
2010	2 085 160	28 434	19 904	807 542
Perte 1980-2010	*-719 180*	*-9 8 07*	*-6 8 65*	*- 278 525*
2040 : Scénario critique	308 796	4 211	2 948	119 591
2040 : Scénario intermédiaire	1 467 018	20 005	14 003	568 148
2040 : Scénario optimiste	3 056 093	41 674	29 172	1 183 566

***(-)** = Perte*

***Source :** Résultats d'estimation basée sur les taux de séquestration : 110 kg net par ha/jr (Jin, 2004), 1,5 t/ha/an (Ong, 1993) et 1,05 Mg C.ha/an (Howe et al., 2008) et les superficies des aires de mangrove entre 1980 et 2010.*

Au regard des différentes bases d'estimation, le volume de gaz séquestré en 1980 est largement supérieur à celle des années 1990 et 2000. Ces dernières périodes qui, tout comme le scénario critique de 2040, ont connu une diminution lié à la régression de la mangrove (intensification des activités salicoles et de la coupe des bois de palétuvier couplé à la mise en place du barrage de Nangbéto et des effets de la variabilité pluviométrique).

Mais en 2010 et dans le scénario optimiste à l'horizon 2040, la quantité significative de gaz séquestré peut s'expliquer par les différentes actions de reboisements, les sensibilisations sur la nécessité de conserver la mangrove, les techniques révisées de coupe et la prise de conscience par certaines populations riveraines en vue de sauvegarder les fonctions de la mangrove. De même au Sénégal, Degue-Nambona (2007) a mis en évidence la bonne contribution des reboisements de mangrove à la forte séquestration de carbone atmosphérique. Selon Cdurable (2009), les écosystèmes de mangrove constituent un puits de carbone très essentiel qui absorbe le CO_2 par photosynthèse lors de leur croissance stocké premièrement dans les végétaux et enfin dans les sols.

A cet effet, l'extension des aires de la mangrove (en bon état écologique) au Bénin peut ainsi renforcer les puits de carbone à l'échelle mondiale, une option d'atténuation du réchauffement climatique. Selon UN (1998) la quantité de carbone qui peut être séquestré est essentiellement limitée à l'augmentation de la biomasse. Pour ce faire, le Protocole de Kyoto a envisagé les mesures tels que le changement d'affectation et d'utilisation des terres, la reforestation, etc. dans les pays en développement. Dans ce cas, les énormes pertes actuelles (environ 70 00 à 10 000 t/an) et projetées en terme de stockage de carbone dans les aires de mangrove au Bénin doivent être évitées afin de participer aux efforts internationaux d'atténuation des gaz à effets de serre, de bénéficier du fonds vert pour le climat et éventuellement de se positionner sur le marché de carbone.

Dans cette approche de redynamisation des services des écosystèmes de mangrove au Bénin, les formations végétales sacralisées existantes peuvent déjà être mises à contribution.

5.4. Importance des formations sacralisées de mangrove au Bénin

Dans la zone d'étude, un système de cogestion de cet écosystème mis en place, a entraîné la délimitation de quelques unités de mangrove qui couvrent seulement quelques kilomètres carrés. Camara (1994), Chandrashekara et Sankar (1998), Kokou *et al.* (1999) définissent les

forêts sacrées comme des exemples de traditions locales qui contribuent au sauvetage de la flore et de la faune menacées de disparition.

Dans les localités concernées, ces formations de mangrove protégées ont une attribution de lieux sacrés, du fait qu'elles sont imprégnées de croyances héritées des rites et traditions locales. Selon Kokou et Sokpon (2006), les forêts sacrées sont des lieux de résidence des dieux et des ancêtres auxquels la population assigne un rôle protecteur de leur communauté ou de leur village. Ainsi, au sein des différentes formations de mangrove au Bénin sont implantées des temples des divinités comme : *Lègba* (dieu lègba) ou *vaudou* (divinité intermediaire entre l'homme et Dieu), *Dan* (dieu serpent), *Zangbéto* (gardien de la nuit), etc. Cela leur confère le double service de pérennisation de la tradition et de durabilité de la mangrove.

La population riveraine (55%) explique que le non respect des interdits religieux qui régissent les activités piscicoles et la coupe de bois de palétuvier a conduit à la sacralisation de certaines formations de mangrove placées sous la gestion des prêtres féticheurs. Mais 38 % de la population estiment que ce sont les nombreux bouleversements que subit la mangrove face aux pressions anthropiques qui ont entraîné leur sacralisation dans le but de valoriser l'histoire et la culture locale, mais aussi de contribuer à leur gestion durable. Dans tous les cas, les secteurs central et occidental abritent la mangrove sacrée telles *Lègbazoun*, *Avlékétézoun*, *Vodountô*, *Agba*, îles de Dègbocodji, d'Allongo, de Hlihoué (Ile de sel) et de Mitogbodji, etc. (photo 5.1)



a b c

Photo 5.1. Formations sacrées de *Rhizophora racemosa* à Lègbazoun (a) et *Avlékétézoun* (b) dans la lagune côtière et de Dègbocodji (c) dans le chenal Ahô

Prise de vue : Bamisso R., juillet 2012

Certaines de ces formations de mangrove sont liées à l'histoire du royaume de Dahomey telles le Vodountô constitué de *Rhizophora racemosa* et d'*Avicennia germinans* et l'île de Mitogbodji constituée d'une espèce monospécifique d'*Avicennia*. Seul le *Vodountô*, régi par

le décret du 29 septembre 1928, portant réglementation du domaine public et des servitudes d'utilité publique en AOF, fait partie du domaine public et est inaliénable. Quant à l'île de Mitogbodji, forêt protégée et recelant des reliques religieuses, elle fait partie du domaine de l'Etat mais n'a pas fait l'objet d'un acte de classement. Selon Duchesne (2002), dans les formations sacrées, ce ne sont pas les éléments de la nature en tant que tels qui sont l'objet du culte, mais les créatures invisibles qui les habitent. A cet effet, tout controvenant s'expose à des sanctions et payement d'offrandes où à des cérémonies spécialement organisées et officiées par le chef fétichiste et les initiés. Hill (2005) explique que l'importance de l'offrande est à la mesure de l'offense.

D'une façon générale, les formations de mangrove sacrées peuvent servir à valoriser des facettes culturelles des peuples riverains, à la promotion de l'écotourisme basé sur les faits traditionnels (cérémonies rituelles de vénération des dieux), par conséquent à la sauvegarde de la biodiversité spécifique à ces formations végétales. L'extension des aires de mangrove sacrée peut aussi permettre d'accroître les potentialités de ces écosystèmes dans la lutte contre les changements climatiques.

5.5. Services de la mangrove au Bénin

Au regard des liens qui existent entre l'état des écosystèmes et le bien-être social, la mangrove, assure des services important dans le développement économique local. Les services écologiques que procure la mangrove au Bénin sont multiples. Il s'agit entre autres :

- **Les services écotouristiques** de la mangrove se traduisent par sa beauté et ses aptitudes divertissantes en particulier esthétiques qui attirent un grand nombre de touristes. Mais, c'est la qualité de conservation de ces écosystèmes ou encore leur richesse spécifique et leur forme d'aménagement qui constitue la base de l'attractivité touristique. Pour ce faire, les aires de mangrove intacte ou reboisée font l'objet d'une protection et ont un statut d'aire protégée comme les parcs nationaux, à l'image de la Pendjari ou de la composante béninoise du W.

Une opportunité à cette mutation de service est le statut de site Ramsar (CEDA, 2007) qu'ont certains secteurs littoraux du Bénin et qui abrite des formations de mangrove. Ainsi par exemple, - le site du complexe Est (site Ramsar n°1017, 91600) qui couvre la Basse vallée de l'Ouémé, la Lagune de Porto-Novo et le Lac Nokoué où se trouve des formations de *Rhizophora racemosa* ; - le site du Complexe Ouest (site Ramsar n°1018, 47 500 ha) couvrant la Basse vallée du Couffo, la Lagune côtière, le Chenal Aho et le Lac Ahémé avec la

mangrove à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia sp.* Ces sites servent de cadre pilote de promotion de l'écotourisme dans les aires abritant la mangrove au Bénin. Gössling (1999) estime que 20 à 40 % des dépenses des écotouristes originaires des pays industrialisés reviennent en définitive aux pays du Sud visités. A cet effet, ce fond touristique aide parfois les autorités politico-administratives locales à faire face aux exigences financières que leur imposent les protocoles de la décentralisation.

Les services d'approvisionnement de la mangrove procurent des biens économiques indispensables à la survie de la population riveraine. Comme habitat aux espèces marines commercialement valable selon Walters *et al.*, (2008), il est estimé que près de 80 % des prises globales de poissons sont directement ou indirectement liées à la mangrove (Ellison *et al.*, 2008 ; Sullivan, 2005). En effet, la sécurité alimentaire de plusieurs communautés côtières indigènes est étroitement liée à la santé de la mangrove (Horwitz *et al.*, 2012).

Ainsi, les ressources de mangrove sont utilisées par la population riveraine au Bénin pour la satisfaction des besoins vitaux.

Les services de régulation de la mangrove interviennent surtout dans les localités où la mangrove se développe très bien et où les berges ne sont pas dégradées et où les mesures de protection sont très rigoureuses comme par exemple dans le chenal Aho, Togbin, Goho, etc.. Ainsi, à travers ces services, notons un bon contrôle des paramètres environnementaux que peuvent favoriser la standardisation du microclimat, la séquestration du carbone dans la biomasse et dans le sol de la mangrove, modification de la qualité physico-chimique des masses d'eau, ainsi que leurs facteurs abiotiques. Par ailleurs, le microclimat permet à la population de la zone d'étude de faire certaines cultures vivrières telles le maïs et parfois même le maraîchage.

Les services de protection de la mangrove empêchent l'érosion des berges et la pénétration directe des eaux de ruissellement dans les masses d'eau. L'aménagement des berges des cours d'eau en bandes végétales à l'aval des parcelles agricoles permet de réduire la contamination agricole attribuable à l'emploi de lisier, allant jusqu'à séquestrer environ la moitié des charges exportées (Duchemin, 2007).

Les services culturels prennent surtout en compte les valeurs culturelles propres à chacune de la population riveraine et à chaque localité investiguée. Ainsi, l'aspect verdoyant de la

mangrove et sa disposition parallèle à la côte profitent au développement de l'écotourisme et à l'éducation de certains apprenants de tout genre.

La figure 5.5 présente une synthèse des fonctions et services que procure la mangrove à la population riveraine du Bénin.

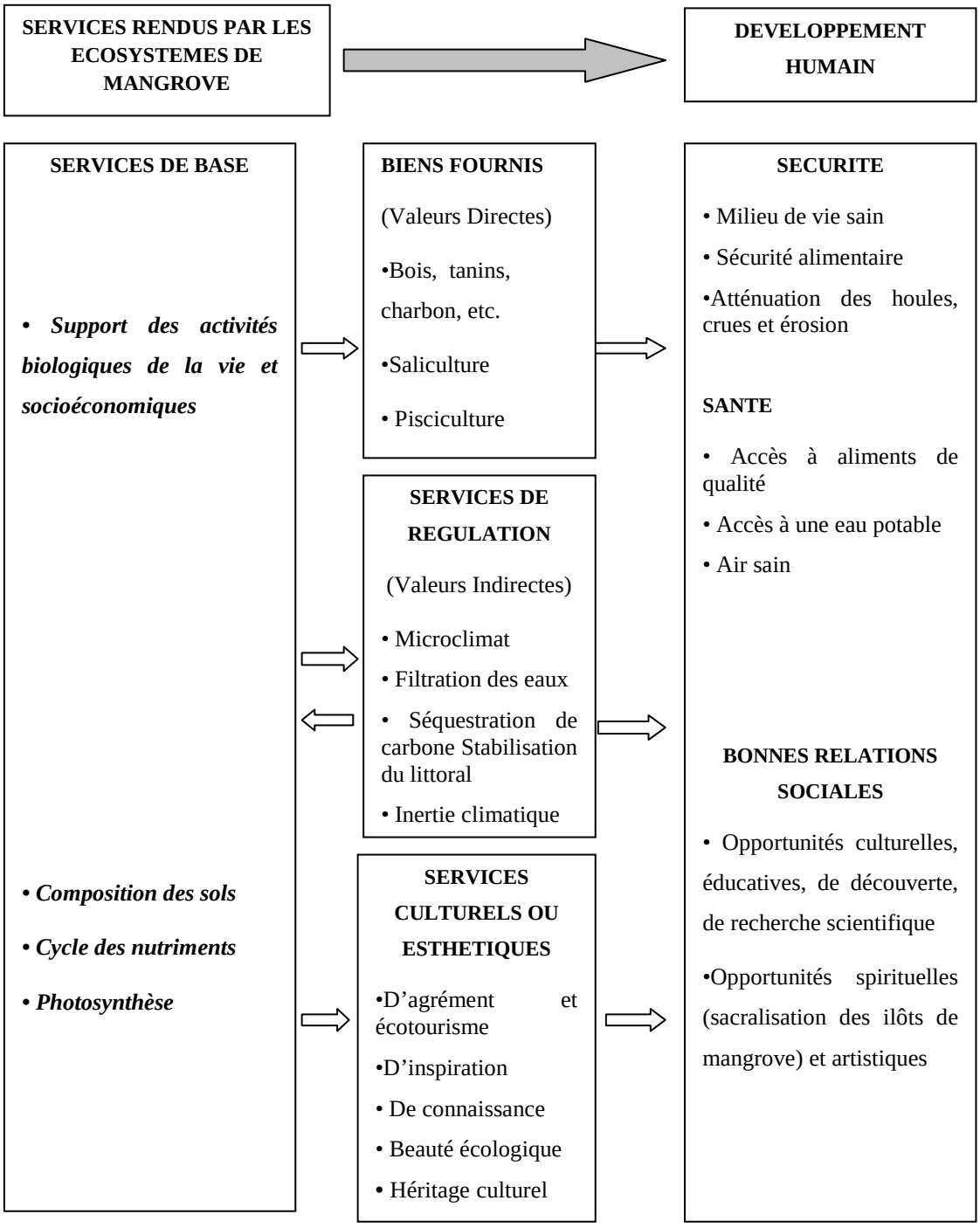


Figure 5.5 : Services rendus par les formations de mangrove et liens avec le développement humain (*Adapté de MEA 2005*)

Pour un développement humain durable dans la zone d'étude, il faut mieux gérer ces atouts que présentent les formations de mangrove et définir des stratégies participatives appropriées.

Les ressources de la mangrove sont ainsi utilisées par la population riveraine au Bénin pour la satisfaction des besoins vitaux.

Dans l'optique d'un accroissement des services et fonctions de la mangrove, ces produits commerciaux peuvent être développés à travers des aménagements visant l'aquaculture, l'agroforesterie, le reboisement, etc. Van Lavieren *et al.* (2012) témoignent que la mangrove et l'aquaculture peuvent coexister si elles sont bien planifiées et maîtrisées et que ce système intégré fournit des bénéfices économiques et la sécurité alimentaire dans les régions de mangrove. Certes, une analyse de la faisabilité des projets d'écodéveloppement à base économique s'impose avant tout au Bénin.

Conclusion partielle

Les formations de mangrove, outre leur rôle important dans l'économie locale au Bénin, peuvent aussi contribuer à la réduction du Gaz à Effet de Serre. Pour ce faire, leur potentialité en biomasse et leur faciès sédimentologique constituent un atout pour la séquestration et le stockage de carbone.

De plus, dans l'optique d'un développement durable de cet écosystème, notamment les exploitations économiques de cette formation végétale peuvent être tournées vers des activités contrôlées, moins ou pas dégradantes. La promotion de l'aquaculture sous mangrove, l'agroforesterie à base de la mangrove, l'écotourisme basé sur les valeurs culturelles de la population riveraine, etc. est une piste.

Mais il faut avant tout connaître les contraintes de développement afin de définir des stratégies adéquates de gestion de la mangrove au Bénin.

Chapitre VI

CONTRAINTES ET STRATEGIES DE GESTION DURABLE DE LA MANGROVE AU BENIN

Le développement de la mangrove et par conséquent de leurs fonctions et services au Bénin est contraint par un certain nombre de facteurs naturels et anthropiques.

L'analyse de ces contraintes a permis de mieux définir les stratégies d'une gestion durable des formations de mangrove.

6.1. Contraintes naturelles sur les formations de mangrove

Les contraintes naturelles, qui entravent le développement, voire la croissance des palétuviers dans la zone d'étude, sont liées entre autres aux facteurs climatiques, géomorphologiques, pédologiques, etc.

Les inondations constituent un des facteurs essentiels intervenant dans la dynamique de la mangrove de la zone d'étude. En période de crue, les racines des palétuviers sont submergées par les eaux qui atteignent 2 à 3 m. Les inondations sont souvent consécutives aux événements pluvieux extrêmes, qui pour Doyle *et al.* (2003), peuvent causer l'élévation aiguë du niveau de l'eau et une mort massive des palétuviers. En effet, la diminution soudaine de la salinité peut conduire à de stress sévères à la mangrove tels que la décomposition de la zone racinaire, inhérente à la rapide dégradation du substrat.

Selon 86 % de la population, c'est la variation pluvio-hydrologique et la durée des inondations qui déterminent la survie des jeunes plantules de palétuvier. En effet, lorsque la montée des eaux a une durée moyenne comprise entre deux et trois mois, les jeunes plantules de taille comprise entre 1 m et 1,5 m de haut meurent par asphyxie et putréfaction. C'est ce qui entraîne une diminution des aires de mangrove. Les inondations causent une destruction globale de cet écosystème comme le montre souvent la mort des espèces mi-aquatiques, dépendantes de la mangrove comme : les crabes *Uca maraconi*, *Ucides cordiatus* et même parfois *Cardiosoma lunatus*. De même, les espèces aviaires qui se nourrissent des détritus de la vase, voient leur alimentation de plus en plus perturbée. De façon générale, les excès d'eau liés aux inondations agissent sur la physiologie des palétuviers. C'est le cas par exemple des lâchers d'eau du barrage de Nangbèto (mis en service en 1987) qui ont des répercussions

hydro-sédimentologiques (diminution des apports solides continentaux, hausse des débits d'étiages 40 m^3/s) et physico-chimiques (notamment modification de la salinité) qui concourent à une accentuation de l'eutrophisation et une dégradation des écosystèmes de mangrove. Selon l'UICN (2010), le barrage de Nangbéto a entraîné une perturbation de l'équilibre érosion-sédimentaire par les houles et la dérive littorale. Ce qui perturbe le développement de la mangrove du fait de la forte capacité de transport des sédiments vers la berge. Ce phénomène a été aussi une des sources de la limitation de la croissance et de la zonation du palétuvier blanc dans certaines localités de cette commune selon 60% de la population enquêtée.

Cependant, la mise en eau du barrage a empiété considérablement sur les activités socioéconomiques (pêche et saliculture) et en particulier sur le revenu des populations notamment celles installées aux alentours du chenal Ahô (Dohi, Gogotinkponmè, Nazounmè, etc.). C'est ce qui aurait conduit à une exploitation abusive et à la commercialisation du bois de palétuvier rouge.

Par ailleurs, la période de retrait des eaux coïncide avec l'augmentation de la température et par conséquent de l'évaporation et d'un apport réduit des eaux douces. En termes d'impacts des changements climatiques, Huxham *et al.* (2010) ont montré que les températures les plus chaudes augmenteront la demande évaporatoire et la salinité dans les sédiments de la frange continentale d'une forêt de mangrove. Cela peut causer la disparition de la mangrove ou la réduction de la biodiversité. Pendant cette période, l'assèchement des marais est très remarquable et le taux de salinité très élevé dans le littoral béninois. Dans ce cas, seule l'espèce *Avicennia* résiste à une salinité supérieure à 50 voire 60 ‰ (Faye, 2002 ; Camara *et al.*, 2008) contrairement aux peuplements de *Rhizophora* qui supportent moins des taux de sels élevés dans le substrat (Faye, 2007). La taille des peuplements de *Rhizophora* diminue lorsque la salinité augmente (Blasco, 1982) ; ce qui entraîne parfois une décadence voire même une sénilité des jeunes plantules de cette espèce. En outre, l'ensablement de la vasière dû aux phénomènes éoliens contribue aussi à la disparition naturelle de *Rhizophora* remplacé parfois par le genre *Avicennia* plus apte à supporter les nouvelles conditions écologiques (Dièye *et al.*, 2010). Ainsi, les aires jadis occupées par le palétuvier rouge sont aussi rapidement colonisées par les prairies à paspalum créant ainsi une symbiose et une certaine compétitivité entre les herbacées et les espèces ligneuses.

Le substrat de la mangrove dépend aussi des types de vases. Les vases, notamment intertidales basses empêchent la colonisation et l'extension des formations de palétuviers sur les berges lagunaires. Cela est lié à leurs caractères minéraux bruts en particulier de sols à pH compris entre 6 et 7 ‰, montrant leur manque totalement d'alumine et de fer libres (Anthony et Marius, 1985). Quant aux vases sableuses supratidales, elles sont mal classées et recouvrent des vases organiques bariolées à sols sulfatés, acides entraînant ainsi la sénescence prématuré des jeunes pousses de palétuviers d'au plus un mètre. La dégradation des sols entraîne la disparition de la couverture végétale et en retour l'érosion se manifeste empêchant tout développement de la mangrove. L'aspect architectural dégradé des formations de mangrove au Bénin est en partie la résultante de l'érosion physique des berges des masses d'eau. Les dépôts ou les remaniements des bancs de vase, induisent une perpétuelle dynamique spatiale de la mangrove, soit en progression, soit en régression (Saenger, 2003).

Au nombre des facteurs naturels, il y a aussi les espèces envahissantes qui peuplent aujourd'hui les berges des masses d'eau et par conséquent perturbent l'extension de la mangrove. Le comblement des masses d'eau à partir des berges entraîne le développement prédominant des macrophytes aquatiques essentiellement les Nymphéacées et les Cypéracées. Selon Guiral et Etien (1991), leur structure et leur composition spécifique sont conditionnées par les caractéristiques édaphiques du substrat et par la salinité des eaux d'immersion. Ces espèces envahissantes connaissent une croissance surtout en période des hautes eaux, marquées par un faible taux de salinité et couvrent en partie la rivière Sazué, la lagune de Grand-Popo, mais aussi le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo. Elles empêchent les rhizophores de s'ancrer dans la vase par leur position parfois en avant des formations de mangrove. De même, ces espèces envahissantes notamment *Eichornia crassipes et Pistia stratiotes* empêchent l'expansion spatiale de la mangrove surtout à travers l'étouffement des racines des jeunes plants ou propagules (Bamisso, 2006).

La pérennisation des fonctions et services de la mangrove au Bénin sont aussi menacés par la vulnérabilité des changements globaux.

6.2. Vulnérabilité des formations de mangrove aux changements climatiques

Dans la zone d'étude, la remontée du niveau marin, la variation de la température et de la pluviométrie, entraîneraient un bouleversement dans la structure et dans la composition floristique de la mangrove.

Harrisson (1974), Adandé (1982), et de Medeiros (1984), cités par Bokonon-Ganta (1992), ont montré que "la trouée béninoise" serait consécutive à l'aridification du Sahara à l'Ogolien : c'est-à-dire 18000 ans BP. De telles séquences climatiques qui ont modifié les paléo-environnements du Bénin pourraient se répéter à l'avenir. Ainsi, les conséquences néfastes des changements climatiques sur la mangrove se traduisent par une disparition progressive des espèces végétales et de la biodiversité associée. Selon Smith et Duke (1987), la baisse de la pluviométrie conduirait à une réduction de la biodiversité et la productivité de la mangrove et une augmentation des marais salins. Or, Totin (2010) a mis en évidence une baisse de la pluviométrie dans le bassin sédimentaire côtier où se localisent les aires de mangrove au Bénin.

Toutefois, chaque espèce de palétuvier qui compose la mangrove possède des adaptations morphologiques et physiologiques particulières (Bamisso, 2009). Ainsi, les aires de mangrove des communes comme Grand-Popo, en partie Ouidah et notamment des localités de Gbècon Kpogandji, Gbècon Apoutagbo, Allongo, Gbèffa, île de sel, Kouèta, Djondji, Houakpè Daho seront les plus touchées. Mais d'après le GIEC (2002), les incidences de l'élévation du niveau de la mer sur les écosystèmes côtiers (mangroves/zones humides côtières/herbiers marins, etc.) varieront selon les régions et selon les processus d'érosion par la mer et les dépôts d'origine terrestre.

Les changements climatiques vont réduire la résilience des formations de mangrove, sa biodiversité de même que les activités socio économiques dépendantes dans le littoral du Bénin.

6.3. Effets négatifs des activités socioéconomiques sur les formations de mangrove

La capacité des espèces et des écosystèmes, tels que les mangroves, à déplacer leurs aires de répartition en réponse à l'évolution du climat, sera freinée par des pratiques d'utilisation des terres qui ont fragmenté les habitats (GIEC, 2002). Ainsi, par exemple, la production du sel ignigène qui utilise d'énormes quantités de bois de palétuvier sera dans la zone d'étude un facteur important. Selon Toffi (1990), le sel ignigène à lui seul exige environ 30000 m^3 de bois par an. Cependant, dans les localités où la mangrove est très dégradée, les salicultrices achètent les bois de palétuviers provenant des localités à formation dense. Les localités les plus importantes d'approvisionnement en bois de palétuvier sont de nos jours Gbéto Kouvènafidé, Avlo, Zogbédji, Djègbadji, Houakpè daho, Docloboé, Togbin, Adounko daho.

Cependant, les prix de vente ont augmenté de nos jours par rapport au passé. Ainsi, ce bois vendu en tas entre 100 et 300 F pour du bois ayant au moins 0,20 cm de diamètre est vendu de nos jours entre 500 et 1000 FCFA et entre 4000 et 4500 FCFA pour 50 gros bois de taille d'environ 1,50 m. Aussi, le prix du contenu d'une pirogue chargée de bois de palétuvier était compris entre 5000 et 7500 FCFA et ceci selon sa capacité de la pirogue est aujourd'hui vendu à 8500 voire 9000 FCFA. A cet effet, les coupes irrationnelles et incontrôlées de bois-énergie de mangrove entraînent non seulement la perte de ses fonctions mais aussi la dégradation de ses services écologiques. Ceci pourrait compromettre les capacités de séquestration du carbone dans la biomasse de la mangrove du Bénin.

Les techniques de pêche (xa et acadja) qui nécessitent l'usage des produits dérivés des palétuviers (bois, branchage, racines) constituent aussi une contrainte au développement de la mangrove. De plus, la structure et la disposition des nasses (xa) au travers des masses d'eau bloquent la dissémination. En fait ces nasses retiennent les propagules dans leur migration et empêche leur propagation dans l'espace. Le filet de pêche nommé *acoco* piège aussi les propagules et les graines de *Avicennia* qui, en retour sont jetés par les pêcheurs sur les berges des masses d'eau.

La technique de chasse aux crabes de terre qui consiste à incendier les prairies à *Paspalum vaginatum* contribue à la dégradation de la mangrove (photo 6.1).

Le feu, parti de la prairie, atteint le plus souvent les palétuviers qui les jouxtent et les détruit jusqu'à un niveau où leur régénération semble difficile.


a


b

Photo 6.1. Palétuviers détruits par le feu dans le chenal Aho (a) et à Avlékété (b)

Prise de vue : Bamisso R., août 2010 et mai 2012

Quant aux activités touristiques, elles sont la source de déchets (emballages, bouteilles et sachets plastiques, etc.) non biodégradables qui se retrouvent finalement dans les écosystèmes de mangrove. La présence de ces corps allogènes perturbe les fonctions et services initiaux de la mangrove étant donné que ces déchets dégradent l'écologie de la zone d'étude.

L'agriculture, notamment maraîchère pratiquée en arrière plan de la mangrove avec l'usage des pesticides et des engrais, est dans une certaine mesure une source de dégradation de la mangrove. Les résidus de fertilisants chimiques détruits les habitats écologiques dont la mangrove est le siège principal. Comme l'explique Bhattacharya *et al.* (2003), les sédiments des écosystèmes de mangrove, riches en particules argileuses, constituent des pièges pour les pesticides et tout particulièrement les organochlorés. A cet effet, les pesticides perturbent chez les espèces en dehors de leur action normale, les mécanismes de la régulation osmotique qui leur permettent de survivre en milieu hyper halin (Westing, 1971 ; Walsh, 1974). Ces dérivés chimiques, mélangés aux sédiments au niveau des berges des masses d'eau en comblement, favorisent le développement et l'expansion spatiale des espèces envahissantes dans la zone d'étude. La colonisation intensive des aires de mangrove par les herbacées induit progressivement la disparition des palétuviers du fait de leur envahissement.

6.4. Contraintes institutionnelles et financières au développement de la mangrove

Dans un premier temps, la disparition des croyances et des rites et la faiblesse de l'implication des us et coutumes des peuples dans la gestion de la mangrove constituent aujourd'hui un facteur essentiel dans la diminution des aires de mangrove au Bénin. En fait l'abandon progressif de la religion traditionnelle et des cérémonies sacrificielles ou d'offrandes jadis faites à l'endroit des divinités censées être hébergées par les masses d'eau constitue aujourd'hui un frein à la sauvegarde de mangrove. Les interdictions de pêche instaurées par la législation traditionnelle et les rites et rituels n'étant plus aussi respectées par les pêcheurs, il s'en suit une dégradation des écosystèmes littoraux dont la mangrove.

Une frange de la population explique cet état de chose par le manque de soutien financier, la pauvreté, la conversion massive des adeptes vodoun aux religions chrétiennes envahissantes. Cependant, quelques sollicitations du fétiche *Zangbéto* aident encore à préserver en général la mangrove.

Sous un autre angle, la plupart des institutions (ABE, Mairies, autorités locales, FAO, PNUE, etc.) qui intervenaient dans la gestion et le reboisement de la mangrove ne sont plus actives

une fois les projets ponctuels achevés, faute de moyens financiers, techniques et humains pour la durabilité de leurs actions. Selon 70 % de la population, les contraintes institutionnelles sont plus liées à la politique inadéquate de gestion due à l'inexistence d'une police environnementale active et à l'inapplication des textes relatifs aux interdictions de coupe abusive de la mangrove. La défaillance des différents programmes/projets chargés de la reconversion des pêcheurs et des femmes dans des activités génératrices de revenus et de la lutte contre la pauvreté, explique aussi la pression humaine et la disparition progressive de la mangrove au Bénin. A cela, s'ajoute la faiblesse du niveau d'éducation, de formation et le défaut d'information de la population riveraine active autour des formations de mangrove (pêcheurs, salicultrices, agriculteurs).

Par ailleurs, l'inexistence ou l'insuffisance de fonds destinés particulièrement à la gestion de la mangrove constitue l'un des facteurs principaux de dégradation de cette formation végétale. Les fonds jusque-là alloués, à travers les programmes ponctuels couvrant le reboisement de la mangrove, ne couvrent pas tous les secteurs ou toutes les localités où cet écosystème se dégrade. Les différentes opérations de reboisement de la mangrove (cueillette et transport des propagules, repiquage, surveillance des sites reboisés, etc.) nécessitent d'énormes moyens financiers à la charge tant de l'Etat que des autorités locales. Au regard des perceptions populaires, les projets de reboisement ont connu d'échecs du fait de la gestion non transparente des fonds et de la non implication de toute la population riveraine. Outre les problèmes d'ordre financier, l'absence de technicité et d'expériences et la mauvaise maîtrise de la qualité du substrat voire des types de marnage se présentent comme un facteur limitant la réussite des opérations de reboisement des palétuviers et par conséquent l'extension spatiale de la mangrove. Dans cet ordre d'idées, les connaissances scientifiques sur les formations de mangrove sont très réduites à des secteurs ou à certaines localités ; ce qui ne permet pas le développement de la mangrove et sa valorisation dans l'ensemble de la zone côtrière.

Pour limiter ces contraintes et les transformer en opportunités, une évaluation des stratégies de gestion durable de la mangrove permet de mieux créer un cadre adéquat de pérennisation des fonctions et services de cet écosystème.

6.5. Stratégies de gestion de la mangrove au Bénin

6.5.1. Stratégies endogènes de protection des formations de mangrove

Dans les localités de la zone d'étude, plusieurs actions sont menées pour la reconstitution des formations de mangrove et leur sauvegarde à des fins d'une exploitation écologique et socio économique durable.

Au regard de l'ampleur de la destruction des écosystèmes de mangrove dans le littoral du Bénin, la population et en particulier les salicultrices procèdent au repiquage volontaire des propagules sur les berges et dans les aires dégradées de cette formation végétale. Elles développent aussi aujourd'hui des pratiques agroforestières autour de la mangrove.

Pour la sauvegarde de la mangrove, les salicultrices s'approvisionnent en bois de chauffe autre que la mangrove pour la production du sel ignigène et ceci par achat. Il s'agit entre autres des bois de caïlcédrat (*Khaya senegalensis*), de neem (*Azadirachta indica*) ou d'eucalyptus (*Eucalyptus camadulensis*) provenant pour la plupart des bas plateaux. Ce bois se vend en tas dont les prix se situent entre 500 et 800 FCFA pour du bois ayant au moins 0,20 cm de diamètre et entre 1200 et 2000 FCFA pour 25 moyens bois de taille d'environ 1 m. A cela, il faut ajouter aussi l'utilisation des coques de coco, les branchages ou vieux troncs de cocotier (*Coco nucifera*) et de palmier (*Elaeis guineensis)* et dont les prix varient selon la quantité. Cette progressive substitution de combustible est liée aux sensibilisations faites à l'endroit de la population, à la prise de conscience de la baisse des ressources halieutiques dont l'habit principal est la mangrove. Quelques rares formations sont données aux populations sur les techniques de gestion de la mangrove. Même dans les écoles surtout celles côtoyant la mangrove, l'apprentissage et les notions élémentaires sur la mangrove sont donnés aux apprenants à travers ce projet GLOBE. De plus, dans les localités mieux organisées, les populations pratiquent des coupes rationnelles et contrôlées de la mangrove afin de limiter toute dégradation totale comme c'est le cas sur le long du chenal Aho et dans les localités de Togbin et Avlékété.

Le contexte de l'essor de l'octroi des microcrédits a permis notamment aux salicultrices de développer des activités génératrices de revenu (vente des denrées alimentaire, fabrication de la farine de manioc, diversification du maraîchage, élevage de rongeurs) afin de limiter la pression sur la mangrove et sur les terres.

6.5.2. Stratégies de gestion durable de la mangrove au Bénin

La gestion durable des formations de mangrove au Bénin passe par un renforcement des stratégies actuellement mises en œuvre. A cet effet, il faudra inclure les préoccupations concernant les formations de mangrove dans les orientations de la communauté internationale en la matière. Il faudra, l'implication de la religion traditionnelle dans la gestion et la préservation des écosystèmes permettant la conservation de la biodiversité en général mais surtout le développement des espèces halieutiques et des espèces aviaires tant migrantes que sédentaires.

Aussi, en se référant à la chaîne trophique de la zone d'étude, la mangrove abrite non seulement les espèces animales qui composent son écosystème mais aussi les huîtres et les crabes en élevage ou souvent le bétail en pâturage. L'agroforesterie à *Rhizophora* (Weinstock, 1994) est plus adaptée à l'élevage des crabes nageurs et des huîtres qui se fixent souvent sur les rhizophores. Par contre, l'élevage des crabes de terre sous la mangrove peut se faire en agroforesterie à *Avicennia*.

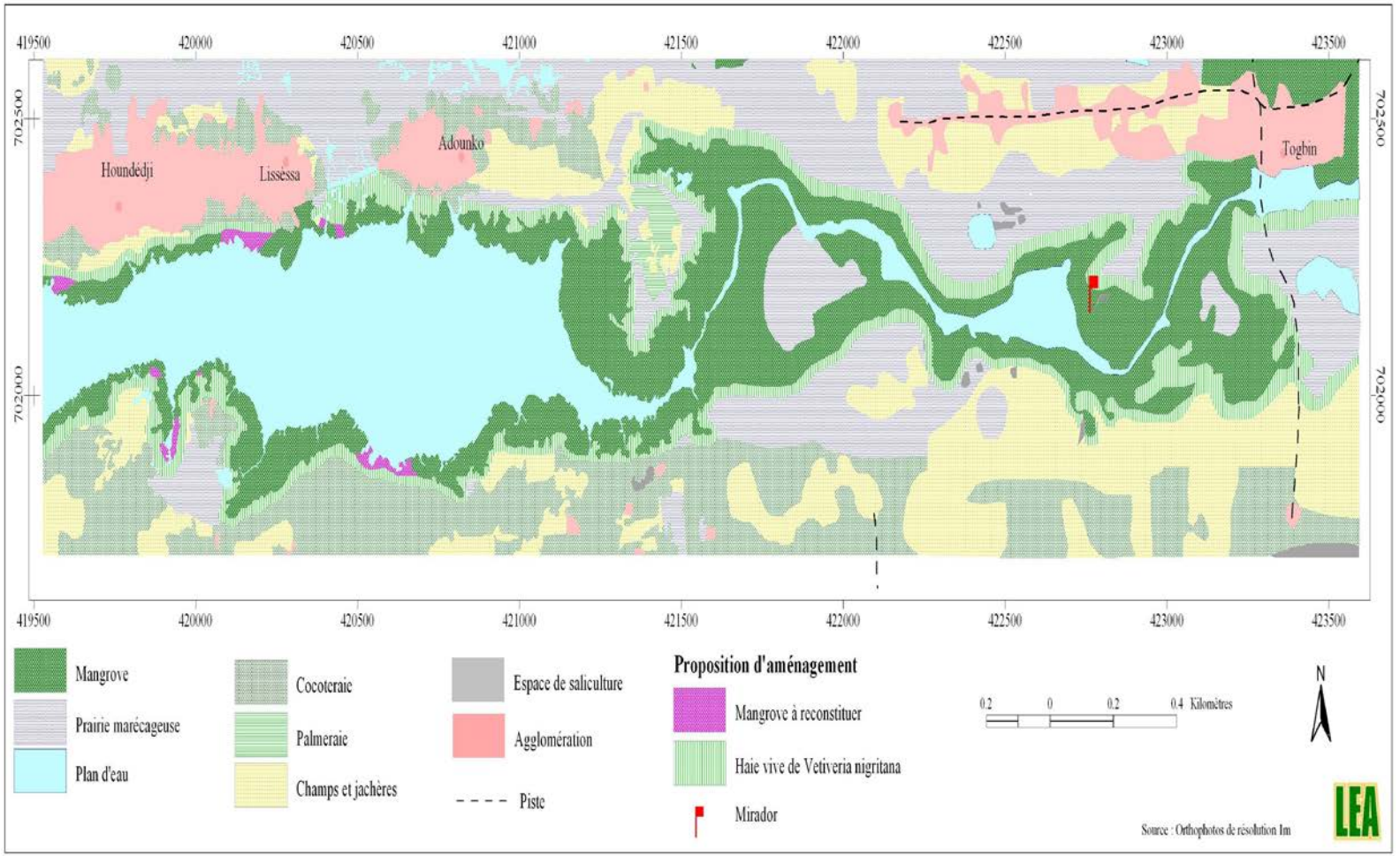
Une des pistes de cette stratégie est la contribution du Bénin à la mise en œuvre du cadre du fonds vert pour le climat, la participation au marché de carbone à travers une meilleure gestion de la mangrove au Bénin. Il faudra aussi œuvrer à l'application d'un certain nombre de principes permettant une utilisation écologiquement durable de la mangrove en vue de son legs à la génération future.

6.5.2.1. Initiatives de mise en œuvre du Fonds vert pour le climat/marché de carbone

Etant donné que le carbone est l'une des principales sources du changement climatique (UN, 1998) et que la mangrove est un puits important de carbone (Howe *et al.*, 2008 ; Degue-Nambona, 2007), il faut penser à développer des projets de son piégeage par cet écosystème.

La figure 6.1 montre une proposition d'aménagement de la forêt de mangrove de Togbin à Adounko et autour du Vodountô dans le cadre du projet de gestion communautaire de la biodiversité marine et côtière. Les aires de mangrove à reconstituer apparaissent ainsi comme des atouts pour une couverture homogène de ces formations végétales au Bénin.

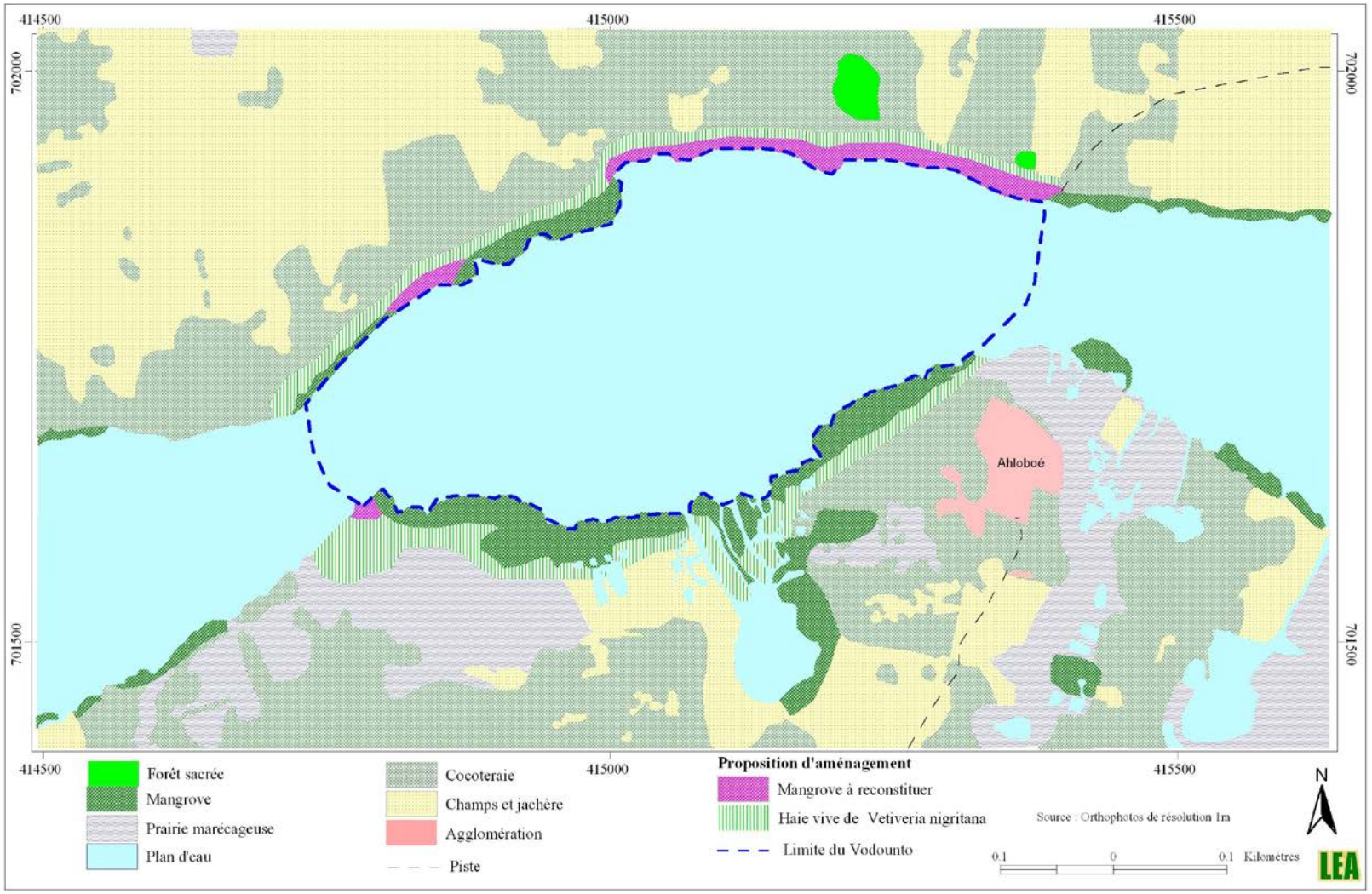
Cette reconstitution de la mangrove ajoutée à la superficie existante dans le secteur favorisera une quantité importante de carbone à séquestrer. Ce dernier, jouera un rôle dans l'atténuation des gaz à effet de serre.



a

Figure 6.1 : Plan d'aménagement de la mangrove des secteurs Togbin-Adounko (a)

Source : Sinsin et al., 2011



b

Figure 6.1 : Plan d'aménagement de la mangrove de Vodountô (b)

Source : Sinsin et al., 2011

Par ailleurs, dans le protocole de Kyoto, les technologies de piégeage du dioxyde de carbone (UN, 1998) sont évoquées et dans le contexte d'une utilisation de la mangrove, la sauvegarde de cet écosystème existant et la replantation des palétuviers dans les aires dégradées ou des superficies affectées pour la cause s'imposent au Bénin. Si les mesures d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre incluent, entre autres, le piégeage du carbone et leur prévention par des mesures sur la gestion des terres (GIEC, 2002), la révision des modes d'utilisation de la mangrove s'avère indispensable dans la zone d'étude. Dans ce cas, le reboisement de la mangrove pourrait faire l'objet de projets à soumettre au financement du fonds vert pour le climat dans le but de contribuer à l'animation du marché de carbone. Déjà, Bamisso (2009) a mis en exergue le fait que la restauration des formations de mangrove bénéficie de l'implication des chefs traditionnels, de la population riveraine (à majorité des pêcheurs et des saliculteurs) ainsi que la participation des différentes institutions en charge de la conservation de la biodiversité en générale et de cet écosystème en particulier. Cette opportunité de reforestation de la mangrove dans la zone d'étude aidera à une nouvelle forme de gestion de cet écosystème dans l'optique d'une atténuation des émissions de carbone et de lutte contre les changements climatiques.

La réduction du CO_2 passe donc par la sollicitation d'un fonds dont l'objectif est la préservation et la protection des écosystèmes de mangrove et le renforcement de leur capacité naturelle à séquestrer d'importantes quantités de ce gaz afin de lutter contre le changement climatique et surtout la pauvreté qui fait aussi partie des causes de la disparition de cet écosystème. Ce fonds, qui comprend les moyens financiers, humains et techniques permettra la réalisation d'activités liées non seulement à la Journée mondiale des zones humides, à la journée nationale de l'arbre mais aussi aux ateliers d'échange nationaux voire régionaux permettant le maintien de la mangrove dans les communes sélectionnées pour l'étude.

Mais afin de rendre effective la contribution de la mangrove du Bénin à la lutte contre les changements climatiques, il faudra avant tout :

- organiser annuellement des ateliers à l'échelle locale ou nationale pour sensibiliser tous les acteurs impliqués dans la gestion de la mangrove sur les procédés liés aux enjeux du carbone et de cet écosystème côtier ;

- délimiter clairement et dans une approche participative les aires de pépinières et de reboisement de la mangrove orientée puits de carbone au Bénin ;

- mettre en place une base de données et d'informations sur les capacités réelles de la mangrove du Bénin à séquestrer le carbone ;

- réaliser une synergie entre les institutions internationales et les acteurs locaux qui travaillent sur les écosystèmes de mangrove en vue non seulement de bénéficier du fonds vert pour le climat mais aussi de participer au marché de carbone.

En effet, l'approche participative de la conservation et de la gestion durable de la mangrove consistera au renforcement de la conscience environnementale dans les différentes langues locales (Xwéda, Xwla, Fon, Mina, Tofin, etc.). La population riveraine devra également être impliquée dans l'élaboration et la mise en œuvre des projets d'écodéveloppement et de crédits de carbone comme par exemple la plantation, le reboisement et la protection de la mangrove, la production du sel solaire au Bénin. Dans ce sens, les structures internationales telles ISME, OIBT, FAO, UICN, UNESCO et UNEP-WCMC, qui œuvrent à protéger les milieux fragiles comme la mangrove dans les pays en développement, peuvent appuyer ces projets/programmes.

Mais le vote d'une charte de la mangrove constitue un atout pour la pérennisation des projets de conservation/protection de ce biotope dans une contribution aux efforts d'adaptation aux changements climatiques. De plus, l'adoption d'une politique locale (notamment communale) et institutionnelle de gestion de cet écosystème pourrait permettre de mieux l'inscrire dans le cadre des processus de finance carbone basé sur la valorisation de la mangrove. Ainsi, le cadre du mécanisme économique basé sur la finance carbone - Mécanisme de Développement Propre (MDP) mis en place dans le cadre du protocole de Kyoto et visant à réduire les gaz à effet de serre au niveau mondial pourrait aussi être créé au Bénin autour de la mangrove. Selon Dey et Kar (2013), la restauration à grande échelle de la mangrove sur une base scientifique pourrait avoir l'impact nécessaire sur la biodiversité et atténuer le changement climatique. C'est par exemple le cas au Sénégal où le projet "Plante ton arbre" a été développé pour le reboisement à grande échelle de la mangrove (http://www.polecarto.fr/livelihoods-fundnetwork/). De même au Congo (Brazzaville), des projets de la protection de la mangrove ont été conçus pour renforcer la synergie entre les conventions sur les changements climatiques, la biodiversité, Ramsar et la désertification (Itoua et Dubois, 2010). Au Bénin, outre les considérations politiques qui l'entourent, le projet 10 millions d'âmes 10 millions d'arbres pourrait être aussi être aligné dans cette vision.

6.5.2.2. Opportunité d'application au Bénin des principes du code de conduite pour la gestion durable de la mangrove

Les principes du code de conduite pour la gestion durable de la mangrove, institués par l'ISME et cenTER en 2005 sont au nombre de quinze (15). Mais, les plus pertinents à prendre en compte par les diverses institutions en charge de la gestion de la mangrove au Bénin par exemple sont entre autres les principes 1, 3 à 6, 8, 10 et 13 à 15.

Le contexte actuel de la réorientation des rôles de la mangrove au Bénin peut conduire à la mise en application effective de ces principes afin de permettre la durabilité de sa gestion. Ces principes se déclinent comme suit :

Principe 1 - Objectifs de la gestion des écosystèmes de mangrove

L'objectif fondamental de la gestion des écosystèmes de mangrove est de promouvoir la conservation et au besoin la restauration ou la réhabilitation et l'utilisation durable des écosystèmes de mangrove et de leurs habitats associés au profit des populations mondiales.

Principe 3 – Cadres politiques et juridiques

Des cadres juridiques internationaux et nationaux sont nécessaires pour fournir une orientation générale pour la conservation et l'utilisation durable des ressources de mangrove et pour garantir la protection de la biodiversité associée.

Principe 4 – Mise en oeuvre et intégration

Il existe une faiblesse générale dans la mise en œuvre des cadres politique et juridique pour les mangroves, un manque de concertation entre les agences de gestion et les diverses parties prenantes de la mangrove, un suivi et une évaluation insuffisante de la performance de la mise en œuvre et un manque d'intégration de la gestion des mangroves dans la gestion des zones côtières et des bassins hydrographiques.

Principe 5 – Évaluation des mangroves

Des données d'enquêtes, cartographie, inventaire et surveillance des mangroves sont nécessaires pour soutenir la gestion durable des écosystèmes de mangrove.

Principe 6 – Considérations socio-économiques

Les mangroves procurent d'importants avantages socio-économiques aux populations autochtones et aux communautés locales à travers le monde. Il est par conséquent essentiel de gérer durablement les écosystèmes de mangrove et leurs ressources pour maintenir et améliorer leurs moyens de subsistance.

Principe 8 – Renforcement des capacités

Le renforcement des capacités pour la gestion des mangroves et la sensibilisation sur les écosystèmes mangroves en général sont nécessaires à tous les niveaux depuis les instances de décision du gouvernement aux leaders communautaires et institutions éducatives (enseignants, étudiants et élèves).

Principe 10 – Pêcheries

Les pêcheries associées aux mangroves ont une importance mondiale dans la production d'aliments et de revenus de subsistance ainsi que des avantages commerciaux pour un grand nombre d'acteurs, incluant les populations autochtones et les communautés locales de pêcheurs. Cependant, le manque d'application des réglementations au niveau des pêcheries existantes, notamment l'absence de protection des sites de pépinières des mangroves, et la dégradation de l'habitat figurent parmi les principales causes du vaste déclin des pêcheries de mangroves.

Principe 13 - Tourisme, activités récréatives et éducation

Le tourisme est le secteur possédant la croissance la plus grande et la plus rapide de l'économie mondiale. Les écosystèmes de mangrove peuvent fournir aux éco-touristes des opportunités uniques d'habitats et de biodiversité, avec de nombreuses activités potentielles notamment la pêche récréative, l'observation des oiseaux, l'observation de la faune et les randonnées scéniques en barque/pirogue.

Principe 14 – Produits de la mangrove et commerce responsable

La durabilité de la production des produits de la mangrove doit être promue par la "labellisation verte" et les produits doivent être échangés selon les principes de commerce équitable et de partage des bénéfices.

Principe 15 – Recherche et Diffusion d'information sur les mangroves

La mauvaise compréhension des fonctions et valeurs des écosystèmes de mangrove constituent une des principales difficultés pour conserver et gérer durablement les ressources de mangroves. Cependant, il existe de nombreuses compétences, informations et opportunités à l'échelle mondiale pour utiliser les connaissances de la recherche plus efficacement afin d'améliorer la gestion des mangroves.

La majorité de ces principes ont été appliqués dans certains pays du monde entier et en particulier en Afrique au Ghana, Mozambique, Kenya et au Sénégal et, où la préservation de cet écosystème fait l'objet d'une grande attention. Le respect et la mise en application de ces principes dans ses différents pays sus-cités ont permis la reconstitution de la mangrove qui, autrefois dégradée, présente un aspect luxuriant, mais également la relance des devises desdits pays à travers le développement du tourisme vert.

Le Bénin peut s'en inspirer pour l'exploitation durable des ressources biologiques de la mangrove, la pérennisation de ses fonctions et services et leur intégration dans un système socioéconomique local, national et global viable. A cet effet, la recherche d'option de réduction de la pression humaine sur la mangrove pourrait même conduire à une reconversion économique dont le développement d'activité génératrice de revenus (auladiculture, l'élevage de lapin de volailles, etc.).

6.6. Modèle d'optimisation des fonctions et services de la mangrove au Bénin

L'analyse de l'état actuel des formations de mangrove, de leurs services et fonctions, des modes de gestion, du contexte favorable à l'amélioration des formes d'exploitation de cet écosystème à travers le modèle Succès – Echecs – Potentialités – Obstacles (SEPO) (figure 6.2).

Cet outil a permis de mettre en exergue les facteurs d'ordre humain, institutionnel, législatif, technique, naturel, etc. qui conditionnent la gestion des écosystèmes de mangrove au Bénin. Dans une vision de durabilité de ces fonctions et services de la mangrove au Bénin, il importe de suivre une démarche appropriée comme le propose la figure 6.3.

Regard rétrospectif		Regard prospectif
Succès	***Positif***	**Potentialités**
- Création de plusieurs ONGs et de comités locaux de gestion de la mangrove - Sauvegarde de la mangrove existante - Régénération / Réhabilitation de la mangrove -Sensibilisation par l'IEC sur les fonctions socioéconomiques et les services écologiques de la mangrove - Stimulation de la prise de conscience - Réglementation des coupes de bois-énergie et d'œuvre - Exhortation d'esprit d'amélioration du système de production chez les salicultrices - Amélioration du savoir faire local de la population - Bénéfice de la population - Appui institutionnel, financier et technique - Politique / Plan d'action de protection et de conservation de la mangrove - Stratégie de restauration et de la valorisation touristique de la mangrove au Bénin.		- Classement MAB/UNESCO - Loi cadre sur l'environnement - Superficie de mangrove existante - Ecotourisme de vision - Valorisation de la mangrove - Fonds vert pour le climat et Marché de carbone - Plan de gestion des écosystèmes de mangrove - Convention sur la conservation de la biodiversité - Etudes de faisabilité, de suivi et d'évaluation des projets de développement rural autour de la mangrove - Elaboration des projets d'écodéveloppement concertés sur la mangrove - Diagnostic et études des activités exercées - Formations/recherche sur la mangrove - Possibilité de réhabilitation de la mangrove - Existence de structures de sensibilisation de la population riveraine - Mise en œuvre d'approche participative dans la gestion intégrée de la mangrove au Bénin.
Echecs (internes/externes)	***Négatif***	**Obstacles**
- Diminution des aires de la mangrove - Régression des activités socioéconomiques - Baisse des revenus de la population riveraine - Violation des interdits par la population - Non maîtrise des techniques de coupe - Hausse du niveau d'analphabétisme - Non implication de la population dans la gestion de la mangrove - Non respect des engagements institutionnels - Inexistence de programme de suivi de la mangrove - Fort taux d'analphabétisme - Existence de contraintes (culturelles, financière, technique, etc.) - Absence de contrôle de la gestion de la mangrove - Inexistence de législation de protection de la mangrove - Manque, insuffisance et non application des textes législatifs régissant la gestion de la mangrove - Inexistence de zone de pépinière ou d'aires protégées et classées de mangrove au Bénin.		Impacts du barrage hydroélectrique de Nangbéto - Inondations marine, terrestre et sècheresse - Pressions urbaine et socioéconomique - Absence de structure de gestion de la mangrove - Usage des pratiques illégales et incivisme - Manque de moyens financiers, techniques et humains pour la protection de la mangrove - Destruction inégale des écosystèmes de mangrove - Insuffisance d'institutions plus adaptées à la gestion de la mangrove au Bénin - Manque de volonté et de sensibilité politique - Non maîtrise des textes régissant la gestion des écosystèmes fragiles par la population - Absence d'infrastructures - Conflits d'influence et d'intérêt autour des formations de mangrove - Textes insuffisamment appliqués - Faible et inégale répartition des ONGs réellement impliquées dans la gestion de la mangrove - Sous information sur le fonds vert pour le climat, le marché de carbone, le crédit carbone, etc.

Figure 6.2 : Modèle d'analyse SEPO de la gestion de la mangrove au Bénin

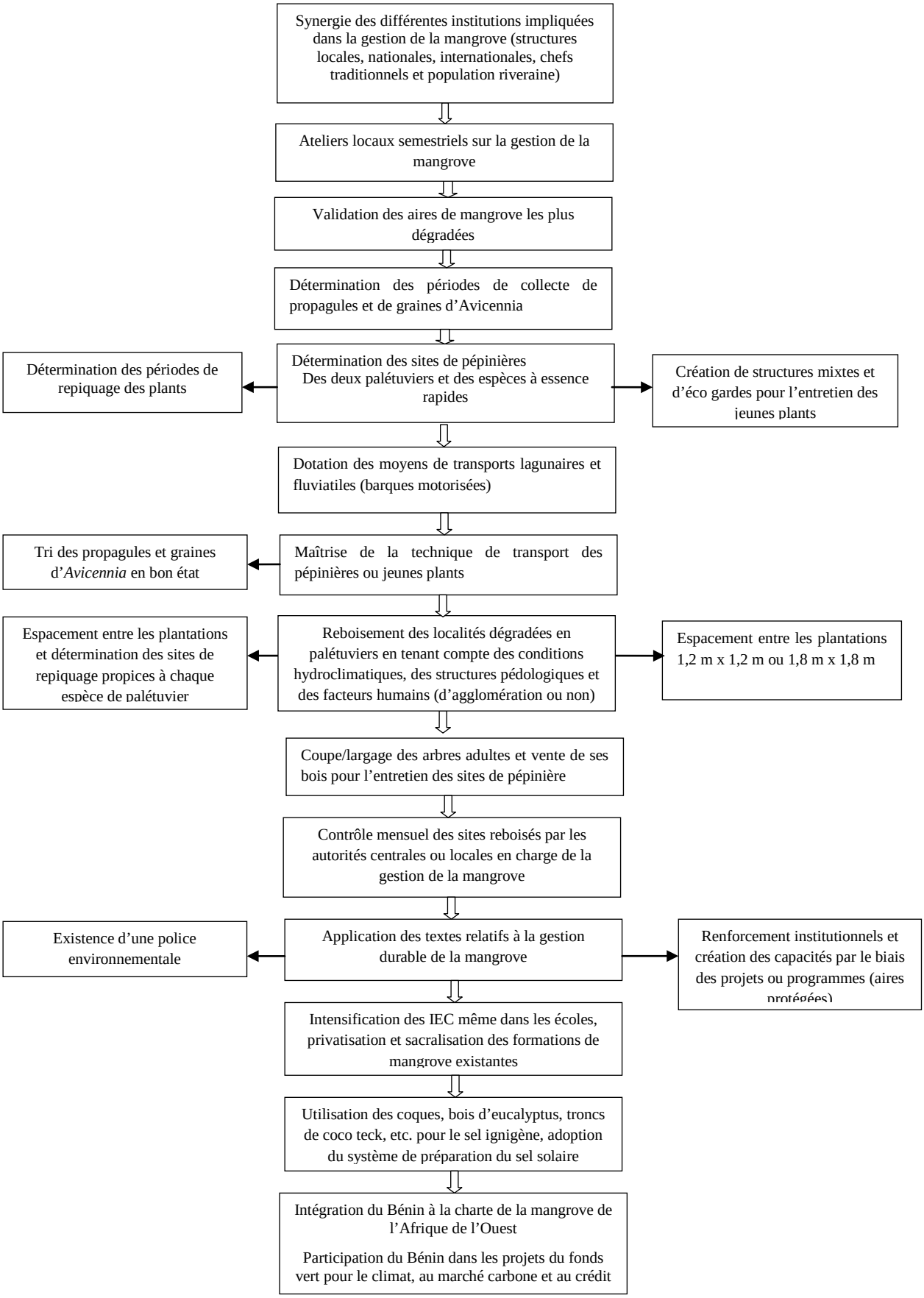


Figure 6.3 : Démarche proposée de gestion durable de la mangrove au Bénin

La démarche proposée à travers la figure 6.3 pourrait permettre d'une part de reconstituer les formations de mangrove d'une part et de rentabiliser leurs fonctions socioéconomiques et leurs services écologiques d'autre part.

Pour ce faire, tout dépend du niveau d'implication de tous les acteurs concernés par la gestion de la mangrove caractérisée par sa richesse en biodiversité mais marquée au Bénin par une forte pression humaine dégradante qu'il importe de limiter à tout prix.

Conclusion partielle

La dynamique des formations de mangrove se fait au Bénin sous les contraintes naturelles (hydroclimatiques, hydromorphologiques, hydrosédimentaires, etc.) et humaines (extension des agglomérations, systèmes socioéconomiques inadaptés, faiblesse du cadre institutionnel et législatif, faiblesse des investissements financiers, etc.).

L'état de dégradation des formations de mangrove a amené les populations à une révision des modes d'exploitation de cet écosystème à travers l'instauration d'une législation traditionnelle de conservation, tentatives timides de reboisement, rationalisation des coupes et substitution du bois de palétuvier, etc. Mais les opportunités, qu'offre le contexte international à travers le fonds vert pour le climat, le marché de carbone, pourraient conduire à une approche de gestion durable de la mangrove basée sur une réorientation de ses fonctions économiques et de ses services écologiques (puits de carbone et vente de crédit carbone).

Cependant il faudra tenir compte de toutes les composantes des démarches proposées pour faire des écosystèmes de mangrove une véritable source d'écodéveloppement au Bénin.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude a permis de mieux connaître l'importance de la mangrove dans la dynamique de l'économie locale et de l'équilibre environnementale (écologique) de la zone d'étude. Elle a été menée à travers plusieurs données et méthodes de recherche impliquant : - l'étude diachronique et prospective des aires de mangrove au Bénin, - l'analyse statistique de la granulométrie des sols de palétuviers, - la caractérisation des fonctions et services actuels et potentiels des formations de mangrove au Bénin, - et la proposition d'approche de gestion durable de ce biotope.

Au terme de ce travail, il faut retenir :

Etats actuel et projeté des formations de mangrove et de leur utilité

La mangrove au Bénin est plus représentée par les espèces *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* que celles *Rhizophora harisonnii*, *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*. La dynamique de cette formation végétale et des écosystèmes associés au Bénin est liée à l'accroissement de la population riveraine, de la forte pression humaine et foncière et du développement d'un système socioéconomique peu conservateur de ses écosystèmes. Ainsi, l'évolution de l'occupation des terres dans la zone d'étude, sur la période 1980-2010, a montré en général un recul des aires de mangrove de l'ordre de 25,6 % au profit des unités paysagiques anthropisées comme les agglomérations, les cultures et jachères, les plantations, etc. A l'horizon 2040, l'évolution prospectée et probabiliste des aires de mangrove, indique une couverture de 2 807 ha dans un *scénario critique*, de 13337 ha dans un *scénario intermédiaire* et d'environ 27783 ha dans un *scénario optimiste* par rapport à la superficie en 2010 de 18 956 ha. Mais, le sens réel des tendances de l'état des formations de mangrove dépend du poids des changements que connaîtra le milieu naturel, les systèmes socioéconomiques et du niveau de prise de conscience de la population riveraine au Bénin.

L'étude de la composition de la mangrove a révélé qu'elle est le siège d'un vaste réseau trophique qui détermine la richesse de sa biodiversité et ses rôles dans l'équilibre écologique et dans l'économie locale. Sur la base des ressources biologiques dont elle regorge, les populations riveraines du Bénin ont développé les activités socioéconomiques telles que la saliculture, la pêche, la pisciculture, l'agroforesterie, le tourisme de vision, etc. Ainsi, les utilités de cet écosystème sont directes et indirectes. Elles portent essentiellement sur les avantages économiques que tirent les populations riveraines dans leurs fonctions de régulation

écologique (protection de la côte, barrière contre l'érosion, stabilisation des sédiments, régulation du microclimat et des inondations, régénération et approvisionnement de nutriments, nurseries, etc.). Au Bénin, la mangrove a aussi une grande utilité dans la recherche scientifique, dans les plateformes éducationnelles, sur le plan historique, culturel, esthétique et de santé.

Ces fonctions de la mangrove ne sont valorisables pour l'écodéveloppement que dans le scénario optimiste où son état écologique est bon et exploitable. Ainsi, dans une perspective de durabilité et de réorientation de leurs fonctions et services, les formations végétales de mangrove peuvent aussi contribuer dans les stratégies de lutte contre le réchauffement climatique. Dans cette optique, la biomasse aérienne (210,7 t/ha) et sèche (85,2 t/ha) et les faciès sédimentologiques constitués de sable très grossier et grossier (2 mm, 1mm), de sable moyen (500 à 250µ), de sable fin et très fin (125, 63 et 50 µ), du silt et d'argile (< à 50µ) peuvent être transformés en des réservoirs de stockage de carbone atmosphérique séquestré. Les capacités de séquestration de carbone des aires de mangrove au Bénin sont grossièrement évaluées entre 19 904 et 28 434 t/an. Cette opportunité de séquestration et de stockage de carbone est favorisée par le contexte actuel d'élaboration des projets de fonds vert pour le climat, de l'ouverture d'un marché de carbone et de la vente de crédit carbone à l'échelle internationale.

Par ailleurs, dans le sens d'un développement durable de la mangrove, les formes d'exploitation économique dont elle fait l'objet peuvent être tournées vers des systèmes d'activités intégrées respectueuses de l'environnement. Il s'agit par exemple du système intégré mangrove-aquaculture, de l'agroforesterie à base de la mangrove, l'écotourisme à base de mangrove sacralisée, etc. Etant donné que ces activités vont préserver plus la mangrove, et vont permettre également de soutenir la vision de l'utilisation de cet écosystème dans les stratégies de lutte contre les changements climatiques à travers son rôle de puits de carbone.

Mais il faut avant tout connaître les contraintes de développement afin de définir des stratégies adéquates de gestion de la mangrove au Bénin.

Facteurs limitants et stratégies de gestion durable de la mangrove au Bénin

Le développement de la mangrove au Bénin est souvent confronté à la manifestation de phénomènes naturels comme les événements pluviométriques et hydrologiques extrêmes (inondations, sécheresse), la variation hydrosédimentaire et du taux de salinité des eaux, etc.).

La régression des aires de mangrove est aussi limitée par la forte pression exercée par les populations à travers les systèmes socioéconomiques inadaptés (habitations, infrastructures économiques, etc.), le non-respect des institutions et des textes législatifs, etc.

Mais peu à peu, les populations riveraines prennent conscience sur la base des campagnes de sensibilisation et procèdent actuellement à une modification de leurs modes d'exploitation de la mangrove. A cet effet, l'instauration de législation traditionnelle de conservation et de sauvegarde, les efforts de reboisement, la rationalisation des coupes et substitution du bois de palétuvier, etc. sont les stratégies actuellement développées par les acteurs de gestion de la mangrove au Bénin. Pour une gestion efficiente de la mangrove, les atouts que constituent le fonds vert pour le climat et le marché de carbone, etc. méritent d'être exploités à des fins d'une réorientation et d'une pérennisation de ses fonctions économiques et services écologiques.

Au Bénin, la mangrove est au centre des enjeux économiques, sociaux, culturels, etc. qui souvent priment sur la dimension écologique et environnementale de cet écosystème indispensable à la stabilisation et à l'équilibre de la zone côtière. Ainsi, faudra-t-il inverser cette tendance ou combiner tous les enjeux à travers une approche intégrée d'écodéveloppement axé sur les formations de mangrove au Bénin.

Les limites à ce travail de recherche sont :

- le manque d'informations fiables sur les aires de mangrove sacralisée et désignée comme ‘’tabou’’ par la population de la région côtière a entravé la réalisation de la carte des localités concernées ;

- l'estimation de la biomasse aérienne et sèche de la mangrove a été faite sur la base de modèles statistiques préétablis et non par mesures directes sur le terrain du fait de l'indisponibilité d'outils appropriés dans le laboratoire de recherche ;

- l'évaluation des quantités de carbone qui peuvent être séquestrées dans les aires de mangrove au Bénin a été faite sur la base des taux prédéfinis extraits de la bibliographie existante ;

- la non accessibilité de l'appareil de mesure de la salinité et de la turbidité des eaux ;

- l'incertitude qui caractérise les trois scénarios de l'état de la mangrove à l'horizon 2040 étant donné la non maîtrise des tendances réelles d'évolution de tous les facteurs de pression sur cet écosystème au Bénin.

Au regard de ces imperfections et des nombreuses pistes de recherche qu'offrent les formations de mangrove au Bénin, les études complémentaires seront orientées sur les thématiques que sont :

1. Etude corrélative de la variabilité pluviohydrologique et sédimentologique sous les différents types de formations de mangrove pendant les quatre saisons climatiques dans le littoral du Bénin. Cette étude nécessite la poursuite du stage de recherche dans le Laboratoire de Géologie, Mines et Environnement de l'Université d'Abomey-Calavi.

2. Quantification de la biomasse aérienne et sèche et évaluation de tous les réservoirs de carbone dans les écosystèmes de mangrove au Bénin. Dans ce cas, l'appui du laboratoire de Botanique et de l'Herbier National est nécessaire.

3. Détermination des âges des palétuviers et leur caractérisation sédimentologique au Bénin.

4. Etude de faisabilité de projets d'écodéveloppement axé sur la mangrove au Bénin dans le contexte du fonds vert pour le climat et du marché de carbone.

Ces axes de recherche permettront à moyen et à long termes de contribuer efficacement à la valorisation non dégradante et à une gestion intégrée de la mangrove au Bénin.

BIBLIOGRAPHIE

ABE, 2006. Guide ornithologique de l'écotourome au Sud-Bénin. 108 p.

ABE, 2006. Plan d'aménagement des sites Ramsar 1018 des Zones humides du Sud-Bénin. 128 p.

ABE, 2006. Plan d'aménagement des sites Ramsar 1017 des Zones humides du Sud-Bénin. 167 p.

Adam K. S., et Boko M., 1993. Le Bénin. Edicef, Paris 96 p.

Adam K. S., 1998. Vers une gestion intégrée de la zone côtière du Golfe de Guinée. Document cadre, ONUDI, 173 p.

Adger W.N., Brooks N., Bentham G., Agnew M., and Eriksen S., 2004. New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Technical Report 7. Norwich : Tyndall Centre for Climate Change Research.

Afouda F., 1990. L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat, Institut de Géographie, Université Paris IV (Sorbonne), France, 428 p.

Agrawala S., Ota T., Risbey J., Hagenstad M., Smith J., Van Aalst M., Koshy K., and Prasad B., 2003. Development and climate change in Fiji: focus on coastal mangroves. Paris: Environment Directorate and Development Cooperation Directorate, Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Final Report no. COM/ENV/EPOC/DCD/DAC(2003)4/.

Ajonina G., Diamé A., et Kairo J., 2008. Etat actuel et conservation des mangroves de l'Afrique: vue d'ensemble. *IMOBunkers Convention*. 6 p.

Akoegninou A., 1984. Contribution à l'étude botanique des îlots de forêts denses humides semi – décidues de la République Populaire du Bénin. Thèse de 3è cycle. Univ de Bordeaux III. 250 p

Akoegninou A., 2004. Les forêts naturelles du Bénin. Thèse d'Etat. Université d'Abidjan-Cocody. 350p.

Akoegninou A., Oyede L.M., and Toffi D.M., 1997. La mangrove du Bénin: environnement physique, végétation et essais de gestion. In: Kjerfve, B., L.D. Lacerda and E.H.S. Diop

(Eds.), Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa. UNESCO, Paris, pp. 292–306.

Akpati B.N., 1978. Ecology, structure and evolution of the Keta basin Ghana, West Africa. ***Geological Society of America Bulletin*** N°89, pp. 124- 132.

Alongi, D.M., 2007. *The contribution of mangrove ecosystems to global carbon cycling and greenhouse gas emission*. In: Tateda Y, Upstill-Goddard R, Goreau T, Alongi D, Nose A, Kristensen E, Wattayakorn G (eds) Greenhouse gas and carbon balances in mangrove coastal ecosystems. Gendai Tosho, Kanagawa, p 1–10.

Alongi D.M., Sasekumar A., Chong V. C., Pfitzner J., Trott L. A., Tirendi F., Dixon P., Brunskill G. J., 2004. Sediment accumulation and organic material flux in a managed mangrove ecosystem: Estimates of landocean-atmosphere exchange in peninsular Malaysia, Mar. Geol., 208, 383– 402.

Amouroux J.M., 2003. Genèse et devenir des mangroves. L'exemple de la Guyanaise. Cycle de conférence 2002-2003. Perspectives ; Quel avenir pour l'homme. 11p.

Amoussou E., 2003. Dynamique hydro-sédimentaire et mutations des écosystèmes du lac Ahémé Mémoire de maîtrise, DGAT / FLASH/ UAC, 103p

Amoussou E., 2010. Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo. Thèse de Doctorat Unique. Université de Bourgogne, Dijon, France, 315 p.

Anthony E. S., et Marius C., 1985. Géomorphologie, sédiments et sols de la Siérra Leone méridionale. Cah. ORSTOM, Série pédol., XXI (1) : 97-108 .

Assi-kaudhis C., Zéli Digbehi B., Roche E., & Lézine A.M., 2008. Dynamique de la végétation d'altitude en Afrique central atlantique depuis 1700 ans BP. Analye préliminaire de la carotte de Bambili (Nord-Ouest du Cameroun) *Geo-Eco-Trop*, 32: 131-143 pp.

Atlas de la Biodiversité de l'afrique de l'Ouest (Bénin), 2010 : 725 p

Baglo M., 1989. La mangrove du Bénin. Grands équilibres écologiques et perspectives d'aménagement. Thèse de doctorat de 3ème cycle. ICIV, CNRS, Université Paul Sabatier de Toulouse. 169 p.

Baglo M., 2011. Dynamique spatiale et caractéristique floristique de la mangrove et de ses formations associées au Bénin.13 p

Ballouche A., Akoègninou A., Neumann K., Salzmann U., Sowunmi M. A, 2000. Le projet ''DAHOMEY GAP '' : Une contribution à l'histoire de la végétaion au Bénin et au Sud-Ouest du Nigéria. Bericthe des Sonderforschungsbereichs, 268, Band 14, Frankfurt a.M. 2000 : 237-251

Bamisso R., 2006. Caractérisation et gestion des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois. Mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/FLASH/UAC, 78p.

Bamisso R., 2009. Contribution à la restauration et à la valorisation de la mangrove béninoise. Mémoire de DEA de géographie, EDP/FLASH/UAC, 86p.

Bandaranayake W.M., 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. Mangr. Salt Marsh. *2*, 133-148.

Bhattacharya P., Sayed F. H., 2004. Sustainable NTFP Management for Rural Development: A Case from Madhya Pradesh, India. *Int for Rev*, 6: 161- 168.

Barnes J., Ramesh R., Purvaja R., Rajkumar A.N., 2006. Tidal dynamics and rainfall control N2O and CH4 emissions from a pristine mangrove creek. Geophys Res Lett 33:L15405 doi:10.1029/2006GL026829.

Barusseau J.P., Bâ-Diara M., Descamps C., Diop E.H.S., Giresse P., Saos J.L., 1995. Coastal evolution in Senegal and Mauritania at 103, 102 and 101-year scales: natural and human records. Quaternary International 29-30, 61-73

Baumer M., 1997. L'agroforesterie pour les productions animales. Nairobi, ICRAF et CTA, Wageningen (Pays-Bas), CTA, 355 p.

Bernier B., 1992. Introduction à la macroéconomie. Du-nod, Paris, 217 p.

Bertrand F., 1994. Les modes de mise en valeur régionaux des mangroves des pays des Rivières du Sud : essai de typologie et de représentation graphique., in Dynamique et usages de la mangrove dans les pays des Rivières du Sud (du Sénégal à la Sierra Léone) : actes de l'atelier de travail de Dakar du 08 au 15 mai 1994, CORMIER-SALEM, M.-C., ORSTOM Editions, colloques et Séminaires, Paris, p.153-161

Bertrand F., 1994. Les relations sols/végétation dans les mangroves des pays des Rivières du Sud. Etat de la question et perspectives de débat. 9p

Betoulle J.L., 1998. Variations spatio-temporelles de la production de litière et des apports en éléments minéraux dans les cinq faciès d'une mangrove en Guyane française. Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 171 p.

Bio Mayé M., 2013. Pression démographique et dynamique prospective de la forêt classée de N'Dali dans le contexte de la décentralisation. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 67 p.

Biswas H., Mukhopadhyay S.K., De T.K, Sen .S, Jana T.K., 2004. Biogenic controls on the air-water carbon dioxide exchange in the Sundarban mangrove environment, northeast coast of Bay of Bengal, India. Limnol Oceanogr 49: 95–101.

Blasco F., 1982. Ecosystèmes mangroves : fonctionnement, utilité. Oceanologica Acta. No spécial : 225 – 230.

Blasco F., 1984. « Mangrove evolution and palynology»: In Snedaker S. & Snedaker J. Eds. The mangrove ecosystem, UNESCO, 251p

Blasco F., 1991. Les mangroves. In : La Recherche, 22 (31) : pp 444-453.

Boko M. et al., 2004. Changements climatiques et impacts socio-économiques sur le littoral béninois (Afrique de l'ouest). Rapport de recherche. CBRST, Cotonou, 57 p.

Boko M., 1975. La plaine côtière du Dahomey à l'Ouest du lac Nokoué. Thèse de Doctorat de 3ème cycle de Géographie tropicale. Université de Bourgogne, Dijon, 221 p.

Boko M., 1988. Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse d'état ès-lettres, Université de Bourgogne, 2 tomes, 608 p.

Boko N.P.M., 2009. Tendances thermométriques au Bénin. Mémoire de maitrise, Université d'abomey-calavi, 73p

Bokonon Ganta E.B, 1987. Les climats de la région du Golfe du Bénin (Afrique de l'ouest), Thèse de Doctorat du 3ème cycle. Université de Paris IV, Sorbonne, 248 p + annexes.

Bokonon Ganta E.B., 1992. Contraintes climatiques et Développement dans la Région du Golfe du Bénin. Ghana, Togo, Bénin. Laboratoire de Climatologie, Université Nationale du Bénin.8p.

Borges A.V., Djenidi S., Lacroix G., Theate J., Delille B., Frankignoulle M., 2003. Atmospheric CO2 flux from mangrove surrounding waters. Geophys Res Lett 30:1558 doi:10.1029/2003GL017143.

Bouillon J. et Castañeda-Moya E., 2007. Importance of intertidal sediment processes and porewater exchange on the water column biogeochemistry in a pristine mangrove creek (Ras Dege, Tanzania), *Biogeosciences*, 4, 311– 322.

Bouillon S., Borges A.V., Castañeda-Moya E., Diele K., 2008. Mangrove production and carbon sinks: a revision of global budget estimates. Global Biogeochem Cycles 22: GB2013 doi:10.1029/2007GB003052.

Brandon K., 1996. Ecotourism and Conservation : a Review of Key Issues, *Environment Department Papers*, n°33, World Bank.

Cadamuro L., 1999. Structure et Dynamique des écosystèmes inondables (forêt marécageuse, Mangrove) du bassin du Sinnamary (Guyane Française). Thèse présentée en vue d'obtenir le diplôme de Doctorat de l'Université Paul Sabatier- Toulouse III. 254p

Camara T., 1994. Biodiversité et forêts sacrées en Casamance, région de Ziguinchor. Afrinet Report 10, Unesco-Rosta, Dakar, Sénégal, 65p.

Caara S., & Diallo M. L., 2007. Vulnérabilité de la mangrove guinéenne aux changements climatiques. 7p.

CCE/SECA, 1994. Projet pilote de gestion des mangroves de la baie de Sangareya, Montpellier, CCE, SECA (Société d'éco-aménagement) - Rép. de Guinnée, ministère de l'agriculture et des ressources Animales.

CEDA, 2007. Rapport National sur l'Environnement Marin et Côtier du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature/UNEP, Rapport d'étude, 68 p.

Cdurable, 2009. Le rôle des milieux naturels dans la lutte contre les changements climatiques. 9 p

Chandrashekara U. M., & Sankar S., 1998. Ecology and Management of Sacred Groves in Kerala, India. *Forest Ecology and Management*, 112(20): 165-177.

Chapman V.J., 1976. Mangrove Vegetation. J. Cramer, Vaduz Germany. 447p.

Chen R., & Twilley R., 1999. A simulation model of organic matter and nutrient accumulation in mangrove wetlands soils, Biogeochemistry, 44, 93– 118.

Chmura G. L., Anisfeld S.C., Cahoon D.R., Lynch J.C., 2003. Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils, Global Biogeochem. Cycles, 17(4), 1111, doi:10.1029/2002GB001917.

Clark D. A., S. Brown, Kicklighter D. W., Chambers J. Q., Thomlinson J. R., & Holland E. A.. 2001. Net primary production in tropical forests: An evaluation and synthesis of existing field data. *Ecological Applications*, 11: 371-384.

Clough B.F., 1984. Mangroves. in, Control of Crop Productivity. Academic Press, Sydney. pp.253-268.

Clough B.F., 1992. *Primary productivity and the growth mangrove forests. ln : Tropical mangrove ecosystem*. Robertson A.I and Alongi D.M (eds), American Geophysical Union, Washington Oc., USA, 225-250.

Colleuil B., 1984. Un modèle d'environnement lagunaire soumis aux conditions du climat équatorial tempéré : le lac Nokoué (Bénin). Thèse de Doctorat de l'Université, Bordeaux I, 135p.

Commission d'Environnement Littoral CEL, 2002. Pour une gestion intégrée des Zones Côtières ''Initiatives locales- Stratégies nationales'' 82 p.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2001. The Value of Forest Ecosystems. (*Montreal, SCBD, Technical Series 4, 2001*)

Cormier-Salem M.C., 1999. La mangrove : de l'imaginaire aux pratiques, 16 pages *in* les rivières du Sud : Sociétés et mangroves ouest-africaines, *eds Cormier Salem* pp. 379-394.

Cormier-Salem M.C., 1999. Rivières du Sud : sociétés et mangroves ouest-africaines. IRD. Paris, 1/2, 416 p.

Cunha-Lignon M., Coelho J.C., Almeida R., Menghini R., Correa F., Schaeffer-Novelli Y., Cintrón-Molero G. and Dahdouh-Guebas F., 2009. Mangrove Forests and Sedimentary Processes on the South Coast of São Paulo State (Brazil). *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 56: 405–409.

Degue-Nambona M. R., 2007. Contribution des reboisements de mangrove du delta du saloum (sénégal) à la séquestration de carbone atmosphérique: cas des villages djirnda et sanghako. Mémoire de DEA Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 82 p.

Dey A., & Kar A., 2013. Scaling of mangrove afforestation with carbon finance to create significant impact on the biodiversity – a new paradigm in biodiversity conservation

models, Field Actions. Science Reports [Online], Special Issue 7 | 2013, Online since 11 June 2013, connection on 16 June 2014. URL : http://factsreports.revues.org/2674.

Diallo M.L, Camara S., Sangaré S., Traoré A.F., 2007. Document synthèse sur le Plan National d'Action et d'Adaptation aux Changement Climatiques en Guinée, Ministère en charge de l'Environnement/ PNUD/ FEM. 75 p.

Domingo E., 2007. La région urbaine du littoral au Bénin : dynamiques urbanisantes et environnement, une géographie de l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat d'Etat de Géographie. Université de Lomé, 596p

Dosskey M. D. Shultz and Isenhart T., 1997. Riparian buffers for agricultural land. Agroforestry Note 3, USDA Natl. Agroforestry Ctr, Lincoln, NE.

Dossou-Guédègbé O. V., 2005. Contribution de l'évaluation environnementale stratégique à l'aménagement du territoire: Cas du plan directeur d'aménagement du Plateau d'Abomey-Calavi. Thèse de Doctorat unique, FLASH/UAC, 348p.

Dieye B., Diaw T. A., Sané T., et Ndour N., 2013. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 629, mis en ligne le 09 janvier 2013, consulté le 02 juin 2014. URL : http://cybergeo.revues.org/25671 ; DOI : 10.4000/cybergeo.25671

Diop E.S., 1986. Estuaires holocènes tropicaux. Etude de géographie physique comparée des 'Rivières du Sud' du Saloum à la Méllacorée, Doctorat d'Etat, Strasbourg, Université Louis Pasteur, 498 p.

Diop E. S., 1990. La côte Ouest-Africaine : du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (Rep de Guinée). In Coll. Etudes et Thèses - Editions de l'ORSTOM - Paris - 379 P. ; 2 tomes + illustrations et planches cartographiques.

Diop E.S., Sall M., 1986. Estuaires et mangroves en Afrique de I'Ouest: évolution et changements du quaternaire récent à actuel. *ZNQUA***,** Dakar, Symposium" Changements globaux en Afrique", pp.109-112.

Dittmar T., Lra R.J., Kattner G., 2001. River or mangrove, Tracing major organic matter sources in tropical Brazilian coastal waters. Marine Chemistry **73**:253-271.

Dosskey M. D., Shultz and Isenhart T., 1997. Riparian buffers for agricultural land. Agroforestry Note 3, USDA Natl. Agroforestry Ctr, Lincoln, NE.

Downing T.E., **with Butterfield R., Cohen A. 2002.** Climate Change Vulnerability : Toward a framework for comparing adaptability to climate change impacts. United Nations Environment Programme. Nairobi : UNEP.

Downing T.E., and Patwardhan A., 2004. Vulnerability assessment for climate adaptation. Technical Paper 3 in the Adaptation Policy Framework. New York : United Nations Development Programm.

Doyen A. & Agboba C., 1985. La mangrove à usages multiples de l'estuaire du Saloum (Sénégal), Dakar, 145 p.

Doyle T.W., Girod G.F., and Books M.A., 2003. Modelling Mangrove Forest Migration along the Southwest Coast of Florida Under Climate Change. U.S. Geological Survey, National Wetlands Research Center.

Duchemin M., 2007. Réduction de la pollution diffuse d'origine agricole à l'aide de bandes enherbées et arborées. Dans : Actes du congrès – 10e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 79-86.

Duchesne V., 2002. Des lieux sacrés aux sites classés. Evolution du contrôle des ressources naturelles dans le Sud-Est ivoirien. In *Patrimonialiser la nature tropicale. Dynamiques locales, enjeux internationaux*. Cormier-Salem M.-C., D. Juhé-Beaulaton, J. Boutrais, B. Roussel (Eds), Paris, IRD, collection "Colloques et séminaires" pp. 419-438.

Duke N.C., 1992. *Mangrove floristics and biogeography*. In : Tropical Mangrove Ecosystems. A.I. Robertson and D.M. Alongi, Eds. American Geophysical Union, Washington DC., USA. pp 63-100.

Duke N.C., Meynecke J.-O., Dittmann A.M., Ellison A.M., Aanger K., Berger U., Cannicci S., Diele K., Ewel K.C., Field C.D., Koedam N., Lee S.Y., Marchand C., Nordhaus I., and Dahdouh-Guebas F., 2007. A world without mangroves? *Science*, 317, 41-42.

Dupont L.M., Weinelt M., 1996. Vegetation history of the savanna corridor between the Guinean and the Congolean rain forest during the last 150,000 years. Veg. Hist.*Archaeobo*.5/ 273-292.

Ecotourism Society, 1991. *Spring, Newsletter*, 1 (1).

Egnankou W.M., 1985. Etude des mangroves de côte d'ivoire: Aspect écologique et recherches sur les possibilités de leur aménagement. Thèse de doctorat de 3è cycle, université Paul-Sabatier Toulouse III, France, n° 3196. 176 p.

Ellison A., 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research*, 59(1-2), 2–15.

Eschenbrenner V., 1991. Principes généraux d'interprétation des diagrammes triangulaires - Application à la comparaison de matériaux pédologiques. *Cahiers de l'ORSTOM, série Pédologie XXVI1*. pp. 63-86.

FAO, 1994. Mangrove forest management guidelines. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Forestry paper 117, 319 p.

FAO, 2003. Status and trends in mangrove area extent worldwide. By Wilkie, M.L. and fortuna, S. Forest Resources Assessment Working Paper No. 63. Forest Resources Division. FAO, Rome. (Unpublished).

FAO, 2005. Status and trends in mangrove area extent worldwide. Document de travail nº 63.

FAO, 2007. The World's Mangroves 1980-2005, FAO Forestry Paper 153. Rome: Forest Resources Division, FAO. The Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 77 p.

FAO, 2007. Renforcer la capacité d'adaptation aux changements climatiques. Notes de synthèses sur les questions de développement. ISSN 1817, 2007. pp. 15-22.

Faure H., ELouard P., 1967. Schéma des variations du niveau de l'Océan atlantique sur la côte de l'ouest de l'Afrique depuis 40.000 ans. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 265 D : 784-787.

Faye M. N., 2002. Etude phénologique du genre *Rhizophora* et influences de des facteurs édaphologiques (pH et salinité de l'eau) sur la végétation de la mangrove de l'estuaire du Saloum, Sénégal. *Mémoire de D.E.A., UCAD*. 42 p. + annexes.

Faye M. N., Guissé A., et Diallo N., 2007. Influences du pH, de la salinité de l'eau et de la texture du sol sur la végétation de la mangrove de l'estuaire du Saloum au Sénégal. *Journal des Sciences et Technologies*, 5, 1, pp.

Feller C., Trichet J., Fontes J.C., et Marius C., 1989. Sur le rôle de la végétation dans le stockage du soufre dans les sols de mangrove (Sénégal). Résultats préliminaires. Soil Biology & Biochemistry, 21 (7) : 947-952.

Field C. D., 1995. Impact of expected climate change on mangroves, Hydrobiologia, 295, 75–81.

Fournet J., 2002. *Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Gondwana editions, Cirad,* (ISBN 2-87614-489-1 (Cirad, Tome 1). - 2-87614-492-1 (Cirad, Tome 2).

Fujimoto K., 2000. Below-ground carbon sequestration of mangrove forests in the Asia-Pacific Region. Dans Mangrove management and conservation – Present and Future, M. Vannucci, éd. (Japan : United Nations University Press), pp. 138-146.

Gadel F., Texier H., 1986. Distribution and nature organic matière in recent sediments of lake Nokoué, Bénin (West Africa). *Estuer. Coast. And Shelf sci.* 22: 767-784

Gaillard M., Lang J., et Lucas J. 1982. Etude sédimentologique des milieux de mangroves du Bénin Occidental. *Océanologica Acta Sp.*, 129-139.

Gayibor N.L., 1986. Ecologie et histoire : Les origines de la savane du Bénin. *Cahiers d'Etudes Africaines. (*101-102) 23 (1-2) : 13- 41

GIEC, 2002. Les changements climatiques et la biodiversité. Document technique V du GIEC. Publié sour la direction de Gitay H. Suárez A., et Watson R., Genève, Suisse, 89 p.

Gong W. K., et Ong J. E., 1990. Plant biomass and nutrient flux in a managed mangrove forest in. Malaysia. Estuarine, Coastal and Shelf Science 31: 519-530.

Guilcher A., 1959. La région côtière du Bas-Dahomey occidental. Bull. IFAN, t. XXI, n°3 et 4, 357-424

Guiral D., et Etien N., 1991. Les macrophytes aquatiques des berges lagunaires. J. *Ivoir. Océanol. Umnol.* Abidjan I(l): 25-40.

Guiral D., Albaret J. J., Baran E., Bertrand F., Debenay J.P., Samba Diouf P., Guillou J.-J., Le Loeuff P., Ontoroi J.P.M. & Mamadou S., 1999. Les écosystèmes à mangrove. In : Rivières du Sud. Sociétés et mangroves ouest-africaines. Marie-Christine Cormier- Salem eds., volume I : 416 p. volume II : 288 p.

Gössling S., 1999. Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions? *Ecological Economics*, 29, 303-320.

Hernandez R.E., Putzke A.P., Myers J.P., Margaretha L., Moens C.B., 2007. Development 134(1):177-187 (Journal)

Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J.L., Jones P.G., & Jarvis A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol., 25, 1965-1978.

Hill R., 2005. Seedtime and Harvest. Christian Mission and Colonial Might in Côte d'Ivoire (1895 - 1920), with particular reference to the ministry of William Wadé Harris.Inaugaral-Dissertation in der Theologischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg, 407 p.

Horwitz P., Finlayson M. and Weinstein P., 2012. Healthy wetlands, healthy people. A review of wetlands and human health interactions. Ramsar Technical Report no. 6. Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands and the World Health Organization. Gland Switzerland.

Houessou A., Lang J., 1978. Contribution à l'étude du Continental terminal dans le Bénin méridional. ***Bull. Sri. Géol.*** n031. pp. 137-149.

Houessou A., Lang J., 1979. La terre de barre dans le Bénin méridional (Afrique de l'ouest). ***Bull.*** ASEQUA. N°56-57, pp.49-59.

Houghton R.A., 2003. Why are estimates of the terrestrial carbon balance SO different? Global Change Biology, 9: 500-509.

Houghton R. A., 2001. Counting terrestrial sources and sinks of carbon. *Climatic Change*, 48: 525-534.

Houndénou C., 1999. Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide, diagnostic et modélisation : L'exemple du Bénin. Thèse de Doctorat Unique. Université de Bourgogne. Dijon, 341 p.

Houndénou C., 2005. Recueil des informations existantes sur les effets néfastes des changements climatiques en République du Bénin. 85 p.

Houssou S.C., 1998. Les bioclimats humains de l'Atacora et leurs implications socioéconomiques dans le Nord-Ouest du Bénin. Thèse de Doctorat de Géographie. Université de Bourgogne, Dijon, France, 336 p.

Howe et *al.*2008. Independent simultaneous sweeping - a method to increase the productivity of land seismic crews. Pages 2826{2830 of: SEG, expanded abstracts.

Hutchison J., Manica A., Swetnam R., Balmford A., & Spalding M., 2014. Predicting Global Patterns in Mangrove Forest Biomass. *Conservation Letters*, 7(3): 233–240, doi: 10.1111/conl.12060.

Huxham M., Kumara L.P., Jayatissa M.P., Krauss K.W., Kairo J., Langat J., Mencuccini M., Skov M.W., and Kirui B., 2010. Intra and inter-specific facilitation in mangroves may increase resilience to climate change threats. Philosophical Transactions of the Royal Society *365, 2127-2135.*

IFN, 2005. La Forêt française : Un puits de carbone ? Son rôle dans les limitations des changements climatiques. 8p.

IMAO, 2006. Initiative Mangrove en Afrique de l'Ouest. 133 p.

Imbert D., & Menard S., 1997. Structure de la végétation et production primaire dans la mangrove de la Baie de Fort-de-France, Martinique (F.W.I.). Biotropica, 29 (4) : 413-426.

INSAE, 2002. Troisième recensement général de la population et de l'habitation. Cotonou, Bénin, Fonds des Nations unies pour la population, ministère du Plan et de la Restructuration économique, 47 p.

IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

IPIECA, 1992. Biological Impacts of Oil Pollution: Coral Reefs. IPIECA Report No. 3, International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, London.

ISME, 2004. Principe pour un Code de Conduite de la Gestion et de l'Utilisation Durable des écosystèmes de mangrove.

Itoua A., et Dubois Y., 2010. Etude préliminaire sur le mécanisme du développement propre en République du Congo. Rapport d'étude, Brazzaville, Congo, 30 p.

Jahns S., 1996. Vegetation history and climate change in West Equatorial Africa during the Late Pléistocene and Holocene, based on marine pollen diagram from the Congo fan. Vegetation hist. Archaeobot. 5 : 207- 213.

Jenik J., 1994. The Dahomey-Gap : an important issue in Africain phytogeography. Mem. Soc. Biogeograp, sér.3, (4)/ 125-133.

Jin M., 2004. Analysis of Skin Temperature Variations Using Long-Duration AVHRR Observations Bull. Am. Met. Soc., 85, No. 4, 587-600, doi: 10.1175/BAMS-85-4-587.

Kalck Y. 1978. Evolution des zones a mangroves du Sénégal au Quaternaire récent. Etudes géologiques et géochimiques. Thèse de 3eme cycle de Géologie, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 121 p., 28 fig., 10 tables, 13 ann

Kaly, 2007. Contribution à l'étude de l'écosystème mangrove de la Petite Côte et essai de reboisement. Thèse de doctorat 3ème cycle, département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, UCAD, Sénégal. 275 p.

Khan I.A., and Khan A.A. 1985. Physico-chemical conductions in Selkha Jheel at Aligarh. *J. Environment Ecology*, 3: 269-274.

Kauppi P. E., Sedjo R. A., Apps M. J., Cerri C. C., Fujimori T., Janzen H., Krankina O. N., Makundi W., Marland G., Masera O., Naburs G. J., Razali W. & Ravindranath N. H., 2001. Technical and economic potential of options to enhance, maintain and manage biological carbon reservoirs and geo-engineering. *In* B. Metz, O. Davidson, R. Swart, & J. Pan, eds. *Climate change 2001: Mitigation.* pp. 310-343. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge, Cambridge University Press.

Kjerfve B., Lacerda L.D., and Diop E.H.S. 1997. Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa. UNESCO, Paris. 168p.

Klein, 2003. Les espaces littoraux : gestion, préservation, aménagement -, Géoconfluence, www.enslsh.fr/geoconfluence/doc/typespace/littoral1/LittorDoc2.htm p.

Kokou K., 1998. Les mosaîques forestières au Sud du Togo : Biodiversité, dynamique et activités humaines.Thèse de Doctorat. Université de Montpellier 2, France 139 p + annexes.

Kokou K., Afiademanyo K., Akpagana K., 1999. Les forêts sacrées littorales du Togo : rôle culturel et de conservation de la biodiversité. J. Rech. Sci. Univ. Bénin (Togo), 3 (2) : 91- 104.

Kokou K., et Sokpon N., 2006. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et Forêts des Tropiques.* 288, 2, pp. 15-23.

Kristensen E., Flindt R. M., Ulomi S., Borges V. A., Abril G. & Bouillon S., 2008. Emission of CO_2 and CH_4 to the atmosphere by sediments and open waters in two Tanzanian mangrove forests. *Marine ecology progress series*, 370: 53–67, doi: 10.3354/meps07642.

Laegdsgaard P., Johnson C., 2001. Why do juvenile fish utilise mangrove habitats ? Jouranl of Experimental Marine Biology and Ecology **257** : 229-253.

Lafon X., 2010. La notion de service écosystémique : Inscrire la contribution de l'environnement dans les processus de décision. Support de l'intervention réalisée au pôle littoral du CGEDD, 15 p.

Lang J., et Paradis *G*., 1977. Un exemple d'envimnnement Sédimentaire biodetritique, non carbonate marin et continental. Holocène: le domaine margino littoral du Bénin. *Rev.Geogr. Plyg. et géol. dyn*, **XIX** fasc.3, 295-312.

Lang J., et Paradis G., 1984. Le quaternaire margino-littoral béninois (Afrique de l'Ouest) ; synthèse des datations au carbone 14. *Palaeoecology of Africa*. 16, 65-67.

Lebigre J.M., 1990. Les marais maritimes du Gabon et de MADAGASCAR. Thèse - Doctorat d'Etat – Université BORDEAUX III - janvier 1990

Limoges B., 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain.7p.

LGME, 2010. Etude régionale de suivi du trait de côte et élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'ouest UICN/UEMOA : Plan régional de prévention des risques côtiers en Afrique de l'ouest : étude de cas : les plages béninoises dans le golfe de Guinée en Afrique de l'ouest : évolutions et conséquences socio-économiques. Rapport d'étude, Laboratoire de Géologie, Mines et Environnement (unité de sédimentologie), Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 55 p.

Mahmoud K., 2010. Caractérisation hydrodynamique des sols en vue d'une recherche des conditions de reconstitution de parcelles d'infiltration. Mémoire de Master, EGN, Nantes, France, 103 p.

Terborgh B.V, & Lloyd J., 2004. The above ground coarse wood productivity of 104 neotropical neotropical forest plots. *Global Change Biology*, 10: 1-29.

Malhi Y., Baldocchi D. D., and Jarvis P.G., 2004. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant Cell Environ*, 22: 715-740.

Marius C., et Lucas J., 1991. Holocene Mangrove Swamps of West Africa Sedimentology and Soils. *Jownal of Afican Earth Sciences*, 12(112): 41-54.

Marius C., 1985. Mangroves du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement Orstom. Collection travaux et documents. Paris, N°193. 358p.

Marius C., 1995. Effet de la sécheresse sur l'évolution des mangroves du Sénégal et de Gambie, *Revue Sécheresse*, No.1, vol. 6, 123-125.

Mascle J., 1977. Le Golfe de Guinée (Atlantique Sud). Un exemple d'évolution des marges atlantiques en cisaillement. Mtm. Soc. GeoI. France.- CNRS, Nvelle Série, Tome LV, n0128, 99p.

Mascle J., 1977. - Le Golfe de Guinnée (Atlantique Sud). Un exemple d'évolution des marges atlantiques en cisaillement. *Mtm. Soc. Geo I. France.*- CNRS, Nvelle Série, Tome LV, n0128, 99 p.

Mathieu C., Pieltain F., Asseline J., Chossat J. C. et Valentin C., 1998. Analyse physique des sols - méthodes choisies. Lavoisier. 275 p.

Melana D.M., 2000. Mangrove Management Handbook. Department of Environment and Natural Resources, Manila, Philippines through the Coastal Resource Management Project, Cebu City, Philippines. 96 p.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington (DC): Island Press.

Miasa S., 1992. Approche floristique et écologique de la mangrove et de l'arrière mangrove des environs d'Ankilibe (Sud de Tuléar). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo. 123p.

Michel P., 1973. Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Men. ORSTOM, Paris, 63, 3 t., 752 p.

Millet B., Texier H., Colleuil B., 1991. Modélisation numérique de circulation et dynamique sédimentaire d'un écosystème lagunaire tropical : le lac nokoué (Bénin), 6p.

Miththapala S., 2008. Mangroves. *Coastal Ecosystems Series* Volume 2. Colombo Sri Lanka: Ecosystems and Livelihoods Group Asia IUCN, 28 p.

Moutila B. L., 2011. Pression et dynamique de l'espace côtier à mangrove de Youpwe (douala). Mémoire de DEA (Master II) en Géographie. Université de Douala, Cameroun, 70 p.

Naulin D., 2009. Capture et stockage de carbone : Le rôle des milieux naturels dans la lutte contre le changement climatique. 9p

Narayani N., 1990. Seasonal changes in abiotic parameters of eutrophic wetlands (Lower Lake, Bhopal) in Advances in Environmental Biopollution (Ed.) Shula, A.C., Vandana, A. Trivedi, P.S. and Pandey, S.N. A.P. H. Publishing Corporation, New Delhi, pp. 155-163.

Nations Unies (UN), 1998. Protocole de Kyoto à la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques. FCCC/INFORMAL/83 GE.05-61647 (F) 070605 090605, Washington, Etats-Unis, 24 p.

Ndiaye, 1997 et 1998. Les sols des mangroves de l'estuaire du Saloum Dans le Delta du Saloum, 11p.

Ndour N., Dieng S., et Fall M., 2011. Rôles des mangroves, modes et perspectives de gestion au Delta du Saloum (Sénégal). Vertigo, 11(3) pp.

Ndour N., 2005. Caractérisation et étude de la dynamique des peuplements de mangrove du Delta du Saloum (République du Sénégal), Dakar, Faculté des Sciences et techniques, Thèse de troisième cycle, Université Cheikh Anta Diop, 180 p.

Ngom Sow F., 2005. Les fonctions de la mangrove dans la structuration et la biologie des peuplements de poissons de l'estuaire du Sine-Saloum. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 135 p.

Nicole M., Egnankou W. M, et Schmidt M., 1987. Les zones humides côtières de Côte d'ivoire. Rap. Orstom. Université nationale de Côte d'ivoire, CI, Nature 73p.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2002. Oil Spills in Mangroves: Planning and Response Considerations (Maryland : Office of Response and Restoration).

Nouidemona J., 2004. Problématique des activités humaines dans les aires classées : Cas du parc national du delta du Saloum. Mémoire de DEA. Institut des Sciences de l'Environnement (ISE). 86 p.

Odum W.E., et Heald E.J., 1972. Analyses trophiques d'une communauté d'estuaire de palétuvier. Taureau. Mars. Sci., 22(5):671-738.

Ogouwalé E., 2006. Changements climatiques dans le Bénin méridional et central: indicateurs, scenarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat unique, Laboratoire d'Etude, des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes (LECREDE), FLASH, UAC, 302p.

Okezie Akobundu I. et Agyakwa C.W., 1967. Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. Institut international d'agriculture tropicale, 522p.

Oloukoi J., Mama V. J., Agbo F. B., 2006. Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin. Télédétection, vol. 6, n° 4, p. 305-323.

Ong J.E., 1993. Mangroves – a carbon source and sink. *Chemosphere*, 27: 1097–1107.

Ong J.E., 2002. La disparition de la mangrove et le changement climatique: Perspective mondiale.4 p.

Ong J.E., 2002. The hidden costs of mangrove services: Use of mangroves for shrimp aquaculture. Paper presented at the International Science Roundtable for the Media; 4 June 2002, Bali, Indonesia.

Orson R.A., Howes B.L., 1992. Salt marsh studies at Waquoit Bay, Massachusetts: influence of geomorphology on long-term plant community structure. Est. Coast. Shelf Sci., 35:453-471.

Oyede L. M., 1983. Un exemple de sédimentation biodétritique quatemaire dans le domaine margino-littoral en climat tropical humide: le lac Ahémé. U.N. du Bénin, Université de Dijon. Thèse de 3ème cycle, 171 p.

Oyédé L. M., 1991. Dynamique sédimentaire actuelle et messages enregistrés dans le Quaternaire et Néogène du domaine margino-littoral du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat Unique de Géologie sédimentaire. Université de Bourgogne, Dijon, 302 p.

Oyédé L. M., et Kaki C., 1998. Quinze mois d'observations et de relevés des parameters physic-chimiques sur le littoral et la lagune côtière du Bénin (mars 1996-mars 1997) : Dynamique sédimentaire et environnement, Rapport interne, janvier 1998, Département des Sciences et de la terre, Faculté des Sciences Techniques, UNB, 61p.

Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin Editeurs, ISBN 2-7040-0399-8.

Paradis G., 1977. Observations sur l'holocène récent du Bénin (ex Sud-Dahomey). Bull. A& Sénégal. & Quatern. Afr., Liaison, Sénégal (A.S.E.Q.U.A.9 51, 49-73.

PAZH, 2002. La pollution dans les zones humides du Bénin: état actuel, impacts, stratégies de suivi et de lutte. Rapport Intérimaire, Volet N°111, 42 p.

Pliya J., 1980. La pêche dans le Sud-Ouest du Bénin. Etude de géographie appliquée sur la partie continentale et maritime. AGECOOP, Paris, 293 p.

Pliya J., 1976. La pêche continentale et maritime dans le Sud-Ouest de la République Populaire du Bénin. Doctorat de troisième cycle, 308 p.

PNUE, 2003. Mangroves of East Africa, PNUE – Programme pour les mers régionales, UNEP WCMC.

PNUE, 2007. Mangroves of Western and Central Africa, PNUE – Programme pour les mers régionales, UNEP-WCMC.

Pinckney J., & Zingmark R.G., 1991. Effects of Tidal Stage and Sun Angles on Intertidal Benthic Microalgal Productivity. *Marine Ecology-Progress* Series 76:81-89.

Portier S., 2005. Solubilité de CO_2 dans les saumures des bassins sédimentaires : Appliquation au stockage de CO_2 (Gaz à effet de serre). Thèse de doctorat en Géochimie. Université Louis Pasteur- Strasbourg I, 257 p.

Primavera J.H., and Esteban J.M.A., 2008. A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: successes, failures and future prospects. Wetlands Ecol. Mngmnt 16 (3): 173-253 (DOI 10.1007/s11273-008-9101-y)

Primavera J.H., 2000. Integrated mangrove-aquaculture systems in Asia. *Integrated Coastal Zone Management*. Autumn edition: pp. 121-130.

Purvaja R., and Ramesh R., 2001. Natural and anthropogenic methane emission from coastal wetlands of South India. *Environ Manage*, 27: 547–557.

Ramsar secretariat, 2001. Wetland values and Functions. Glang, Switzerland.

Record, 2008. Application de la méthode Bilan Carbone aux activités de gestion des déchets. 133 p, n°07-1017/1A

Richer de Forges A., Feller C., Jamagne M. et Arrouays D., 2008. Perdus dans le triangle des textures. *Etude et Gestion des Sols*, 15(2) : 97 - 111.

Roger E., 2009. Les mangroves de Madagascar. 30 p

Rollet B., 1975. - Introduction à l'étude des mangroves du Mexique. Bois et forêt des Tropiques. 156 : 3-26.

Sadio S., 1991. Pédogénèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine Saloum, O.R.S.T.O.M., Paris, 283 p.

Saenger et al., 1983. Global status of mangrove ecosystems. Gland, IUCN, 88 p.

Saenger P., et Bellan M.F., 1995. The mangrove vegetation of the Atlantic coast of Africa. A review. Laboratoire d'Ecologie Terrestre (UMR 9964), Centre National de la Recherche Scientifique; Université de Toulouse III. Mars, 96p.

Saenger P., 2002. Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. Springer Netherlands, 10.1007/978-94-015-9962-7_10 DOI. pp 303-350.

Saenger P., 2003. Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht Hardbound. Sens. *Environ*., 71, 56 – 66.

Saenger P. and Snedaker S.C., 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litter fall. *Oecologia*, 96: 293-299.

Sagna P., 2005. Dynamisme du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique Occidentale , Dakar, UCAD, Tome 1, 272-318.

Sathirathai S., and Barbier E.B., 2001. 'Valuing Mangrove Conservation in Southern Thailand', *Contemporary Economic Policy* 19, 109-122.

Schnell R., 1977. Flore et végétation de l'Afrique Tropicale, pp 226 – 240**.**

Schuman G.E., Janzen H.H., Herrick J.E., 2002. Soi1 carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental Pollution, 116: 391-396.

Siikamäki J., Sanchirico J.N. & Jardine, S.L. 2012. Global economic potential for reducing carbon dioxide emissions from mangrove loss. *PNAS,* 109(36): 14287-14288.

Smith T. J., and Duke N. C., 1987. Physical determinants of inter estuary variation in mangrove species richness around the tropical coastline of Australia. Journal of Biogeography 14: 9-19.

Sinsin B., Assogbadjo A. E., Dossou-yovo B., Tenté B., Clédjo P., Ouassa M., 2011. Réalisation de la monographie des sites identifiés d'aire de conservation communautaire de la biodiversité et élaboration de la stratégie du gel du foncier. 28 p

Snedaker S.C., 1982. Pages 111-125 *in* Contributions to the ecology of halophytes. D.N.

Sen and K.S. Rajpurohit (eds.), Volume 2 The Hague: D.W. Junk.Strong, A.M., R.J. Sawicki, and G.T. Bancroft. 1991. Effects of predator presence.

Slansky M., 1962. Contribution à l'étude géologique du bassin sédimentaire du Dahomey et du Togo. Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Edition Technip, Paris 7^{e}, 223 p.

Soegiarto A., 1991. Research and management of mangrove ecosystems in Indonesia, Centre for Research on Sustainable Agricultural and Rural Development, Madras India ; International Tropical Timber Organization, on, Yokohama, Japan, pp. 43-52.

Sowunmi M. A., 2004. Aspects of Nigerian coastal vegetation in the Holocene: some recents insignts. In: Past climate variability Europe and Africa. Vol. 6, R.W.

Spalding M., Kainuma M. & Collins L., 2010. World atlas of mangroves. Earthscan, London, UK and Washington DC, USA.

Spalding M., Kainuma M. et Collins L., 2011. Atlas Mondial des Mangroves. Version française, ISME, Japon, 320 pp.

Spalding M.D., Blasco F., Field C.D. (Eds.), 1997. *World mangrove atlas.* The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japon. 178 pp.

Sullivan C., 2005. The importance of mangroves. http://ufdc.ufl.edu/UF00093446/00028/1x (accessed 13.08.13).

Tateda Y., Upstill-Goddard R., Goreau T., Alongi D., Nose A., Kristensen E., Wattayakorn G., 2007. Greenhouse gas and carbon balances in mangrove coastal ecosystems. Gendai Tosho, Kanagawa.

Texier H., Dossou C., Colleuil B., 1979. - Etudes d'environnement lagunaire du domaine margino-littoral Béninois. Etude hydrologique préliminaire du "lac" Nokoué. Bull. IGBA, 11'25, pp. 149-166.

Thiam M.D., 1987. Les tannes du Bas Saloum: Etude de la dynamique des herbacees et approche d'une problématique géomorphologique.In: Notes de Biogéographie, n02, pp.61-76.

Toffi D.M., Baglo A.M., Akoègninou A.E., 1985. Etat actuel de mangrove du Bénin, conséquences de son exploitation traditionnelle. Communication présentée au Séminaire

régional sur la connaissance et la gestion traditionnelle des systèmes côtiers en Afrique, UNESCO/COMAR, 27 au 30 Novembre 1985, Cotonou 1985.

Toffi D.M., 1990. Le sel ignigène du littoral béninois : production, commercialisation, et impact sur l'environnement. Communication présentée au Symposium ''Journées portes ouvertes sur le PIRATTES'', MAB/CBRDT, Cotonou, 52 p.

Toffi D.M., 2008. Le climat, l'homme et la dynamique des écosystèmes dans l'espace littoral du Bénin. Thèse de Doctorat Unique, Laboratoire d'Etude, des Climats, des Ressources en Eau et de la Dynamique des Ecosystèmes (LECREDE), FLASH, UAC, 390 p.

Tossou, M.G., 2002. Recherche palynologique sur la végétation Holocène du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de l'Université de Lomé. 136p.

Totin V.S.H., 2010. Sensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable. Thèse de Doctorat Unique, Laboratoire Pierre Pagney, FLASH, UAC, 283 p.

Twilley R.R., Chen R., Hargis T., 1992. Carbon sinks in mangroves and their implication to carbon budget of tropical ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution*, 64: 265- 288.

UNESCO/UNDP, 1986. Les littoraux à mangrove des régions fragiles horizon. Documentation.Ird. fr/exl-doc/pleins.../010024550.pdf.

UICN, 2010. Etude de suivi et de mise en place d'un schéma directeur du Littoral Ouest Africain. Diagnostic national du Bénin. 76p.

Tirard C., Barbault R., Abbadie L., Loeuille N., 2012. Mini manuel Ecologie. 157 p.

Van Lavieren H., Spalding M., Alongi M. D., Kainuma M., Clüsener-Godt M., Adeel Z., 2012. Policy brief: Securing the Future of Mangroves. United Nations University, Institute for Water, Environment and Health, Canada, 54 p.

Vega C., 2000. Dynamique côtière et structuration des mangroves en Guyanes francaises. Analyse du site de Sinnamary sur la période 1951-1999, par teledetection et etude in situ. Mémoire de DEA, Université Paul Sabatier, Toulouse.

Verger F., 1968. Marais et wadden du littoral français. Etude de géomorphologie. Biscaye Frères, Imprimeurs-Bordeaux, 541p.(Thèse d'Etat).

Walters B., Rönnbäck P., Kovacs J., Crona B., Hussain S., 2008. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. *Aquatic Bot*., 89(2), 220–236.

Walsh G.E., 1974. Mangroves: A review. Ecology of Halophytes. R.J. Reinhold et W.H. Queen (éd.), New York: *Academic Press*, p. 51-174.

Westing, 1971. Environnemental Ecology: The ecological effects of pollution. 32p.

Weinstock A. J., 1994. Rhizophora Mangrove Agroforestry. *Economic Botany*, 48(2), 210-213.

Wells S., Ravilous C., Corcoran E., 2006. In the front line: Shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 33 p.

Woodroffe C.D., 1993. Geomorphological and climatic setting and the development of mangrove forests. in, Towards the rational use of high salinity tolerant plants. H. Lieth and A.N. Masoom (eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands. v.1. pp.13-24.

World agroforestry Center, 2012. 21p.

World Bank, 2001. "Payments for Environmental Services Initiative." http://www-esd.worldbank.org/eei.

Zabi G. S. F., et Le Bœuf, P. 1993. Revue des connaissances sur la faune benthique des milieux marginolittoraux d'Afrique de l'Ouest: Deuxième partie: peuplements et biotopes. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale,* **26** (1) : 19-51.

Sites web

Web: http://www.tyndall.ac.uk/research/theme3/final_reports/it1_11.pdf

www.enslsh.fr/geoconfluence/doc/typespace/littoral1/LittorDoc2.htm p

http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/

http://www.unep- wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/index.aspx.

http://www.cdurable.info/Capture-et-stockage-de-carbone-le-role-des-milieux-naturels-contre-le-changementntnt-climatique, 2118.html

http://www.wrm.org.uy/bulletinfr/132/Mangroves.html

Liste des figures

	Chapitre I	**19**
Figure 1.1	**:** Sites de prélèvement des sédiments au Sud-Bénin	31
Figure 1.2	**:** Diagramme en triangle de GEPPA (1963) utilisé pour la détermination de la texture des sols	33
Figure 1.3	**:** Schéma conceptuel du modèle analytique SEPO de la gestion de la mangrove au Bénin	4.2
	Chapitre II	**44**
Figure 2.1	**:** Présentation de la zone de la zone d'étude	45
Figure 2.2	**:** Régime pluviométrique au Bénin (1951-2010)	46
Figure 23	**:** Synthèse des unités géomorphologique du Bénin	53
Figure 2.4	**:** Hydrographie du Sud-Bénin	56
Figure 2.5	**:** Caractéristiques géologiques du Bénin autour du lac Nokoué : a) Distribution des minéraux argileux dans les sédiments superficiels et b) carte de lithofaciès	60
Figure 2.6	**:** Formations géologiques et milieux naturels du littoral stricto sensu	62
Figure 2.7	**:** Répartition de la superficie de la mangrove en Afrique	66
Figure 2.8	**:** Coupe transversale d'un pneumatophore montrant les tissus respiratoires spongieux	69
	Chapitre III	**76**
Figure 3.1	**:** Evolution de la population de la zone d'étude de 1992 à 2013	77
Figure 3.2	**:** Evolution et estimation de la population du Bénin et de la zone côtière de 1950 à 2020	77
Figure 3.3	**:** Taux d'accroissement intercensitaire des communes au Bénin	78
Figure 3.4	**:** Evolution de la superficie de la mangrove entre 1980 et 2010 au Bénin	79
Figure 3.5 a	**:** Occupation du sol au Bénin en 1980	83
Figure 3.5 b	**:** Occupation du sol au Bénin et 1990	84
Figure 3.6 a	**:** Distribution spatiale des mangroves au Bénin en 1980	85
Figure 3.6 b	**:** Distribution spatiale des mangroves au Bénin 1990 (b)	86
Figure 3.7	**:** Répartition des superficies des unités d'occupation du sol en 1980 (a) et 1990 (a) dans le Sud- Bénin	87
Figure 3.8	**:** Ecarts d'évolution des superficies d'unités paysagiques autour des aires de mangrove au Bénin entre 1980 et 1990	88
Figure 3.9 a	**:** Occupation du sol au Bénin en 2000	90
Figure 3.9 b	**:** Occupation du sol au Bénin en 2010	91
Figure 3.10 a	**:** Distribution spatiale des mangroves au Bénin en 2000	92
Figure 3.10 b	**:** Distribution spatiale des mangroves au Bénin en 2010	93
Figure 3.11	**:** Répartition des superficies des unités d'occupation du sol en 2000 (a) et 2010 (b) au Sud- Bénin	94
Figure 3.12	**:** Ecarts d'évolution des superficies d'unités paysagiques autour des aires de mangrove au Bénin entre 2000 et 2010	95
Figure 3.13	**:** Evolution de l'occupation du sol au Bénin de 1980 à l'horizon 2040	99
Figure 3.14	**:** Lignes de transects topographique dans la zone d'étude	101
Figure 3.15	**:** Profil AB reliant Athiémé (littoral ouest) à Avlékété (littoral centre)	102
Figure 3.16	**:** Profil CD reliant Togbin (littoral centre) à Aguégués (littoral est)	102
	Chapitre IV	**104**

Figure 4.1	**:** Vaste réseau trophique (chaîne alimentaire) de l'écosystème de mangrove	106
Figure 4.2	**:** Relations entre développement local du tourisme et la conservation de la biodiversité dans le Bénin. *Inspiré de Winder 2000*	118
Figure 4.3	**:** Ecosystèmes de mangrove : Structure, processus, fonctions, services et valeurs	121
	Chapitre V	**128**
Figure 5.1	**:** Répartition des sédiments et leur abondance dans le fond de la lagune côtière	131
Figure 5.2	**:** Répartiition des sédiments et leur abondance dans le fond du Chenal Ahô et de celui de la lagune de Grand-Popo	131
Figure 5.3	**:** Répartition des sédiments et leur abondance sous les palétuviers rouges et blancs dans le Chenal Ahô, le lac Ahémé et la lagune de Grand-Popo	132
Figure 5.4	**:** Cartographie globale de la mangrove montrant la biomasse aérienne modelisée par unité de surface	134
Figure 5.5	**:** Services rendus par les formations de mangrove et liens avec le développement humain	140
	Chapitre VI	**142**
Figure 6.1 a	**:** Plan d'aménagement de la mangrove des secteurs Togbin-Adounko	151
Figure 6.1 b	**:** Plan d'aménagement de la mangrove des sect Vodountô (b)	152
Figure 6.2	**:** Modele d'analyse SEPO de la gestion de la mangrove au Bénin	158
Figure 6.3	**:** Démarche proposée de gestion durable de la mangrove au Bénin	159

Liste des tableaux

	ChapitreI	**19**
Tableau I.1	: Différentes classes d'interprétation des unités d'occupation du sol au sud-Bénin	36
	ChapitreIII	**44**
Tableau 3.I	**:** Statistiques de la dynamique de la superficie de la mangrove par secteur de la zone d'étude	80
Tableau 3.2	**:** Synthèse des états d'occupation du sol autour des aires de mangrove au Sud- Bénin de 1980 à 2010.	96
Tableau 3.II	**:** Taux d'expansion spatiale moyen annuel (T) des unités paysagiques au Sud- Bénin de 1980 à 2010 et superficies projetées à l'horizon 2040 (Sup2040)	97
	Chapitre IV	**76**
Tableau 4.I	**:** Synthèse des produits de mangrove et service de la mangrove au Bénin	125
	Chapitre V	**128**
Tableau 5.I	**:** Efficacité relative des herbacées et des palétuviers le long des berges des masses d'eau au Bénin	126
Tableau 5.II	**:** Estimation de la biomasse (t/ha) de la mangrove au Bénin	134
Tableau 5.III	**:** Estimation de carbone séquestré dans la mangrove au Bénin	135

Liste des photos

	Chapitre I	**19**
Photo 1.1.	Balance Shimadzu BX 3200 utilisée pour la pesée de sédiments au laboratoire	32
	Chapitre II	**44**
Photo 2.1.	Feuilles jaunes de palétuvier sur fond vaseux dans le chenal Ahô à Gbèzoumè (a) et vase craquelée en saison sèche sous *Avicennia germinans* à Zoungbodji (b)	52
Photo 2.2.	Tannes herbeux colonisés par une pelouse de *Sesuvium portulacastrum* (a) et quelques formations d'*Avicennia germinans* à Kogbodji (b)	53
Photo 2.3.	Berges nues et ensablées du chenal Aho dans les localités de Gbèzounmè (a) et de Kpovidji (b)	59
Photo 2.4.	Propagules de *Rhizophora racemosa* à Dohi (a) et racines échasses évoluant vers les tannes nus à Houakpè daho (b)	67
Photo 2.5.	Graines d'*Avicennia germinans* à Djègbadji (a) et pneumatophores à Gbècon Kpogandji (b)	68
Photo 2.6.	*Laguncularia racemosa*	70
Photo 2.7.	Conocarpus erectus	71
Photo 2.8.	Fourré d'*Acrostichum aureum* (a) et de *Typha australis* en association avec *Eichornia crassipes* (b) à Ouenta dans la Commune de Porto-Novo (b)	71
Photo 2.9.	Prairie à *Paspalum vaginatum* en arrière plan de *Rhizophora racemosa* à Avlékété (a) et *Dalbergia ecastaphyllum* sur les berges de la lagune côtière à Vodountô (b)	72
Photo 2.10.	Espèces végétales ligneuses *Raphia hookerii* dans une aire de mangrove à Kogbodji	72
	Chapitre III	**76**
Photo 3.1.	Jeunes plantules d'*Avicennia germinans* à Djègbadji (a) et de *Rhizophora racemosa* à Dégoué (b)	81
Photo 3.2.	Paysage composite de la mangrove associé à habitation à Nazounmè (a) et à une cocoteraie et une aire de pâturage à Djègbadji (b)	82
Photo 3.3.	Transformation progressive d'une aire de mangrove en prairie à Djègbadji (a) et habitation sur la berge du lac Ahémé (b)	83
	Chapitre IV	**104**
Photo 4.1.	Bois de *Rhizophora racemosa* à Djègbadji en provenance de Gbèto-Kouvènanfidé (a) et coupe autorisée à Adounko-Daho (b)	109
Photo 4.2.	Dispositif de xa intégré à une formation de *Rhizophora racemosa* (a) et parc d'acadjavi fait d'un mélange de branchages d'*Elaeis guineensis* et de palétuvier (b) dans le chenal Aho	110
Photo 4.3.	Pêche à l'hameçon à proximité de la mangrove à Dohi (a) et Tohounga à Gogotinkponmè (b) dans le chenal Ahô	112
Photo 4.4.	Femmes pratiquant la pêche à *Callinectes latimanus* dans la lagune côtière (a) et à proximité des rhizophores à Djègbamè	113
Photo 4.5.	Quelques oiseaux des zones humides littorales du Bénin	116
Photo 4.6.	Les espèces *Egretta alba* (a), *Pandion haliaetus* (b) dans le chenal Ahô et *Egretta ardesiaca* (c) dans la lagune côtière	117
Photo 4.7.	Aménagement intégré mangrove-piciculture à Agbanzinpkota (b) et à Togbin (b)	122
Photo 4.8.	Système agroforestier mangrove (*Avicennia germinans*) - pâturage à *Paspalum vaginatum* à Grand-Popo (a) et cocoteraie - culture maraîchère d'arrière - mangrove à Avlékété (b)	123
	Chapitre V	**128**
Photo 5.1.	Formations sacrées de *Rhizophora racemosa* à Lègbazoun (a) et *Avlékétézoun* (b) dans la lagune côtière et de Dègbocodji (c) dans le chenal Ahô	137
	Chapitre VI	**142**
Photo 6.1.	Palétuviers détruits par le feu dans le chenal Aho (a) et à Avlékété (b)	146

ANNEXES

Questionnaire adressé aux exploitants des ressources biologiques de la mangrove au Bénin

Village : Date :

Nom et prénom Profession

Objectif 1 : Etudier les fonctions écologiques et socioéconomiques des écosystèmes de mangrove

1- Quelles sont les espèces qui composent la mangrove dans votre localité? Rr □ ; Ag □ ; Lr □ ; Ce □

2 - Depuis combien de temps elles existent? ……..

…….

2- Quelle est l'espèce la plus dominante dans votre localité et pourquoi ?.....

……..

3 – Quelle est la composition actuelle de la mangrove de votre localité ? ……..

……..

4 - Qu'est-ce qui explique l'inexistence des autres types de palétuvier dans votre localité ? relief □ ; sol □ ; proximité de la mer □ ; activités socioéconomiques □ ; dynamique hydrologique □.

5 - Quelle est leur étape de progression actuelle et annuelle de ces palétuviers ? ……..

……..

6 - Quelles sont les espèces ichtyologiques et aviaires actuelles caractérisant la mangrove en générale et de votre localité en particulier? ……..

……

7 – Quelle est le rôle de la mangrove dans le maintien de la biodiversité et de l'environnement littoral ?

8 – Quel est le rôle du phytoplancton dans cet écosystème ?

9 – Quelle est l'importance de la mangrove pour la pêche et la faune ?.....

……

10 – Quelles sont les utilisations faites de la mangrove par la population riveraine dans la pharmacopée ?.....

…….

11 – Quel est le mode de gestion rationnelle que vous faites des écosystèmes de mangrove par rapport aux différentes activités socioéconomiques ?.....

……

12 – Comment utilisez-vous les ressources biologiques de la mangrove de votre localité pour accroître les revenus?.....

Objectif 2 : Analyser les variations qui affectent la structure des écosystèmes de mangrove et en conséquence ses fonctions au regard des changements environnementaux

14 – De nos jours quel est la physionomie floristique de la mangrove par rapport aux années antérieures ?

- 10 ans ……

- 15 ans ……

- 20 ans ……...

- ou plus ……

15 – Qu'est-ce qui explique selon vous ces mutations ?

- Facteurs naturels ?.....

- Facteurs anthropiques ?.....

16 - Ces mutations ont-elles des inconvénients directs sur :

- Les espèces ichtyologiques ?.....

- Aviaires ?.....

- Les revenus ? …….

17 – La régression des superficies de mangrove est elle en augmentation □ ou en diminution □ dans votre localité et pourquoi? ……...

18 – La coupe de la mangrove s'accentue t- elle de nos jours surtout avec l'arrivée et la multiplication de nos jours des religions?

19 – Aviez-vous abandonné les activités liées à la mangrove ?

- Si Oui depuis combien de temps ?..... .
- Si Non pourquoi ? …….

21 – Comment les changements environnementaux (inondations, crue, retrait des eaux, élévation de la salinité, etc) affectent- ils ?

- La structure ……

- La densité……

- Les ressources halieutiques……

- Les ressources faunistiques ……

22 – Est –ce que l'augmentation de la température □ ; ou bien la sécheresse □ ; voire le manque de pluie □ ; détermine t-ils la croissance des jeunes plantules et même celle des palétuviers ?et pourquoi ?…….

23 – Quel est l'impact de la pluie (inondation) et de la sécheresse sur le développement de la mangrove en particulier

- Les jeunes pousses ? ……..

-La productivité halieutique ?.....

- Les activités économiques ?.....

- Les revenus ? …….

24 – A quoi est lié l'envahissement des espèces flottantes? …….

25- Quelles sont les modifications que vous constatez au sein de cette végétation :

En saison sèche …….

En saison pluvieuse .....

26- Pensez-vous que l'écotourisme contribue aussi à la régression de la mangrove ?

Si Oui, comment ?.....

Si Non, pourquoi?.....

Objectif 3 : Proposer des stratégies de gestion intégrée de la mangrove pour la conservation de la biodiversité et le renforcement de ses capacités d'adaptation et de mitigation aux changements climatiques

26- Quelles sont les modes de gestion et d'exploitation actuelles de la mangrove dans votre localité?.....

27- Qui sont les grands exploitants de la mangrove de votre localité ?.....

Pourquoi ?.....

28- Existe –t-il un système de suivi et d'évaluation de la mangrove dans votre localité ? Oui/Non

Pourquoi ?.....

29 – Pensez- vous que la création des associations villageoises dans le cadre de la protection de la mangrove peuvent sauver cette dernière ?

Si Oui comment ?.....

Si Non pourquoi ?.....

30- Pensez-vous que la création des activités génératrices de revenu peuvent permettent la préservation de la mangrove ? …….

31 – Face aux fonctions de la mangrove, quelles actions mènent les élus locaux pour sa préservation?.....

32 - Quel est le rôle que vous jouez dans la protection de cet écosystème en association avec les structures en charge de leur conservation ?.....

33 – Par le passé, comment sont gérés les écosystèmes de mangrove ?.....

Pourquoi aujourd'hui la gestion a été modifiée ?.....

34- Qu'est ce qu'on peut faire traditionnellement pour conserver les ressources biologiques de la mangrove ?.....

35 – Quels sont les rites et rituels annuels que vous faites aux différents cours et plans d'eau pour conserver la mangrove dans votre localité ? ……...

36 – Selon vous quelles sont les mesures de prévention et d'adaptation à envisager pour limiter les risques de dégradation continuels de la mangrove d'une part et ceux liés au changement climatique ?.....

Grille d'observation

Localité : *Commune : Date :* *Heure :*

Coordonnées géographiques	
Altitude	
Relief (site)	
Types de mangrove	
Description de la mangrove (naturel / anthropisé)	
Espèces la plus dominante/ inexistence	
Etat de la mangrove (régressif ou progressif)	
Caractéristiques climatiques et hydrologiques de la localité (température de l'eau, ph, salinité, bathymétrie, etc)	
Type de sol sous chaque espèce de palétuvier	
Distance des palétuviers par rapport au cours et plans d'eau	
Distance de la mangrove par rapport habitations	
Hauteur approximative des palétuviers (moyen, basse et les nouvelles pousses)	
Espèces associées à la mangrove	
Espèces animales et ichtyologiques	
Type d'exploitation de la mangrove (différents usages dans les activités socioéconomiques)	
Sites salicoles encore fonctionnels	
Identificateur d'utilisation rationnelle de la mangrove	
Identificateur de projets, ongs de gestion de la mangrove ayant existé et existant encore	
Identificateur de mesures de conservation structurelle/ traditionnelle de la mangrove	

Données d'analyse granulométrique

Localités/ Espèces		**Poids avant lavage**	**Poids après lavage**
Aholoboè fond lagune		100g	**89,57**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,90	0,90
	1	3,21	3,21
	500	23,78	23,78
	250	49,98	49,98
	125	11,62	11,62
	63	0,06	0,06
	50	0,02	0,02
	< 50	**10,43**	**10,43**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PR Aholoboè		100g	
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,65	1,65
	1	6,17	6,17
	500	34,63	34,63
	250	36,72	36,72
	125	9,92	9,92
	63	2,06	2,06
	50	0,29	0,29
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
Fond lagune Hiyo		100g	**92,93**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,46	0,46
	1	1,50	1,50
	500	20,05	20,05
	250	47,22	47,22
	125	21,77	21,77
	63	1,91	1,91
	50	0,02	0,02
	< 50	**7,07**	**7,07**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PR Hiyo		100g	**94,84**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,68	0,68
	1	8,58	8,58
	500	66,03	66,03
	250	16,34	16,34
	125	2,88	2,88
	63	0,33	0,33
	50	0	0
	< 50	**5,16**	**5,16**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
Fond lagune Avlékété		100g	**89,49**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,94	0,94
	1	4,55	4,55
	500	30,02	29,02
	250	43,02	43,02
	125	11,90	11,90
	63	0,06	0,06
	50	0	0
	< 50	**10,51**	**10,51**

Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PR Avlékété		100g	**97,04**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,69	1,69
	1	3,18	3,18
	500	24,35	24,35
	250	35,19	63,49
	125	32,35	32,35
	63	0,28	0,28
	50	0	0
	< 50	**2,96**	**2,96**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PB Avlékété		100g	**92,05**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,59	0,59
	1	2,93	2,93
	500	16,79	16,79
	250	57,37	57,37
	125	14,14	14,14
	63	0,19	0,19
	50	0,04	0,04
	< 50	**7,95**	**7,95**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
Fond lagune Grand-Popo		100g	**91,03**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,21	0,21
	1	2,20	2,20
	500	16,18	16,18
	250	46,14	46,14
	125	16,86	16,86
	63	8,32	8,32
	50	1,12	1,12
	< 50	**8,97**	**8,97**
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PB Kpogandji		100g	**80,90**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,17	1,17
	1	10,50	10,50
	500	58,23	58,23
	250	8,77	8,77
	125	12,62	12,62
	63	6,57	6,57
	50	0,04	0,04
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PB Apoutagbo		100g	**90,06**
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,42	0,42
	1	4,39	0,39
	500	39,80	39,80
	250	19,94	12,94
	125	14,78	7,82
	63	9,82	14,78
	50	1,30	2,30
	< 50	**9,64**	**9,64**

Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PR Apoutagbo		100	
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,03	1,03
	1	4,97	4,97
	500	8,76	8,76
	250	30,65	30,65
	125	24,62	24,62
	63	18,14	18,14
	50	1,75	1,75
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
Fond chenal (Nazoumè)		100g	
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,56	1,56
	1	3,04	3,04
	500	33,79	33,79
	250	35,56	35,56
	125	17,15	17,15
	63	7,45	7,45
	50	0,20	0,20
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PB Nazoumè		100g	
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	0,35	0,35
	1	7,05	7,05
	500	13,81	13,81
	250	28,76	28,76
	125	24,78	24,78
	63	13,43	13,43
	50	1,16	1,16
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
Fond lagune Adounko		100g	97,04
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	1,51	1,51
	1	1,76	1,76
	500	27,11	27,11
	250	44	44
	125	22,47	22,47
	63	0,24	0,24
	50	0	0
	< 50	2,96	2,96
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PR Adounko		100g	79,25
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
⌀	mm/µ		
	2	4,72	4,72
	1	6,49	6,49
	500	22,78	22,78
	250	40,68	40,68

	125	13,04	13,04
	63	1,46	1,46
	50	0,08	0,08
	< 50		
Localités/ Espèces		Poids avant lavage	Poids après lavage
PB Adounko		100g	94,64
Diamètre		Quantité (g)	Quantité (%)
ø	mm/µ		
	2	1,26	1,26
	1	4,95	4,95
	500	26,74	26,74
	250	44,14	44,14
	125	17,45	17,45
	63	0,10	0,10
	50	0	0
	< 50	5,36	5,36

Source : Données de terrain 2012

Principes pour une gestion durable de la mangrove

Principe 1 - Objectifs de la gestion des écosystèmes de mangroves

Principe 2 – Approche de précaution de la gestion

Principe 3 – Cadres politiques et juridique

Principe 4 – Mise en oeuvre et intégration

Principe 5 – Évaluation des mangroves

Principe 6 – Considérations socio-économiques

Principe 7 – Questions culturelles et communautaires

Principe 8 – Renforcement des capacités

Principe 9 – Gestion forestière et Sylviculture

Principe 10 – Pêcheries

Principe 11 – Aquaculture

Principe 12 – Agriculture, production de sel et activité minière

Principe 13 - Tourisme, activités récréatives et éducation

Principe 14 – Produits de la mangrove et commerce responsable

Principe 15 – Recherche et Diffusion d'information sur les mangroves

Table des matières

Dédicace 3
Sommaire 4
Sigles et acronymes 6
Avant-propos 7
Résumé 9
Abstract 10

INTRODUCTION GENERALE 11

PREMIERE PARTIE : CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA GESTION DE LA MANGROVE AU BENIN ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 18

Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, CLARIFICATION CONCEPTUELLE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 19
1.1. Point des connaissances 19
1.2. Clarification conceptuelle 25
1.3. Méthode de recherche 26
1.3.1. Type d'étude 26
1.3.2. Outils et techniques de collecte des données 26
1.3.2.1. Nature, source et qualité des données 27
1.3.2.2. Matériels de terrain 28
1.3.2.3. Observations directes et enquêtes socio-anthropologiques 29
1.3.3. Outils et techniques de traitement des données 31
1.3.3.1. Analyse granulométrique des sols de mangrove et interprétation des résultats 31
1.3.3.2. Etude de l'occupation du sol 33
1.3.3.3. Etude diachronique et prospective des aires de mangrove au Bénin 35
1.3.3.4. Analyse des potentialités des écosystèmes de mangrove au Bénin 38
1.3.3.5. Evaluation des capacités de séquestration de carbone par la mangrove au Bénin 39
1.4. Modèle d'analyse et d'interprétation des résultats 41
Conclusion partielle 43

Chapitre II : CONTEXTE PHYSIQUE DE LA MANGROVE AU BENIN 44
2.1. Présentation de la zone d'étude 45
2.2. Caractéristiques climatiques et leur implication sur les aires de mangrove 46
2.2.1. Saisons et rythme pluviométrique 46
2.2.2. Température, insolation, vent et humidité relative 48
2.3. Caractéristiques géomorphologiques et facettes topographiques 51
2.4. Paramètres physico-chimiques 54
2.5. Caractéristiques hydrologiques et sédimentologiques des aires de mangrove 55
2.6. Utilité du barrage de Nangbéto, sa gestion des eaux et ses effets sur le rythme hydrologique 61
2.7. Composantes pédologiques de la mangrove au Bénin 64
2.8. Répartition phytogéographique de la mangrove en Afrique et au Bénin 65
2.9. Zonation et écologie de la mangrove au Bénin 67
2.10. Populations et activités socioéconomiques en rapport avec la mangrove 73
Conclusion partielle 74

DEUXIEME PARTIE : POPULATION, AIRES DE MANGROVE ET LEURS POTENTIALITES ECOLOGIQUES ET SOCIOECONOMIQUES AU BENIN 75

Chapitre III : DYNAMIQUE DE LA POPULATION ET DES AIRES DE MANGROVE AU BENIN 76
3.1. Dynamique de la population dans la région côtière du Bénin 76
3.2. Evolution du paysage des aires de mangrove au Bénin 79
3.2.1. Analyse diachronique (1980-2010) des états de surface au Bénin 82
3.2.1.1. Occupation des sols et état de la mangrove de 1980 à 1990 82
3.2.1.2. Occupation des sols et état de la mangrove de 1990 à 2010 89

3.2.2.	Evolution prospective des aires de mangrove au Bénin	97
	Conclusion partielle	103
Chapitre IV : POTENTIALITES DE LA MANGROVE AU BENIN		**104**
4.1.	Fonctions écologiques des écosystèmes de mangrove	104
4.1.1.	Fonctions trophiques et d'habitats des formations de mangrove	105
4.1.2.	Diversités faunistiques	107
4.2.	Fonctions socioéconomiques de la mangrove au Bénin	108
4.2.1.	Utilisation des bois de palétuviers dans les activités salicoles	109
4.2.2.	Activités piscicoles liées aux formations de mangrove	110
4.3.	Utilités culturelle, éducative et scientifique des écosystèmes de mangrove	114
4.4.	Fonction de la mangrove dans le développement de l'écotourisme	115
4.5.	Utilisation des espèces végétales associées à la mangrove	118
4.6.	Utilisations domestiques et pharmaceutiques des composantes de mangrove	119
4.7.	Valeur économique optionnelle de la mangrove au Bénin	120
4.7.1.	Valeurs d'usage direct et de non usage	120
4.7.2.	Fonction aquacole	122
4.7.3.	Place de la mangrove dans l'agroforesterie de la zone d'étude	123
	Conclusion partielle	125
TROISIEME PARTIE : VALORISATION, CONTRAINTES ET STRATEGIES DE GESTION DURABLE DE LA MANGROVE AU BENIN		**127**
Chapitre V : VALORISATION POTENTIELLE DE LA MANGROVE AU SUD-BENIN		**128**
5.1.	Capacités de séquestration de carbone de la mangrove	128
5.2.	Analyse granulométrique de quelques localités de la zone d'étude	130
5.3.	Capacité de la mangrove du Bénin à séquestrer le carbone	133
5.4.	Importance des formations sacralisées de mangrove au Bénin	136
5.5.	Services de la mangrove au Bénin	138
	Conclusion partielle	141
Chapitre VI : CONTRAINTES ET STRATEGIES DE GESTION DURABLE DE LA MANGROVE AU BENIN		**142**
6.1.	Contraintes naturelles sur les écosystèmes de mangrove	142
6.2.	Vulnérabilité des écosystèmes de mangrove aux changements climatiques	144
6.3.	Effets négatifs des activités socioéconomiques sur les formations de mangrove	145
6.4.	Contraintes institutionnelles et financières au développement de la mangrove	147
6.5.	Stratégies de gestion de gestion de la mangrove au Bénin	149
6.5.1.	Stratégies endogènes de protection des formations de mangrove	149
6.5.2.	Stratégies de gestion durable de la mangrove au Bénin	150
6.5.2.1.	Initiatives de mise en œuvre du Fonds vert pour le climat/marché de carbon	150
6.5.2.2.	Opportunité d'application au Bénin des principes du code de conduite pour la gestion durable de la mangrove	155
6.6.	Modèle d'optimisation des fonctions et services de la mangrove au Bénin	157
	Conclusion partielle	160
CONCLUSION GENERALE		**161**
BIBLIOGRAPHIE		**165**
	Liste des figures	187
	Liste des tableaux	188
	Liste des photos	189
	Annexe	190
	Table des matières	200