

#UNIVERSITÉSENGHOR

université internationale de langue française
au service du développement africain

EV

Impact des foyers améliorés de production du sel sur la conservation de la mangrove du site Ramsar 1017 au Bénin

Présenté par

Kadidiatou BA

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

Département Environnement

Spécialité : Gestion des Aires Protégées et de la Biodiversité

Directrice de mémoire : **Mireille TOYI ALAGBE**

le 18 octobre 2023

Devant le jury composé de :

Brice SINSIN Président

Professeur titulaire,

Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Etotépé A. SOGBOHOSSOU Examinatrice

Maître de Conférences (CAMES),

Directrice du Département Environnement,
Université Senghor, Egypte

Mireille TOYI ALAGBE Directrice de Mémoire

Maître de Conférences (CAMES),
Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Remerciements

Ce travail n'aurait été accompli sans l'appui et l'aide de personnes à qui je témoigne toute ma reconnaissance ;

A l'Union Européenne qui, dans le cadre du programme PAPBioC2 Gouvernance régionale des Aires Protégées en Afrique de l'Ouest de l'UICN PACO, a financé ce travail ;

J'exprime toute ma gratitude à ma directrice de mémoire, Dr. (MC) TOYI ALAGBE Mireille pour son excellent encadrement et sa disponibilité tout au long de ce travail. Madame, votre rigueur scientifique, vos conseils et recommandations m'ont permis de parfaire ce travail ;

Reconnaissance au Professeur SINSIN Brice pour m'avoir acceptée comme stagiaire au sein du Laboratoire d'Ecologie Appliquée et avoir mis à ma disposition une excellente directrice de mémoire ;

Je remercie également Madame la directrice du département Environnement, Dr. Ir. (MC) SOGBOHOSSOU Etotépé pour l'accompagnement et les encouragements tout au long de notre formation ;

Mes remerciements vont également au personnel de l'Université Senghor et ses enseignants particulièrement ceux du département Environnement ;

Dr ZANVO Serge, Dr ISSIAKO Dramane, Madame AYEKO Denise et Mr OBE Maxime pour les conseils, les ressources et encadrements qui sans doute ont contribué à la réussite de cette expérience scientifique ;

Les communautés locales du site Ramsar 1017, votre collaboration et hospitalité ont facilité la réalisation de ce travail, par ces mots veuillez recevoir mes chaleureux remerciements ;

A toute la promotion 18, grâce à tout un chacun cette expérience senghorienne reste inoubliable ;

A mes sœurs SAIDOU Hindatou, YAHAYA Nadhumat, ma NGUEDJIM Maryse, le doyen YANOOGO Frederic, mes frères YALCOUYE Soumaila et BARRY M. Bobo, merci pour tout ;

Mes Amazones, HUMURIZA Vera, TOUPOU Jeanne, et TOURE Awa, merci de rendre ce séjour au Bénin facile et agréable ;

Aux amis, Dr DIOP Moustapha et CAMARA Harouna, merci pour toute l'aide accordée ;

Mes sincères remerciements à M. TAPE Firmin et M. KPOHIZOUN Didier ;

Je ne saurais terminer sans remercier, Mr BAH Mamadou Aliou et Madame BA Mamdatou, pour le soutien remarquable ;

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

A la mémoire de ma regrettée mère BA Fatoumata. Repose en paix !

A mon père BA Mamadou pour les sacrifices consentis,

A mes chers frères et sœurs pour leur soutien,

A NDIAYE Fatou Siby et TOURE Awa pour leur soutien inestimable et leurs encouragements durant notre expérience senghorienne.

Résumé

Reconnues pour leurs diverses valeurs écologiques et économiques, les mangroves sont sujettes à de multiples menaces affectant leur équilibre. Au Bénin, l'utilisation du bois de mangroves pour la production de sel a entraîné la dégradation de ces écosystèmes. Pour réduire les pressions liées aux coupes massives, des actions passives de restauration telle que l'introduction de foyers améliorés dans la production de sel au niveau du site Ramsar 1017 sont initiées. Évaluer l'impact de ces foyers sur la conservation des mangroves du site, était l'objectif visé par cette étude. Trois méthodes d'études ont été adoptées à savoir : l'analyse de la dynamique paysagère entre 2005-2015 et 2015-2023 à partir de données d'occupation du sol et d'images satellitaires ; les enquêtes de perceptions auprès de 296 acteurs de production, de commercialisation de sel et de bois sur les impacts des foyers améliorés et enfin les inventaires forestiers. Les résultats indiquent qu'en 2005, les cultures et jachères occupaient 56,88 % contre 41 % en 2023 tandis que les mangroves de la zone couvrent 1,01 % de la superficie du paysage. Sur l'ensemble des producteurs enquêtés, 25,60 % ont adopté les foyers introduits et perçoivent un impact positif sur les besoins en bois et la protection des mangroves. L'étude de la flore dans les zones bénéficiaires ou non de foyers améliorés a révélé deux espèces typiques : *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans*. Les indices de Shannon respectifs de 0 et 0,74 bits, révèlent une homogénéité de la zone à foyers et une faible diversification dans la zone sans foyers améliorés. Les espèces sont majoritairement jeunes dans la zone à foyers avec un diamètre moyen de 7,02 cm alors que la zone sans foyers présente des individus de gros diamètres (13,54 cm). Les taux d'exploitation indiquent une baisse des pressions anthropiques sur les mangroves de la zone avec foyers (41,06 %) contrairement à la zone sans foyers fortement exploitée (78,88 %). Ces résultats ont montré l'importance des foyers améliorés pour les populations et la conservation des milieux. Pour assurer la pérennité et l'adoption générale de cette technologie, il s'avère nécessaire de poursuivre les recherches et l'adapter au mieux aux besoins des communautés.

Mots-clefs : Foyers améliorés, impact, production de sel, occupation du sol, site Ramsar 1017, Bénin

Abstract

Recognized for their diverse ecological and economic values, mangroves are subject to multiple threats affecting their balance. In Benin, the use of mangrove wood for salt production has led to the degradation of these ecosystems. To reduce the pressures associated with massive felling, passive restoration actions such as the introduction of improved stoves in salt production at Ramsar site 1017 have been initiated. The aim of this study was to assess the impact of these outbreaks on the conservation of the site's mangroves. Three study methods were adopted: analysis of landscape dynamics between 2005-2015 and 2015-2023 using land use data and satellite images; perception surveys of 296 salt and wood production and marketing stakeholders on the impacts of improved stoves and forest inventories. The results show that in 2005, crops and fallow land occupied 56.88% of the landscape, compared with 41% in 2023, while mangroves in the area cover 1.01% of the landscape. Of all the farmers surveyed, 25.60% have adopted the stoves introduced and perceive a positive impact on wood requirements and mangrove protection. A study of the flora in areas with and without improved stoves revealed two typical species: *Rhizophora racemosa* and *Avicennia germinans*. The respective Shannon indices of 0 and 0.74 bits reveal homogeneity in the area with improved stoves and low diversification in the area without improved stoves. The species are mostly young in the zone with outbreaks, with an average diameter of 7.02 cm, whereas the zone without outbreaks has large-diameter individuals (13.54 cm). Exploitation rates indicate a decrease in anthropogenic pressure on mangroves in the zone with hearths (41.06%), in contrast to the heavily exploited zone without hearths (78.88%). These results show the importance of improved fireplaces for local populations and environmental conservation. To ensure the sustainability and widespread adoption of this technology, further research is needed to adapt it as closely as possible to community needs.

Key-words : Improved fireplaces, impact, salt production, land use, Ramsar site 1017, Benin

Liste des acronymes et abréviations utilisés

- ACCB : Aire Communautaire de Conservation de la Biodiversité
- AGR : Activité Génératrice de Revenu
- AJCV : Association des Jeunes pour la Conservation et la Valorisation
- CCLME : Grand Écosystème Marin du Courant des Canaries
- COP : Conférence des Parties
- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- GPS : Global Positioning System
- LEA : Laboratoire d'Ecologie Appliquée
- MAB : Man And Biosphere
- ONG : Organisation Non Gouvernementale
- ONU : Organisation des Nations Unies
- OSFACO : Observation Spatiale des Forêts d'Afrique Centrale et de l'Ouest
- PAG : Plan d'Aménagement et de Gestion
- PACO : Programme Afrique Centrale et Occidentale
- RBTM : Réserve de Biosphère Transfrontalière du Mono
- RSIS : Service d'information sur les Sites Ramsar
- UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
- Unesco : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture
- WACA : West Arica Coastal Areas Management Program

Tables des matières

Remerciements	i
Dédicace	ii
Résumé.....	iii
Abstract	iv
Liste des acronymes et abréviations utilisés.....	v
Tables des matières.....	vi
1 Introduction.....	1
1.1 Contexte et Justification	1
1.2 Objectifs.....	2
1.2.1 Objectif général	2
1.2.2 Objectifs spécifiques	3
1.3 Hypothèses	3
2 Concepts et Définition.....	4
2.1 Etat des mangroves	5
2.1.1 Répartition et Biodiversité des mangroves.....	5
2.1.2 Services écosystémiques des mangroves	6
2.1.3 Pressions et Menaces sur les mangroves.....	7
2.2 Initiatives endogènes pour la conservation de la mangrove du Bénin	8
2.2.1 Restauration des mangroves.....	9
2.2.2 Introduction de foyers améliorés.....	9
2.2.3 Sacralisation de certaines zones de mangrove pour la conservation.....	11
3 Matériels et Méthodes.....	13
3.1 Présentation du site Ramsar 1017	13
3.1.1 Caractéristiques physiques	13
3.1.2 Ressources fauniques et floristiques.....	14
3.1.3 Caractéristiques socio-économiques	15
3.1.4 Désignations légales nationales et internationales du site.....	15
3.2 Matériels.....	17

3.3	Méthodes de collecte et d'analyse des données	17
3.3.1	Évaluation des changements spatio-temporels de la mangrove des zones ciblées	17
3.3.2	Évaluation des perceptions locales sur l'impact des foyers améliorés sur la conservation de la mangrove des sites étudiés	19
3.3.3	Analyse de l'effet de l'utilisation des foyers améliorés sur la conservation des peuplements de mangroves des localités cibles.....	22
4	Résultats.....	25
4.1	Dynamique paysagère dans les écosystèmes de mangroves de 2005 à 2023.....	25
4.1.1	Composition paysagère de la zone en 2005, 2015 et 2023	25
4.1.2	Changements d'occupation globale du sol de la zone entre 2005 et 2023.....	27
4.1.3	Changements d'occupation dans la zone de présence du foyer de production du sel	28
4.2	Perceptions des acteurs sur l'impact des foyers améliorés de production du sel....	29
4.2.1	Activités de production et de commercialisation du sel dans les zones de mangroves.....	29
4.2.2	Utilisation de combustibles dans les zones de mangroves.....	31
4.2.3	Périodes de pic des activités des acteurs par zone de mangroves.....	36
4.2.4	Perceptions de l'impact des foyers améliorés sur la conservation des mangroves	38
4.3	Analyse des peuplements de mangroves dans les zones de production du sel	41
4.3.1	Paramètres écologiques.....	41
4.3.2	Les paramètres structuraux	42
4.3.3	Indice de perturbation	43
5	Discussion.....	44
5.1	Changements spatio temporels d'occupation du sol entre 2005 et 2023.....	44
5.2	Perceptions de l'impact des foyers améliorés de production du sel sur la conservation des mangroves du site d'étude	45
5.3	Effet des foyers améliorés sur les peuplements de mangroves dans les sites ciblés	48
5.4	Méthodologie	50
5.4.1	Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol.....	50
5.4.2	Perceptions locales sur l'impact des foyers améliorés de production du sel.....	50
5.4.3	Analyse des peuplements de mangroves dans les zones ciblées	50

6	Conclusion	52
7	Références bibliographiques.....	53
8	Liste des illustrations.....	61
9	Liste des Tableaux	62
10	Liste des photos.....	63
11	Annexes	64
11.1	Annexe 1 : Enquêtes	64
11.2	Annexe 2 : Fiche d’inventaire.....	75

1 Introduction

1.1 Contexte et Justification

Les mangroves sont des formations littorales des régions côtières, tropicales et subtropicales caractérisées par des palétuviers qui sont des espèces à racines échasses adaptées au milieu des estuaires et lagunes saumâtres (Sinsin *et al.*, 2018). En dehors des estuaires, elles peuvent se localiser entre 10 et 45 km à l'intérieur des terres suivant les réseaux hydrographiques (FAO, 2021). Avec une forte valeur écologique, ces écosystèmes sont sources de biens et services. En effet ils fournissent des services d'approvisionnement, de régulation et de soutien aux communautés (Diedhiou *et al.*, 2021). Offrant différentes potentialités biologiques et écologiques, ces écosystèmes font partie des biomes les plus productifs de la planète. Riches en éléments nutritifs, les mangroves sont des milieux de vie et de reproduction de plusieurs espèces fauniques comme les poissons, les crustacées, les insectes et les oiseaux etc. Par exemple l'évaluation des services écosystémiques marins côtiers et estuariens effectué par la (FAO, 2020) a indiqué une productivité moyenne de poissons des mangroves à 130 kg/ha/an de la région du Grand Écosystème Marin du Courant des Canaries (CCLME). De plus la diversité floristique de la mangrove permet aux communautés d'utiliser le bois pour les besoins énergétiques (fumage de poisson, la cuisine et la production du sel), la construction d'objets artisanaux et médicinales. Outre ces services écosystémiques directs, les mangroves contribuent à la régulation du climat (séquestration du carbone) et jouent un rôle de barrière contre les inondations et les érosions côtières (FAO, 2021).

Malgré tous les avantages que l'homme tire de cet écosystème, les mangroves subissent des menaces liées à la surexploitation, conduisant à la fragmentation et à la destruction de l'habitat et donc à une perte de la diversité biologique et de ses différentes fonctions.

En Afrique, ces formations couvrent une superficie de 3,2 millions d'hectares (FAO, 2007) avec 70 % au Nigéria, Mozambique, Madagascar, Cameroun et Guinée (Fousseni *et al.*, 2017). Et depuis 25 ans cette superficie a diminué atteignant 30% en Afrique de l'Ouest (Fousseni *et al.*, 2017). Cette perte est due en grande partie aux pressions liées à l'approvisionnement, en effet, l'exploitation de la mangrove pour l'alimentation (pêche), le bois-énergie et le bois de service sont les principales activités socio-économiques des communautés.

Outre ces activités, la production de sel est devenue un problème environnemental particulièrement sur les zones humides et celles du Bénin ne sont pas en reste. Situé au Sud-Ouest du Bénin, le site Ramsar 1017 ou site Ramsar Basse Vallée du Couffo, Lagune Côtière,

Chenal Aho, Lac Ahémé, malgré sa richesse faunique et floristique et les différents services qu'il offre aux communautés subit les pressions anthropiques diverses. En effet, l'exploitation de la forêt mangrove pour les besoins en bois-énergie pour la production de sel est de plus en plus grande. La production de sel au niveau du site Ramsar 1017 est une importante activité génératrice de revenus pour les femmes (Padonou *et al.*, 2022a) et nécessite un volume non négligeable en bois issus de la mangrove. S'y ajoute l'expansion des aires de production de sel qui devient une importante source de revenus pour les populations locales. La combinaison de ces actions entraîne des dommages à la forêt de mangrove de cette zone humide d'importance internationale affectant sa productivité.

D'ailleurs, le littoral béninois a connu une diminution d'environ 3 % de l'étendue de son écosystème entre 2005 et 2015 (Orekan *et al.*, 2019). Une perte due principalement par la cohabitation mangrove-saliculture selon la même étude. Et vu les services écosystémiques que perdraient les communautés en détruisant la mangrove, des initiatives telles que l'utilisation de foyers améliorés à la place des traditionnels sont promues par le gouvernement béninois (Padonou *et al.*, 2022a) afin de conserver la mangrove. Un foyer amélioré est construit de manière à être plus économe en bois-énergie et moins polluant (Kitoto, 2018). Ce dispositif devient une alternative écologique car n'utilisant pas beaucoup de combustibles et donc réduit les prélèvements pour des besoins énergétiques, et non émettrice de CO₂ qui est un gaz à effet de serre contribuant au réchauffement climatique. En plus de son impact environnemental positif, l'utilisation du foyer amélioré contribue à la réduction de maladies causées par l'inhalation de la fumée qui se dégageait des foyers ouverts.

Mais avec la croissance démographique, le développement de la production de sel qui devient une activité génératrice de revenus des populations dans les zones de mangrove et la cherté de la vie, cette solution demeure-t-elle efficace quant à la réduction des pressions anthropiques sur cet écosystème ? Cette technologie est-elle adoptée par tous les producteurs de sel vu l'acceptabilité socio-économique de certaines pratiques ? Son utilisation a-t-elle réellement un impact sur la préservation de la mangrove ?

Autant de questions dont les réponses permettraient d'évaluer l'efficacité de cette stratégie d'atténuation d'où l'intérêt de cette étude.

1.2 Objectifs

1.2.1 Objectif général

L'objectif général de ce travail est d'évaluer l'impact des foyers améliorés dans la production de sel sur la conservation des écosystèmes de mangroves du site Ramsar 1017 au Bénin.

1.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques suivants sont fixés :

OS1 : évaluer les changements spatio-temporels des mangroves des localités cibles du site Ramsar 1017 entre 2005 et 2023 ;

OS2 : évaluer les perceptions des populations riveraines sur l'utilisation et l'impact des foyers améliorés sur la conservation des mangroves des localités ciblées du site Ramsar 1017 ;

OS3 : analyser l'effet de l'adoption des foyers améliorés dans la production de sel sur les peuplements de mangroves de ces localités ciblées.

1.3 Hypothèses

Les hypothèses formulées pour cette recherche sont les suivantes :

H1 : l'introduction des foyers améliorés de production de sel a favorisé l'expansion de la couverture des mangroves de la zone ;

H2 : les foyers sont adoptés par la plupart des producteurs de sel et ont impacté positivement la conservation des mangroves ;

H3 : les structures des peuplements de mangroves dans les zones d'implantation du projet foyer amélioré de production de sel, sont mieux conservées que celles des zones sans foyers améliorés.

2 Concepts et Définition

Les forêts de mangrove sont parmi les écosystèmes les plus productifs de la planète. Offrant une large gamme de services dont, l’approvisionnement en produits de pêche, en bois pour les besoins en combustibles, la protection contre les inondations, la filtration de l’eau et la régulation du climat.

Au regard de toutes ces fonctions, elles subissent des dommages la plupart d’origines anthropiques. Au niveau mondial, leur distribution a régressé allant au-delà de la moitié à certains endroits. Les zones restantes continuent de subir la pression et sont menacées de disparition. Les effets des changements climatiques cumulés avec les activités humaines les rendent plus vulnérables.

Mais ces dernières années, la prise de conscience des différents acteurs, de la dégradation et de la perte des ressources naturelles, a conduit à des engagements et prises de décisions en faveur de la protection de la nature. D’ailleurs lors de la 15ème Conférence des Parties (COP15) sur la biodiversité, les gouvernements ont adopté le nouveau cadre mondial pour la biodiversité d’après 2020 et dont l’objectif est d’endiguer ou d’inverser l’érosion de la biodiversité. Ce cadre prévoit une protection de 30 % des terres et des mers et la restauration effective d’au moins 30 % des écosystèmes terrestres, d’eaux intérieures, côtiers et marins dégradés d’ici 2030 (Ainsworth, 2022; COP15, 2022). Cela permettra de maintenir l’intégrité de ces écosystèmes pour garantir les services qu’ils offrent à l’humanité. Dans cet optique de conservation de la biodiversité, une réduction des pertes d’écosystèmes est envisagée dans l’un des objectifs mondiaux sur la biodiversité qui entend réduire considérablement la perte de zones importantes en biodiversité intégrant les milieux à forte intégrité écologique (Ainsworth, 2022).

Les mangroves étant des écosystèmes d’une haute richesse biologique avec de fortes valeurs écologiques et économiques, leur réhabilitation et restauration constituent une préoccupation majeure pour les gouvernements et communautés.

En Afrique de l’Ouest, les ressources de ces mangroves permettent la survie à des milliers de populations vivantes dans ces zones (Yo *et al.*, 2018). Ainsi, la dégradation de ces forêts affecterait le bien-être et entraînerait une augmentation de la précarité de ces communautés environnantes.

Et vu l’importance de la mangrove et la situation alarmante due à des exploitations non raisonnées, les communautés avec l’accompagnement des gouvernements et organisations se mobilisent pour la gestion durable de ces ressources. Pour cela des actions de restauration et de protection sont en train d’être menées dans la plupart des pays.

Afin de comprendre les actions initiées pour la conservation des mangroves ouest africaines, leurs avantages et leur efficacité, cette partie du travail fait un état de ces initiatives de conservation en Afrique de l’Ouest.

Elle est structurée en deux. Premièrement, une présentation des généralités sur les formations de mangrove à savoir, leur distribution et richesse biologique, leurs différents services écosystémiques et les pressions et menaces qui affectent ces écosystèmes. Deuxièmement, les initiatives de conservation de la mangrove telles que la restauration, l’utilisation des foyers améliorés et la sacralisation de certaines zones pour la lutte contre les coupes de bois. Une conclusion reprend une synthèse des différents aspects abordés.

2.1 Etat des mangroves

2.1.1 Répartition et Biodiversité des mangroves

Ecosystèmes caractéristiques des zones côtières tropicales et subtropicales, la superficie mondiale des mangroves est estimée à environ 15 millions d’hectares avec une grande partie en Asie et en Afrique, et plus de 40 % présente dans quatre pays à savoir l’Indonésie, le Brésil, le Nigéria et le Mexique (FAO, 2021).

En Afrique, ces écosystèmes couvrent une superficie de 3,2 millions d’hectares (FAO, 2021) dont ces cinq pays suivant : Nigéria, Mozambique, Madagascar, Guinée et Cameroun totalisent 70 % (Fousseni *et al.*, 2017). Sur les côtes ouest de l’Atlantique, elles occupent 1,5 millions d’hectares (Ajonina *et al.*, 2018).

Au Bénin, les mangroves sont localisées dans les zones humides d’importance internationale (1017 et 1018) situées au Sud sur le littoral. Les peuplements naturels de ces écosystèmes se retrouvent au niveau du site 1017. En effet, dans cette zone on trouve la plus grande étendue avec 4 types de mangroves selon la position et les caractéristiques (Yo *et al.*, 2018) :

- mangrove de Togbin à Djègbadji ;
- mangrove de Djègbadji à Hillacondji ;
- mangrove de la Lagune Côtière ;
- mangrove du Lac Ahémé.

Caractérisée d’une grande richesse faunique et floristique, la mangrove fait partie des biomes les plus productifs de la planète. Selon (Sinsin *et al.*, 2018), cet écosystème a une composition diversifiée d’arbres comme les rhizophores, palétuviers ou mangliers. Les mangroves africaines présentent une large diversité biologique. La richesse floristique est estimée à 17 espèces dont les 8 (*Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*,... etc.) sont ouest et centre africaines (Ajonina *et al.*, 2018). Sa faune aquatique et terrestre est composée de mammifères, des mollusques, des crustacées,

des reptiles et des oiseaux d'eau. De par leur richesse en éléments nutritifs, les mangroves constituent le milieu de vie et de reproduction de plusieurs espèces fauniques comme les poissons, crustacés et les oiseaux.

Ainsi ces potentialités biologiques et écologiques permettent à ces forêts de fournir de multiples fonctions aux communautés.

2.1.2 Services écosystémiques des mangroves

Les biens et services offerts par les mangroves sont appelés services écosystémiques. Ils peuvent être des services d'approvisionnement, de régulation, de soutien ou culturel (FAO, 2020; Diedhiou *et al.*, 2021; Padonou *et al.*, 2023).

Les populations riveraines tirent des gains issus de l'exploitation de ces ressources. Ces dernières permettent aux populations de plusieurs zones côtières d'avoir du bois et des produits pour leur subsistance. En effet, les activités d'exploitation du bois, de pêche, de saliculture, d'apiculture et d'autres pratiques génératrices de revenus ainsi que les besoins en plantes médicinales sont des illustrations des nombreux avantages qu'offrent ces écosystèmes.

En Afrique de l'ouest, les plantes des mangroves sont utilisées comme bois de feu pour le fumage de poisson et d'autres besoins domestiques comme la cuisine ou la production artisanale de sel. Aussi le bois est très apprécié pour les constructions et les confections d'objets artisanaux. Ces milieux sont des zones importantes de pêche. En raison de leur richesse en éléments nutritifs, les mangroves sont des refuges et nurseries pour les poissons augmentant ainsi leur productivité en produits halieutiques (FAO, 2020). L'évaluation des services écosystémiques marins côtiers et estuariens effectuée par la FAO (2020) a indiqué une productivité moyenne des poissons des mangroves de 130 kg/ha/an donnant une potentialité d'environ 94 800 tonnes de poissons/an de la région du CCLME.

Outre ces services directs, les mangroves sont des réservoirs de carbone contribuant ainsi à la lutte contre les changements climatiques. En effet, les mangroves constituent un stock énorme de carbone car constitués de réservoirs (biomasse aérienne, biomasse souterraine et le sol) qui si intacts peuvent garder cette quantité. D'ailleurs pour montrer ce rôle de la séquestration, des études ont estimé les valeurs économiques de ces usages indirects. Ainsi, la valeur de séquestration du carbone des mangrove de Mayotte est estimée à 134 114€ euro/an (Trégarot *et al.*, 2020). Dans la région du CCLME ce service de régulation du climat est d'environ 10 milliards USD (FAO, 2020).

A ce service d'atténuation du réchauffement climatique s'ajoute celui de la protection. Les mangroves constituent des barrières naturelles contre les érosions côtières et les inondations. Le fonctionnement de cet écosystème permet de ralentir les flux de l'eau et

donc de protéger contre les catastrophes naturelles telles que les inondations, les tempêtes et les submersions.

La Figure 1 suivante montre les types de services offerts par deux habitats au niveau de la région du CCLME confirmant ainsi la valeur des forêts de mangrove.

		Valeur d'usage direct				Valeur d'usage indirect	
		Poissons	Huîtres	Bois	Tourisme basé sur la biodiversité	Nourricerie pour les poissons	stockage de carbone
Zones côtières	Mangrove	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Herbiers marins	✓			✓	✓	✓

Figure 1 Services écosystémiques des mangroves et herbiers marins dans les zones côtières du CCLME (FAO, 2020)

Les mangroves fournissent une plus grande variété de services comparées aux Herbiers marins qui n'offrent pas de bois qui demeure un service important pour les besoins en combustibles des populations dont l'accès à l'énergie est difficile.

Au regard de tous ces bénéfices que l'homme tire de ces écosystèmes, force est de constater que les activités anthropiques jouent un rôle critique à ces forêts impactant leur fonctionnement et à long terme sa propre survie.

2.1.3 Pressions et Menaces sur les mangroves

Les mangroves sont parmi les écosystèmes les plus productifs au monde, cependant malgré leurs importantes fonctions, elles subissent des pressions anthropiques qui perturbent leur stabilité. En plus des menaces climatiques entraînant une perte de la diversité biologique, la salinisation et l'invasion d'espèces, les activités humaines sont les plus dévastatrices pour ces milieux.

La superficie mondiale des mangroves a connu une perte de 1,4 millions d'hectares entre 1990 et 2020 selon l'évaluation des ressources forestières de 2020 effectué par la FAO. La couverture de ces formations a régressé depuis 25 ans dans le continent africain allant jusqu'à une perte de 30 % dans la partie ouest (Fousseni *et al.*, 2017).

La forte croissance démographique accentue la pression sur les ressources de mangroves en Afrique. Les populations riveraines exploitent ces ressources pour les besoins alimentaires et économiques, ainsi une augmentation des consommateurs et donc de la demande entraîne une surexploitation. De plus la situation de précarité et la rareté des terres arables poussent

certaines personnes à convertir les zones de mangroves pour l'agriculture de subsistance (culture du riz par exemple).

En Afrique de l'ouest, la conversion des terres combinée à l'utilisation de pesticides est une cause de destruction des mangroves, contrairement à la zone centrale dont ces milieux constituent des dépotoirs de déchets agricoles (Din & Blasco, 2003). En Guinée-Bissau selon une étude de la FAO (2020) l'utilisation de la mangrove pour la riziculture est la cause de sa dégradation. Au Bénin, la pratique d'une méthode traditionnelle de pêche appelée "Acadja" constitue une menace sérieuse pour la conservation des ressources halieutiques car modifiant les paramètres physico-chimiques (Manou *et al.*, 2019). C'est une technique qui consiste à installer des pièges de poissons à l'aide de branches plantées dans l'eau pour capturer les poissons. A cela s'ajoute la production de sel dans les marais salants du site Ramsar 1017, une activité consommatrice de combustibles principalement le bois.

En dehors des activités traditionnelles (coupe de bois, agriculture...etc.), les aménagements urbains, l'aquaculture, l'extension portuaire, les différentes pollutions, et les décharges côtières affectent considérablement les mangroves (Din & Blasco, 2003; Foussemi *et al.*, 2017; Sané *et al.*, 2021).

La prise de conscience des populations sur les défis actuels liés à la lutte contre la perte de la diversité biologique et le maintien des fonctions des formations de mangrove a été la source de nombreuses initiatives pour sa conservation.

2.2 Initiatives endogènes pour la conservation de la mangrove du Bénin

Les mangroves subissent des menaces diverses qu'elles soient naturelles ou anthropiques entraînant une perturbation des fonctions qu'elles assurent pour la subsistance des communautés. Cependant pour maintenir la productivité de ces écosystèmes dont dépendent les populations, il est nécessaire de trouver des stratégies d'atténuation de ces pressions. Les activités humaines étant les plus destructrices, et vu les impacts que causerait la perte des services écosystémiques des mangroves, l'adoption de nouvelles pratiques respectueuses de l'environnement et permettant la survie de ces milieux est urgent.

En Afrique de l'Ouest, les communautés aidées par des organisations et les gouvernements se mobilisent pour la réhabilitation et la conservation des forêts de mangrove afin de maintenir les services rendus par ces écosystèmes.

Ainsi les gouvernements, et plusieurs ONG environnementales, initient des campagnes de sensibilisation sur l'importance de la conservation des ressources naturelles. Et au niveau des mangroves plusieurs activités sont menées, des reboisements de palétuviers, l'accompagnement des communautés riveraines à la création d'autres AGR (transformation des fruits et légumes, apiculture.) et surtout la mise en place d'alternatives pour réduire la quantité de prélèvement de bois pour les besoins énergétiques.

2.2.1 Restauration des mangroves

La restauration est définie comme étant l'action de rétablir les écosystèmes dégradés afin de récupérer leurs fonctions (Lovelock *et al.*, 2022; Rivera-Monroy *et al.*, 2022). Les mangroves mondiales ont connu une forte régression liée aux différentes activités anthropiques. En effet leur couverture a baissé de près de 100000 km² dans la période de 1970 à 2014 (Friess *et al.*, 2019; Lovelock *et al.*, 2022). Cette perte impacte négativement les communautés vivant dans ces milieux par la réduction des fonctions et services offerts par les mangroves. La réhabilitation et la restauration des mangroves sont des pratiques anciennes. Depuis des décennies, les différents acteurs s'activent pour le maintien et la réparation des fonctions de ces écosystèmes. De ce fait des initiatives de reboisement de propagules et de sensibilisation sont réalisées partout afin de renverser les tendances.

Au Sénégal, particulièrement en Casamance, les principales stratégies adoptées sont les reboisements et la sensibilisation des acteurs (Diéye *et al.*, 2022) pour la gestion de la mangrove. Selon la même étude les actions de reboisement et de réhabilitation ont largement contribué à la régénération de la mangrove de 2000 à 2014. Et d'après la FAO (2020), 9136 ha de mangroves sont replantés au Sénégal au cours des 15 dernières années. Dans le site Ramsar 1017, les ONG environnementales (EcoBénin, ActionPlus), le programme WACA et les associations de jeunes, s'associent pour le reboisement des mangroves qui ont subi une forte régression ces dernières années.

Bien qu'importante, la restauration des mangroves nécessite d'énormes moyens financiers. Les coûts sont estimés à environ 3500 USD/ha en Afrique Centrale et 1000 USD/ha en Afrique de l'Ouest pour la plantation de propagules et l'entretien (Ajonina *et al.*, 2016). Aussi, la durée nécessaire à ces zones reboisées pour atteindre l'activité des peuplements naturels est longue. Tous ces facteurs montrent l'intérêt d'adopter des pratiques réductrices des coupes de bois.

Ainsi, en Afrique de l'ouest, particulièrement au Bénin, des initiatives telles que l'utilisation de foyers améliorés et la sacralisation de certaines zones de mangroves sont promues afin de lutter contre leur régression.

2.2.2 Introduction de foyers améliorés

❖ Fonctionnement et types de foyers améliorés

Un foyer amélioré est un dispositif conçu pour réduire la consommation de combustibles lors des utilisations. Il est fabriqué de manière à être plus économe en bois-énergie et moins polluant (Kitoto, 2018). N'utilisant pas une grande quantité de combustibles, ce dispositif semble devenir une alternative écologique qui réduit les prélèvements de bois de chauffe pour des besoins énergétiques.

Dans les zones de mangroves du site Ramsar 1017, des alternatives énergétiques sont initiées afin de permettre une restauration passive de ces écosystèmes. En effet la mise en place de foyers améliorés utilisant des combustibles outre que le bois dans les activités de production du sel et du fumage de poisson permet de lutter contre la coupe des mangroves pour ces deux activités.

La production de sel, activité importante dans cette zone consomme énormément de bois la plupart provenant de la mangrove. Le volume de consommation annuel de bois de chauffe est estimée à 16 m³/habitant dans les sites Ramsar 1017 et 1018 du Bénin (Adanguidi *et al.*, 2020). Dans ces zones l'adoption de foyers améliorés dans la production de sel prévoit de réduire efficacement les prélèvements de bois causant une dégradation de la mangrove.

Plusieurs types de foyers améliorés de production de sel ont été introduits dans la zone, il s'agit des types ACTION-PLUS, MAFUBO et OFEDI (Padonou *et al.*, 2022). Ces derniers n'ont pas été adoptés. Cependant en janvier 2021, le projet LEA-SEWOMEN initie un foyer hybride fonctionnant avec l'énergie solaire et les coques de noix de palme comme combustibles. Le système solaire permet de recharger la batterie intégrée, la ventilation et le régulateur d'intensité du feu maintiennent la température. S'inspirant des foyers traditionnels de production de sel, le projet entend réduire le temps de travail des femmes productrices de sel tout en conservant la mangrove dans les zones de production du sel.

La photo 1 ci-dessous donne une illustration de deux types de foyers rencontrés (foyer LEA-SEWOMEN et un foyer de l'ONG EcoBénin) sur le terrain.



(a)



(b)

Photo 1 Foyers LEA-SEWOMEN de production de sel (a) et EcoBénin d'utilisation ménagère (b)

❖ Effet des foyers améliorés sur la conservation

Adoptés dans les zones de mangrove, ils permettent d'atténuer les pressions sur les palétuviers coupés pour les activités comme la production de sel. Une étude effectuée à Bukavu sur l'usage du foyer amélioré dans les ménages a montré une amélioration de 6,6 % du niveau de vie de ces ménages (Neema Ciza *et al.*, 2019). De plus (Segbefia *et al.*, 2018) ont démontré que les foyers améliorés sont des alternatives pour réduire la consommation en combustibles au Togo.

Au niveau du site Ramsar 1017, le foyer amélioré du projet LEA-SEWOMEN introduit dans les zones de forte production de sel avec comme source d'énergie le soleil et les noix de palmiste, est une alternative à l'utilisation du bois et un moyen de production durable. Ses projections sont la réduction considérable de la consommation de bois d'énergie et l'autonomisation des femmes qui s'activent dans le domaine en leur facilitant le travail.

Cette technologie contribue à la baisse des émissions de fumée et des polluants qui se dégagent des foyers traditionnels. Outre son impact environnemental positif, le foyer amélioré, est un moyen d'amélioration de la santé publique. En effet, elle contribue à l'amélioration de la santé des producteurs en luttant contre les maladies causées par l'inhalation de fumée.

2.2.3 Sacralisation de certaines zones de mangrove pour la conservation

La sacralisation est une pratique endogène traditionnelle qui consiste à faire intervenir les divinités pour permettre la conservation d'une zone pour des raisons culturelles et culturelles. Au Bénin, les divinités jouent un rôle important dans la vie sociale des communautés. Dans plusieurs localités, pour faire respecter certaines règles et protéger des lieux, les divinités sont des moyens. Au niveau du site Ramsar 1017, plusieurs zones de mangroves sont érigées en lieux sacrés pour permettre une meilleure préservation et lutter contre les affres qu'elles subissent. Elles sont sous la surveillance de divinités locales comme les "Zangbéto et Avlékété" pour réguler les activités, dont certaines comme la coupe de mangrove sont formellement interdites. Le non-respect des interdits entraîne des punitions qui sont des sacrifices visant à apaiser les divinités et dont le non accomplissement provoquent des malheurs sur la famille des coupables (Zanvo *et al.*, 2021). Au niveau du lac Ahémé, pour protéger les ressources et interdire certaines pratiques destructrices, les communautés ont introduits le fétiche "Avlékété" dans plusieurs endroits (Amoussou, 2005). Ces pratiques endogènes semblent devenir des pratiques efficaces en faveur d'une gestion durable des ressources. D'ailleurs, les zones dépourvues de cette pratique présentent des écosystèmes plus dégradés (Adanguidi *et al.*, 2020).

Hormis le foyer amélioré et la sacralisation de certaines zones de la mangrove, il existe une pratique de lutte contre le déboisement de la mangrove pour la production de sel dans certains pays comme le Bénin et la Guinée. Il s'agit du sel solaire. Cette initiative encourage

les saliculteurs à utiliser la ressource solaire pour la production de sel au lieu de couper le bois de la mangrove. Dans le cas du Bénin, un autre projet du gouvernement (ProSel) lancé en 2022 sur le site 1017, envisage la modernisation de cette activité tout en gardant l'aspect traditionnel qui permet une meilleure valorisation de ce produit.

Au Bénin, les actions de lutte passive contre la dégradation des mangroves liées à la production de sel, sont entreprises depuis le début du siècle. Néanmoins, malgré les projections positives de ces initiatives, on note des dégradations dans les zones où ces pratiques sont présentes. Les raisons étant en grande partie justifiées par leur inadaptation, la non prise en compte de plusieurs facteurs (temps de cuisson, sexe, l'ethnie et la qualité des matériaux...etc.) pouvant entraîner leur abandon (Padonou *et al.*, 2022a) ainsi que le manque de suivi pour la plupart du temps. Selon Sinsin *et al.* (2018), les prédictions de 2025 montrent une forte régression des formations végétales naturelles du site 1017.

Alors, il devient important d'évaluer l'impact de cette initiative de foyer amélioré introduite en 2021 sur la conservation de la mangrove béninoise d'où l'intérêt de ce travail. Il s'agira d'étudier son efficacité en termes d'adoption et d'impact sur la préservation de la mangrove des zones de production du sel.

3 Matériels et Méthodes

3.1 Présentation du site Ramsar 1017

Ce travail est mené au Sud-ouest du Bénin dans la zone humide d'importance internationale Basse Vallée du Couffo, Lagune Côtière, Chenal Aho, Lac Ahémé ou site Ramsar 1017.

3.1.1 Caractéristiques physiques

❖ Localisation

Situé au Sud du Bénin entre 6°11' et 7°35' N et entre 1°27' et 2°21' E (Lougbeignon *et al.*, 2022), le Complexe Ouest inscrit site Ramsar en 2000 couvre une superficie de 524 289 ha (RSIS, 2019). Le site Ramsar 1017 est limité au Nord par le Zou, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par le site Ramsar 1018 et à l'Ouest par le Togo. Il se localise dans la zone littorale et couvre quatre départements administratifs, Atlantique, Couffo, Mono et Zou (Sinsin *et al.*, 2018).

L'étude a été réalisée dans les départements de l'Atlantique et du Mono plus spécifiquement dans les communes d'Abomey-Calavi, Ouidah, Kpomassè, Comé et Grand-Popo (Figure 2).

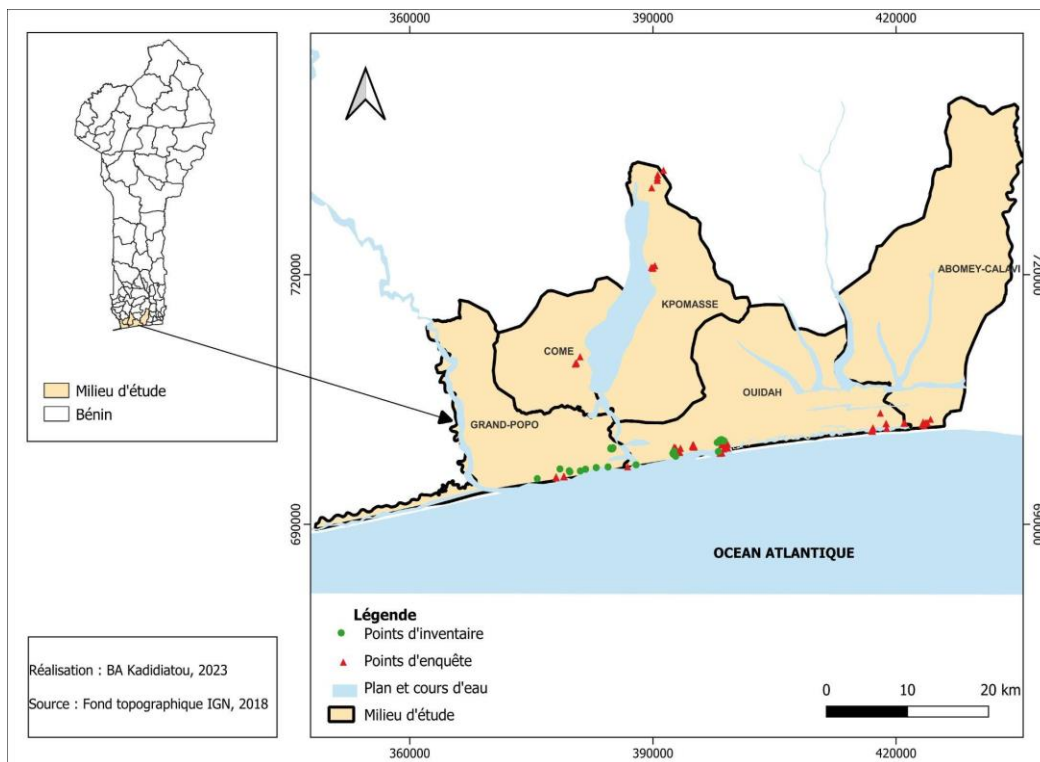


Figure 2 Carte du milieu d'étude

❖ Climat

La zone d'étude est caractérisée par un climat subéquatorial marqué par les saisons, sèches et pluvieuses. Chacune des saisons est subdivisée en grande et petite période donnant ainsi quatre saisons spécifiques à ce type de climat (Yo *et al.*, 2018; Padonou *et al.*, 2021) :

- une grande saison de pluies de mars à juillet ;
- une petite saison de pluies de septembre à novembre ;
- une grande saison sèche de novembre à mars ;
- une petite saison sèche de juillet à septembre.

La pluviométrie annuelle varie de 820 à 1300 mm avec une température moyenne d'environ 33°C (Gnansounou *et al.*, 2021).

❖ Géologie et types de sol

La géologie du site Ramsar 1017 est constituée de trois couvertures, du Dahoméen, de roches volcaniques et sédimentaires. Avec une occupation de 88 %, la couverture sédimentaire est composée de sédiments de l'Eocène (argiles, marnes, calcaire), des formations récentes (sables, argiles et grès) et de matériaux du bassin côtier (Lougbeignon *et al.*, 2022) . Les roches volcaniques y sont faiblement représentées avec une composition de granites calco-alcalins.

Les sols sont de types ferralitiques, sablonneux, ferrugineux tropicaux, hydromorphes et des vertisols (Padonou *et al.*, 2022b).

❖ Hydrographie

Le site Ramsar 1017 présente les caractéristiques des zones humides qui sont des milieux où l'eau est permanente ou temporaire offrant un écosystème particulier à ces milieux. En effet, il regorge un dense réseau hydrographique formant un complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo. Le fleuve Mono avec ses 159 km, le Sazué ainsi que le Couffo constituent les principaux cours d'eau permanents de la zone (Yo *et al.*, 2018; Lougbeignon *et al.*, 2022).

Au réseau fluvial et lagunaire, s'ajoutent les différents lacs dont le plus grand est le lac Ahémé avec sa superficie pouvant atteindre 100 km² en période de crue (Olodo & Abou, 2020) et les petits lacs des plaines du Mono (Yo *et al.*, 2018).

3.1.2 Ressources fauniques et floristiques

Le milieu d'étude présente des écosystèmes diversifiés qui abritent une forte richesse faunique et floristique. Ces écosystèmes sont de trois types dont : l'écosystème de la plaine côtière, les écosystèmes de la dépression argileuse et les écosystèmes des plateaux de terre de Barre (Sinsin *et al.*, 2018; Yo *et al.*, 2018). Les inventaires effectués par Sinsin *et al.* (2018); Yo *et al.* (2018)) ont donné une diversité floristique d'environ 400 espèces dont certaines sont menacées et d'autres sont indicatrices de la mangrove (*Rhizophora racemosa*

et *Avicennia germinans*). Quant à la faune, elle est composée d'une faune aquatique (crustacées, mollusques, poissons, ...), aviaire et terrestre (mammifères marin et terrestre). La zone abrite une forte richesse aviaire (plus de 100 espèces), des serpents comme les pythons, varan du Nil, et le cobra estimé à 21 espèces et des tortues marines (verte, olivâtre, imbriquée et luth) sur les côtes (Padonou *et al.*, 2022b).

3.1.3 Caractéristiques socio-économiques

La population du site a connu une croissance rapide allant d'environ 1 200 000 habitants en 2002 à près de 2 000 000 habitants en 2013 (Hounto *et al.*, 2019). La forte démographie est due à l'augmentation du taux d'accroissement naturel dans les périodes de 1979 à 2013. La zone est constituée de groupes socio-culturels avec une diversité linguistique (Fôn, Adja, Mina...) et religieuse dont le Vodoun qui est une religion traditionnelle composée de plusieurs divinités.

La population répartie de façon inégale entre les communes (Lougbeignon *et al.*, 2022) crée de fortes pressions anthropiques liées aux différentes activités socio-économiques dans certaines zones du site. Il s'agit entre autres de l'agriculture, la pêche et la saliculture (Lougbeignon *et al.*, 2022).

- agriculture : activité principale des communautés, elle est une agriculture de subsistance avec des cultures de types vivrières comme le manioc, le maïs, le riz...et le niébé ;
- pêche : elle se fait au moyen d'outils traditionnels dans les cours d'eau continentaux et au niveau de la façade maritime du site ;
- saliculture : c'est une activité génératrice de revenus et pratiquée généralement par les femmes au niveau des marais salants. Elle se fait de manière traditionnelle malgré l'introduction de certains types de foyers modernes pour le chauffage. La production du sel se fait suivant trois étapes, le ramassage du sol, l'extraction de la saumure par un procédé de lixiviation et la cuisson de l'eau de saumure.

3.1.4 Désignations légales nationales et internationales du site

La conservation de la nature est une pratique ancienne au Bénin, son intérêt de protéger les ressources naturelles se manifeste dans les différentes lois et ses engagements internationaux en faveur de la protection de la biodiversité. En effet, le pays est parti à plusieurs conventions internationales sur l'environnement.

Dans cet optique de conservation, le pays a inscrit plusieurs sites comme zones protégées constituant un réseau national vaste de protection de la faune, de la flore et leurs milieux.

Ainsi, ses écosystèmes de zones humides comme le Complexe Ouest est composé de plusieurs aires de conservation dont les communautés sont en charge de la gouvernance.

Cette zone présentant un écosystème naturel important de mangroves, en plus de sa protection nationale s'est vue octroyée des classifications internationales pour montrer son importance dans la biodiversité mondiale.

❖ Désignations nationales

Le site Ramsar 1017 est constitué d'un vaste réseau d'aires protégées afin de préserver sa richesse biologique. Pour permettre une bonne gestion des ressources du milieu, les communautés sont intégrées dans la gouvernance. Ainsi, on note plusieurs Aires Communautaires de Conservation de la Biodiversité (ACCB) renfermant une forte diversité biologique (Kouton *et al.*, 2023) dont :

- ACCB de la Bouche du Roy ;
- ACCB des zones humides du Lac Toho ;
- ACCB de la forêt Naglanou ;
- ACCB du Vodountô ;
- ACCB d'Adjamé ;
- ACCB mare aux crocodiles de Tannou ;
- ACCB Togbin-Adounko ;
- ACCB du Chenal de Gbaga ;
- ACCB de la Lagune Côtière de Ouidah ;

Toutes ces aires de conservation disposent d'un plan de gestion ou PAG qui détaille les objectifs, les cibles de gestion, la gouvernance et modes de gestion et planifie toutes les activités de suivi et de surveillance.

❖ Désignations internationales

Le complexe Ouest joue un rôle important dans la conservation des ressources biologiques mondiales. Il est le site de reproduction et d'accueil de plusieurs espèces migratrices notamment les oiseaux et certains mammifères marins. D'ailleurs ce service écologique ainsi que la diversité de ses services écosystémiques lui ont valu l'inscription en 2000 comme zone humide d'importance internationale. Il s'agit d'un milieu naturel ou artificiel où l'eau qu'elle soit permanente ou temporaire, douce ou saumâtre constitue l'élément écologique qui maintient les écosystèmes (Ramsar, 1971).

Le site Ramsar 1017 intègre la partie béninoise de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Mono. Désignée en 2017 et située entre le Bénin et le Togo, la RBTM couvre une superficie de 346296 ha avec des noyaux centraux (14496 ha), des zones tampons (43378 ha) et la zone de transition (Unesco, 2018). Selon le programme Man and Biosphère (MAB), est réserve de biosphère, un site conciliant conservation de la biodiversité et utilisation durable, en d'autres termes un milieu d'application du développement durable. À l'image des autres zones du complexe ouest, la RBTM regorge d'une forte diversité biologique et

écosystémique dont certaines espèces sont endémiques du Dahomey Gap et d'autres menacées d'extinction (Tortues imbriquée et luth) (Unesco, 2018).

3.2 Matériels

La collecte d'informations a nécessité l'utilisation de matériels techniques reportés dans le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 Présentation des matériels de l'étude

Matériels	Utilisation
GPS	Géoréférencement des placeaux
Tablette	Recueil des données d'enquêtes via Kobocollect
Fiche d'inventaire	Collecte des paramètres dendrométriques
Ruban Taille	Mesure des diamètres
Cordeaux	Matérialisation des placettes et placeaux
Pentadécamètre	Mesure des dimensions des placettes
Flore du Bénin (De Souza, 2008)	Identification des noms scientifiques des espèces végétales données en langues locales
Pirogue	Déplacement vers les sites d'inventaires
Bottes	Protection pour les inventaires dans les mangroves
Supports cartographiques	Réalisation des cartes d'occupation du sol sur QGIS

3.3 Méthodes de collecte et d'analyse des données

Cette étude a nécessité la collecte de données primaires et secondaires. Ces dernières sont obtenues grâce à l'exploitation de la littérature existante. Plusieurs ressources ont été utilisées dont les plus fréquentes sont numériques telles que, celles trouvées sur Google Scholar en introduisant les mots clés ainsi que Vertigo, Research Gate et Elsevier.

Les données primaires sont collectées suivant les méthodes décrites pour chaque objectif spécifique de l'étude.

3.3.1 Évaluation des changements spatio-temporels de la mangrove des zones ciblées

❖ Acquisition des images

L'étude de la dynamique paysagère permet une évaluation des changements intervenus dans l'occupation de la zone pendant la période. Les fichiers d'occupation du sol des périodes de 2005, 2015 et une image satellitaire de 2023 sont utilisés. La période de 2015 à 2023 étant marquée par des initiatives de conservation telle que l'introduction du foyer

amélioré dans la production de sel et le durcissement des règles en lien avec l'exploitation du bois de mangroves. Ainsi, la comparaison des deux périodes (2005-2015 et 2015-2023) donne une idée de l'impact de ces initiatives dans la conservation. Pour ce faire, les données d'occupation du sol de 2005, 2015 réalisées dans le cadre du projet OSFACO sur la base d'image Spot ont été mobilisées. Pour 2023, la classification est obtenue à partir d'images Sentinel 2A d'une résolution de 10 m téléchargées sur COPERNICUS¹. Les fichiers de forme et les données de découpage administrative de 2018 du Bénin ont été mis à contribution pour isoler notre milieu d'étude.

❖ Analyse des images

Les fichiers d'occupation du sol de 2005 et 2015 de la zone ont été classifiés sur QGIS. Le regroupement de certaines entités a permis de réduire les classes pour mieux faire ressortir les mangroves. Ainsi toutes les formes de cultures, les types de forêts et les plantations ont formés les groupes de Culture et jachère, les forêts et les plantations. Le changement effectué implique un calcul des superficies de ces nouvelles entités obtenues. Pour les images de 2023, le prétraitement, la combinaison des scènes et la classification supervisée en utilisant le maximum de vraisemblance (Das & Angadi, 2021) sur l'extension OCP de QGIS sont les techniques utilisées. Elles sont les principales techniques pour des études diachroniques effectuées par plusieurs auteurs (Adjonou *et al.*, 2019; Roy *et al.*, 2019; Das & Angadi, 2021; Zavo *et al.*, 2022). La définition des différentes entités d'occupation du sol a été basée sur celles de 2005 et 2015 afin de garder la même classification. Ainsi, 9 classes d'occupations que sont les cultures et jachères, les savanes, les forêts, les habitations, les plantations, les mangroves, les plans et cours d'eau, les sols et les plages ont été définies.

La caractérisation de la dynamique des mangroves, se fait par l'analyse quantitative des changements d'occupation du sol. Ainsi, les proportions des classes, les taux de changement et le taux de déforestation des mangroves sont déterminés entre les périodes.

La proportion d'une classe (P) : C'est la représentativité d'une classe d'occupation dans le paysage. Elle se calcule suivant la formule

$$P = \frac{Ac}{A} * 100 \quad \text{Avec (1)}$$

Ac, superficie de la classe considérée et A la superficie totale du paysage.

Le Taux de changement (Tc) : il permet d'analyser et de quantifier les changements d'occupation de classes dans une période et s'obtient selon la formule (Toyi *et al.*, 2013)

$$Tc = \frac{A2-A1}{A1} * 100 \quad \text{Dont (2)}$$

A2 est la superficie à la date finale et A1, la superficie à la date initiale.

¹ scihub.copernicus.eu/dhus/

Taux de déforestation des mangroves (r) : Il permet de déterminer le changement de la couverture des mangroves en évaluant la déforestation et se calcule suivant la formule (Puyravaud, 2003; Zanvo *et al.*, 2022)

$$r = \frac{1}{t_2-t_1} * \ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) \text{ Avec (3)}$$

r, le pourcentage de mangroves déforestées ; A2, la superficie finale des mangroves et A1 la superficie initiale des mangroves ; (t2-t1) la durée ente les périodes considérées pour notre cas (2005,2015 et 2023). La valeur de r qu'elle soit positive, négative ou nulle, indique une dégradation, une expansion ou une stabilité dans la période.

Afin d'évaluer l'effet des foyers améliorés, la dynamique dans la zone d'introduction du foyer est considérée. Pour ce faire, la composition paysagère de la zone d'introduction du foyer dans la période de 2005-2015 et 2015-2023 est comparée avec la tendance de la dynamique globale.

3.3.2 Évaluation des perceptions locales sur l'impact des foyers améliorés sur la conservation de la mangrove des sites étudiés

❖ Echantillon : choix des sites et de la population cible

Afin d'évaluer l'impact de l'utilisation de foyers améliorés pour la production de sel sur la conservation de la forêt de mangrove du site Ramsar 1017, les départements de l'Atlantique et du Mono sont choisis. Les études sont menées particulièrement dans les communes de Ouidah, Abomey-Calavi, Kpomassè, Grand-Popo et Comé du fait de la localisation des activités d'extraction du sel dans ces zones. En raison de la grande étendue de ces communes, 12 localités ont été sélectionnées selon leur position par rapport aux mangroves, et la pratique de la saliculture.

Dans chacune de ces localités les acteurs de la production de sel, la commercialisation de sel et de bois et les organisations et projets de conservation de la mangrove sont ciblés.

La taille (n) minimale de l'échantillon des répondants est calculée suivant la formule (ONU, 2010; Gnansounou *et al.*, 2021; Muyer *et al.*, 2022) :

$$n = \frac{U^2_{1-\frac{\alpha}{2}} * p(1-p)}{d^2} \quad (4)$$

Elle est appliquée à notre étude en se basant sur les hypothèses suivantes :

- Valeur de la variable aléatoire normale ($U^2_{1-\alpha/2} = 1,96$ pour $\alpha = 0,05$)
- Prévalence des bénéficiaires et non bénéficiaires du projet foyer amélioré = 50% ; p = 0,5
- Marge d'erreur = 6% ; d= 0,06

Sans considérer le taux de non-réponses, l'intégration des différentes valeurs dans l'équation donne la taille n1 = 267.

Le taux de non-réponses est estimé à 10 % de la taille n_1 obtenue d'où $n_2 = 27$. Ainsi, la taille minimale (n) des acteurs à enquêter est la somme de n_1 et n_2 et est de 294.

Un échantillon de 294 étant représentatif mais, notre enquête a totalisé 296 répondants dont 70 % de producteurs de sel, 13 % de vendeurs de sel et 17 % de vendeurs de bois.

La répartition des enquêtés dans les différentes localités est représentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 Répartition des acteurs enquêtés dans les localités (Données d'enquête, mai et juin 2023)

Départements	Communes	Localités	Acteurs		
			Producteurs de sel	Vendeurs de sel	Vendeurs de bois
Atlantique	Abomey-Calavi	Adouanko	0	4	11
		Togbin	15	5	6
	Ouidah	Azizakoué	17	1	7
		Djègbadji	38	4	1
		Hio	35	0	2
		Houakpé-Daho	35	5	1
		Toligbé	22	5	1
	Kpomassè	Couffonou	0	4	13
		Hountoun	0	7	0
	Mono	Comé	Kpétou	16	0
Grand-Popo		Avlo	26	3	2
		Holihoué	3	0	4
Total			207	38	51

Le nombre d'organisations œuvrant dans la protection de la mangrove n'étant pas le même dans les différentes communes de l'étude, le choix des organisations est déterminé selon les critères suivants :

- présence de l'ONG dans la commune ;
- intervention dans les initiatives de la conservation de la mangrove.

Les répondants au niveau de chaque organisation sont les chargés de projets de protection de la mangrove. Les entretiens ont concerné 2 ONG (EcoBénin, Action Plus), une association de jeunes pour la conservation (AJVC) et le projet SeWomen.

❖ Collecte des données

La collecte de données primaires basée sur les enquêtes socio-économiques, a renseigné sur les alternatives à l'utilisation du bois dans la production de sel ainsi que les perceptions locales des impacts du foyer amélioré. Les informations sont recueillies de fin mai à juin suivant deux approches, les entretiens et les observations directes.

Les données sont collectées à partir de trois questionnaires (voir Annexe 1) de type individuel administrés aux acteurs de la production de sel, la commercialisation de sel et la vente de bois. Les thématiques abordées sont la fréquence de prélèvement du bois, les sources d'approvisionnement, les types de bois, les alternatives pour la fourniture d'énergie, les périodes de pic d'utilisation, la nature et la quantité de bois utilisés pour la production de sel, l'utilisation de foyers améliorés, la quantité de sel vendu et l'impact du foyer amélioré sur la conservation de la mangrove. L'enregistrement des fiches d'enquêtes est effectué sur Odkbuild.exe en raison de l'accès hors ligne. Ensuite elles sont déployées sur KoboToolbox.

La technique par boule de neige (Padonou *et al.*, 2022a) est appliquée pour les saliculteurs, les vendeurs de bois et du sel dans chaque commune, le choix est justifié du fait que les cibles se connaissent. Elle s'est faite par référence auprès de l'individu exerçant la même activité après chaque entrevue.

Un guide d'entretien semi-structuré a servi à collecter les informations auprès des organisations et projets œuvrant dans les initiatives de protection de la mangrove du site Ramsar 1017 (Annexe 1). Les échanges ont abordé les questions d'initiatives paysannes, les sources de financement, la durabilité des activités de conservation des organisations et la promotion du foyer amélioré dans la production de sel.

❖ Analyse des données

Les bases en format XLS téléchargées sont épurées afin de corriger les erreurs liées à la collecte. Une analyse du contenu avec le logiciel WORDSTAT pour Stata a été faite pour les données qualitatives collectées. Les données quantitatives, ont été analysées avec le logiciel STATA 14.2. Les statistiques descriptives (fréquences, pourcentages, moyennes, et écart-types) et les tests de comparaison (le test de Khi-deux et ANOVA à un facteur) ont été effectués en fonction de la nature de la variable.

Les estimations à partir d'une bassine de 25 kg et de la pesée du bois une fois par zone, ont permis de déterminer les quantités de la production et les combustibles utilisées (Voir Annexe 1).

Les informations collectées ont permis de calculer la marge brute de commercialisation (MBC) pour les commerçants de sel. Elle est le résultat de la soustraction entre le prix de vente et le prix d'achat du sel (Miassi *et al.*, 2018). Elle est calculée par la formule

$$MBC = PV - PA \text{ Avec (5)}$$

PV , le coût de vente du sel et PA , le coût d'achat du sel auprès des fournisseurs.

Les revenus des commerçants (RC) de bois n'ont pas été pris sur déclaration, mais calculés dans cette étude :

$$RC = Q * \text{Prix unitaire} . kg^{-1} \text{ Avec (6)}$$

Q , la quantité de bois vendu courant la période de production en Kg.

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée pour mieux apprécier les relations existantes entre les perceptions des vendeurs de bois et des producteurs de sel sur l'impact des foyers améliorés en lien avec le mode d'acquisition du bois, la fréquence de collecte du bois, la connaissance du foyer amélioré, les zones de mangroves, et l'utilisation du foyer amélioré (Gnangle *et al.*, 2012).

3.3.3. Analyse de l'effet de l'utilisation des foyers améliorés sur la conservation des peuplements de mangroves des localités cibles

Pour mieux évaluer l'efficacité de l'utilisation des foyers améliorés dans la zone, une étude terrain visant à compléter la cartographie et les enquêtes était nécessaire. Il s'agissait d'étudier les tendances évolutives des peuplements de mangroves. Un inventaire forestier est effectué sur des relevés. Ces méthodes de relevés ont été adoptées par plusieurs auteurs pour le recueil de données phytosociologiques dans les mangroves (Fousseni *et al.*, 2017; Achoh *et al.*, 2018).

❖ Echantillon : choix des sites d'inventaire

Les enquêtes de perceptions locales sur le foyer amélioré auprès des acteurs de saliculture dans 12 localités des communes d'Abomey-Calavi, Ouidah, Kpomassè, Comé et Grand-Popo, ont permis de distinguer trois types de zones. Selon la présence ou non de foyers améliorés et la production de sel, on distingue :

- une zone de production du sel avec présence de foyers améliorés (Ouidah et Abomey-Calavi) ;
- une zone de production sans présence de foyers améliorés (Grand-Popo et Comé) ;
- une Zone de non production de sel (Kpomassè).

Ainsi, pour obtenir des données d'évaluation de l'impact des foyers améliorés sur la conservation des peuplements de mangroves, des sites d'inventaires situés dans les deux zones de production de sel sont choisis dans les communes de Ouidah, et de Grand-Popo.

- sites à Ouidah : Djègbadji et Azizakouè ;
- sites à Grand-Popo : Codjocodji et Avlo.

❖ Collecte de données

Dans le cadre de cette étude, l'approche méthodologique de Zanvo *et al.* (2021) était adaptée. Deux transects de 2000 m² (200mx10m) ont été installés par site. Cinq placettes d'une superficie de 150 m² (15mx10m) espacées de 30m par transect, soit 10 relevés dans

chaque site étaient déterminés. Les régénérations c'est-à-dire les espèces ayant un diamètre (dbh) < 1 cm sont comptées dans cinq quadrats de 1m x 1m installés sur chaque relevé (Zanvo *et al.*, 2021). Les quatre quadrats étaient disposés sur les extrémités et le cinquième au milieu de la placette. Les variables recherchées et renseignées sur une fiche en Annexe 2 (Fousseni *et al.*, 2017) étaient :

- l'environnement (état de conservation, les activités, position par rapport aux pistes, indice de perturbation...);
- les espèces ;
- les paramètres dendrométriques (hauteur, diamètre) ;
- les régénérations et le nombre de souches, d'individus morts, étêtés ou ébranchés.

Un recensement systématique total complété par des observations a permis d'analyser les changements réels dans les deux types de zones.

❖ Analyse des données

Les informations recueillies sur les fiches sont saisies dans un tableur Excel. L'état des peuplements dans les zones de production avec présence de foyers améliorés et de production sans foyer amélioré s'est fait par la description et la comparaison des paramètres structuraux, écologiques et le taux des indices de perturbation.

- Paramètres de la diversité floristique

Richesse spécifique (S) : elle représente le nombre total d'espèces d'un milieu

Indice de diversité de Shannon (H) : s'exprimant en bits est défini par la formule suivante (Djedi, 2021)

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{n} \log_2 \frac{n_i}{n} \quad \text{Avec (7)}$$

n_i = nombre d'individus de l'espèce i et n = nombre total d'individus inventoriés dans les échantillons. La diversité est faible lorsque H est inférieur à 3 bits, moyenne si H est compris entre 3 et 4 puis élevé quand H est supérieur ou égal à 5 bits.

Indice d'équitabilité de Pielou (E) : elle est une mesure de la stabilité du peuplement et équivaut au rapport de H à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H_{max}) et se calcule suivant la formule (Djedi, 2021)

$$E = \frac{H}{\log_2 S} \quad \text{(8)}$$

Avec ; soit S le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes. E varie de 0 à 1) ; avec : $E = 0$ quand la quasi-totalité du recouvrement correspond à une seule espèce et E proche de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même recouvrement. Elle est maximale si les individus sont répartis de la même manière à travers les espèces.

- Paramètres structuraux

Densité (N) : elle est le rapport entre le nombre d'individus et la superficie en hectare (Cintron & Schaeffer-Novelli, 1984). Elle s'exprime selon la formule suivante :

$$N = \frac{n}{s} \text{ Avec (9)}$$

N, la densité à l'hectare ; n, le nombre d'individus inventoriés et s, la superficie inventoriée.

Surface terrière (G) : est un paramètre qui indique la distribution de la base des arbres et se calcule suivant la formule (Cintron & Schaeffer-Novelli, 1984; Zanvo *et al.*, 2021)

$$G = \frac{10000\pi}{4s} \sum_{i=1}^n di^2 \text{ Avec (10)}$$

G en $m^2 \cdot ha^{-1}$; s, la superficie (m^2) de mangrove inventoriée ; di , diamètre (m) de l'arbre i.

Diamètre moyen (D) : elle renseigne sur la croissance horizontale des espèces inventoriées et se calcule par l'équation (Cintron & Schaeffer-Novelli, 1984; Zanvo *et al.*, 2021)

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di^2} \text{ Avec (11)}$$

n, le nombre d'arbres mesurés ; di , le diamètre (cm) de l'arbre i.

Taux de régénération (Tr) : il renseigne sur le renouvellement potentiel des peuplements de mangrove et représente le pourcentage du quotient du nombre de régénérations (individus avec diamètre inférieur à 1 cm) et le nombre total des individus inventoriés (Ayeko, 2020)

$$Tr = \frac{100n_r}{n} \text{ Avec (12)}$$

n_r , le nombre de régénérations et n, le nombre total des individus.

Distribution par classe de diamètre et de hauteur : elle permet de connaître la diversité structurale (Dănescu *et al.*, 2016; Zanvo *et al.*, 2021). Les diamètres et les hauteurs sont subdivisés en classes d'amplitude de 10 cm et 5m.

- Indices de perturbation

Taux d'exploitation (Tex) : il renseigne sur l'intensité des activités d'exploitation et représente le pourcentage du quotient de l'effectif des individus exploités (étêtés, ébranchés, morts) et le nombre total d'individus (Ayeko, 2020)

$$Tex = \frac{100n_{ex}}{n} \text{ Avec (13)}$$

n_{ex} , le nombre d'individus exploités et n, le nombre total d'individus inventoriés.

4 Résultats

4.1 Dynamique paysagère dans les écosystèmes de mangroves de 2005 à 2023

L'analyse de l'occupation du sol entre 2005 et 2023 à partir de données préexistantes et d'images satellitaires a permis de faire ressortir la composition paysagère du milieu et d'analyser les changements spatio-temporels.

4.1.1 Composition paysagère de la zone en 2005, 2015 et 2023

La classification des occupations du sol de la zone d'étude dans les trois périodes a fait ressortir neuf entités paysagères (Figure 3 et 4). En 2005 les cultures et jachères sont les plus représentées avec 56,88 % de la superficie totale du paysage alors que les mangroves, les sols et plages ont une faible occupation allant respectivement de 1,01 %, 0,33 % et 0,05 %. Entre 2005 et 2015, les classes des habitations, des forêts et plantations ont connu une augmentation de leur superficie. Dans la même période, une baisse est notée au niveau des savanes et les cultures et jachères.

Dans la période de 2015 et 2023, les superficies des savanes, habitations, forêts et plantations ont progressé tandis que celles des cultures et plan d'eau ont régressé.

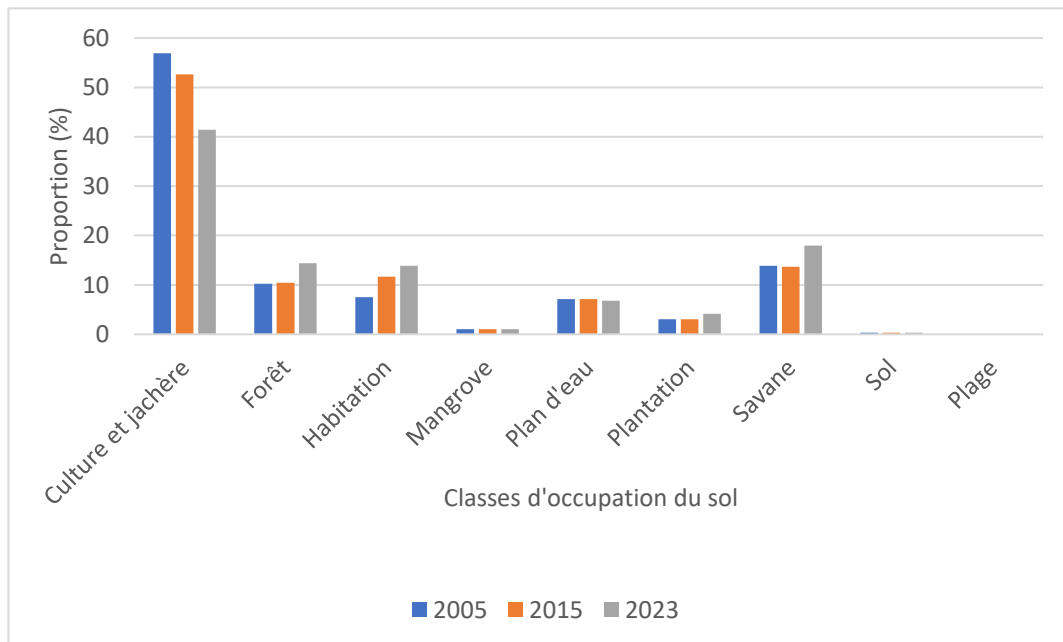


Figure 3 Proportion d'occupation du sol en 2005, 2015 et 2023

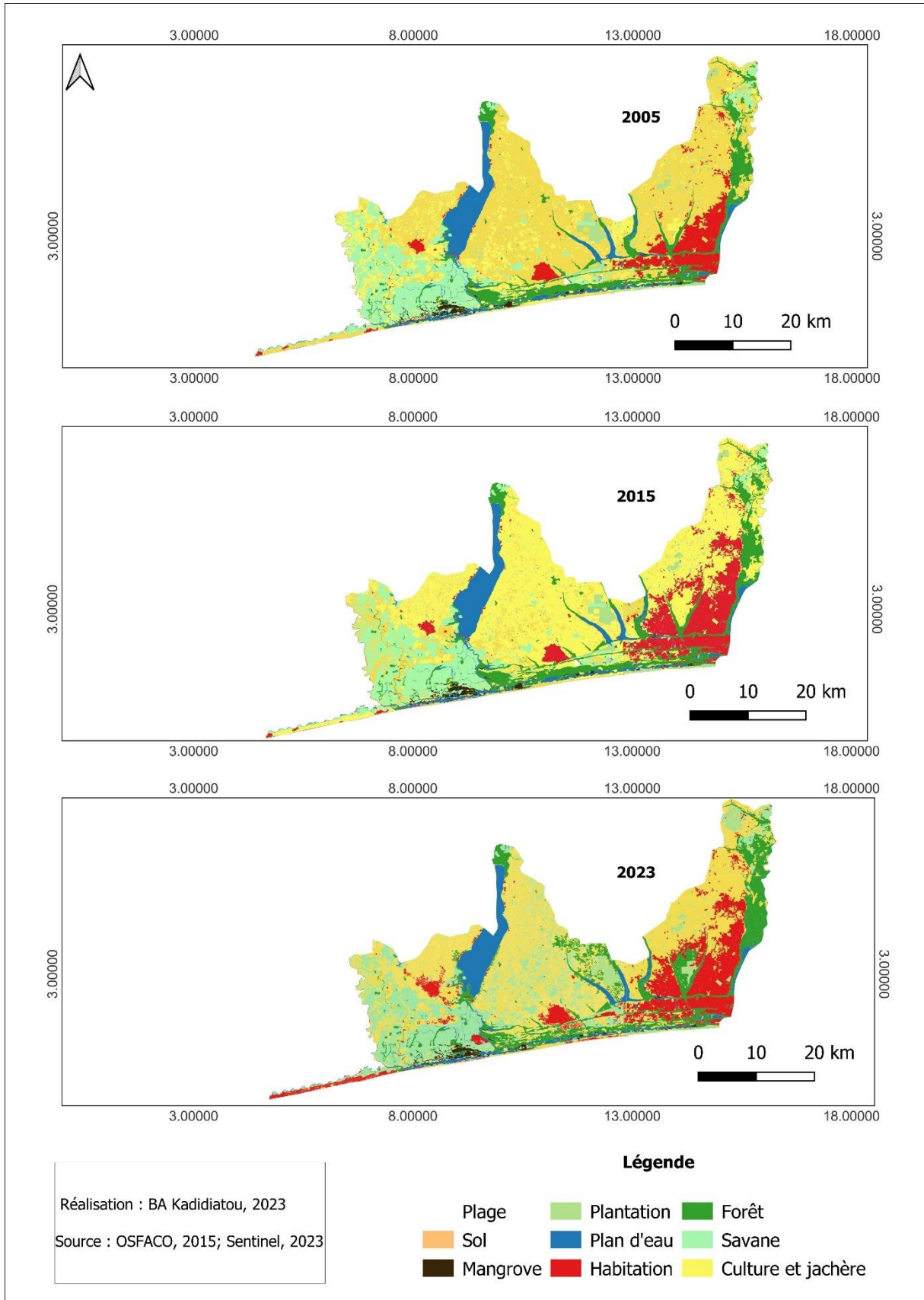


Figure 4 Distribution des classes d'occupation du milieu d'étude en 2005, 2015 et 2023

4.1.2. Changements d'occupation globale du sol de la zone entre 2005 et 2023

Trois types de changements caractérisent l'occupation du sol des communes étudiées dans la période de 2005 et 2023. Il s'agit de la régression (perte de superficie ou transformation de la classe), de la stabilité (persistance dans la classe) et de la progression (augmentation de la superficie) (Figure 5).

❖ Changements d'occupation entre 2005 et 2015

La période de 2005 à 2015 est marquée par une baisse importante de la superficie des cultures et jachères. Des 56,88 % de la couverture des cultures en 2005, il reste 52,64% en 2015, soit un taux de régression de 7,61 %. Dans cette même période, les habitations ont largement augmenté atteignant un taux de changement de 56,01 %. Les mangroves sont restées persistantes avec des taux de changement et de dégradation nuls.

❖ Changements d'occupation entre 2015 et 2023

Au cours de la période de 2015-2023, la distribution de la classe des cultures et jachères est réduite de 21,32 %. Contrairement à cette dynamique régressive, les forêts, les savanes et les plantations ont subi une forte progression avec des taux d'augmentation respectifs de 38,18 %, 35,09 % et 31,61 %. Cette période est marquée par une progression très minime (0,002 %) des mangroves. Le taux de dégradation des mangroves est relativement nul, on en déduit une stabilité.

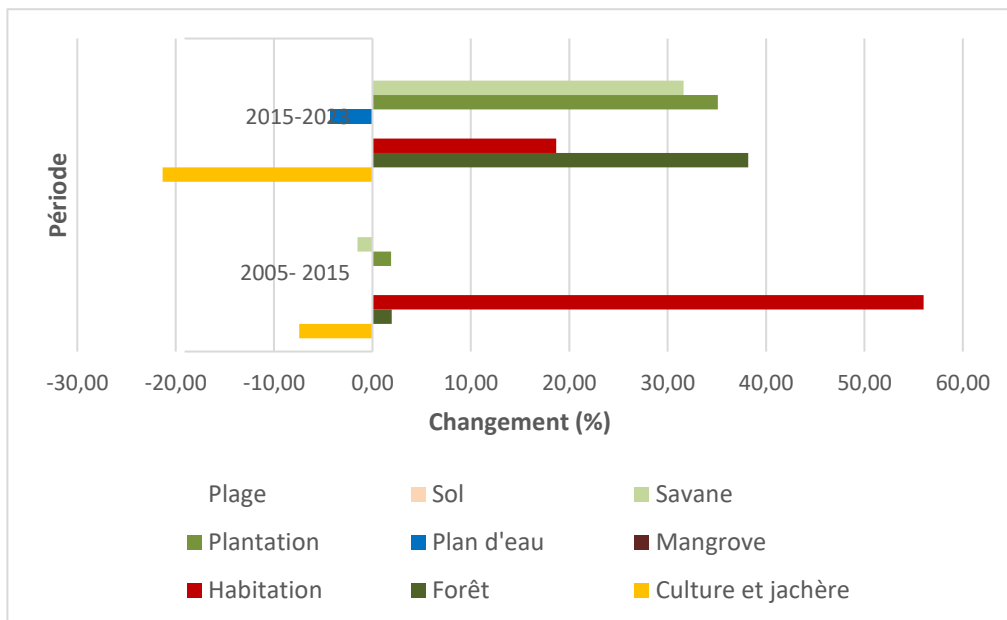


Figure 5 Taux de changement des classes d'occupation du milieu entre 2005 et 2023

4.1.3 Changements d'occupation dans la zone de présence du foyer de production du sel

La composition paysagère de la zone de mangroves avec présence de foyers améliorés de production de sel est la même que l'occupation paysagère globale du milieu d'étude. En 2005, les mangroves de cette zone occupent une faible proportion de 0,64 % de la superficie totale du paysage. Les changements des classes d'occupation de la zone de présence du foyer sont présentés à la Figure 6.

Au cours de la période de 2005 à 2015, ce sont les cultures et savanes qui ont régressé de l'ordre de 13,86 % et 11,05 % pendant que les habitations connaissent un fort taux d'augmentation (61 %). Il n'y a eu aucun changement pour les mangroves entre 2005 et 2015. Cependant dans la période de 2015 à 2023, les superficies des cultures et plans d'eau sont réduites alors que celles des plantations, forêts et savanes augmentent. Pour cette période, les mangroves montrent une très faible progression. Les taux de dégradation des mangroves entre 2005-2015 et 2015-2023 révèlent une stabilité de ces écosystèmes.

Cependant ces résultats ne montrent aucune différence nette entre les tendances de la dynamique globale et celle de la zone de mangrove à foyers améliorés concernant l'occupation des mangroves. De ces résultats, les mangroves n'ont pas subi de changements durant la période de 2005 et 2023.

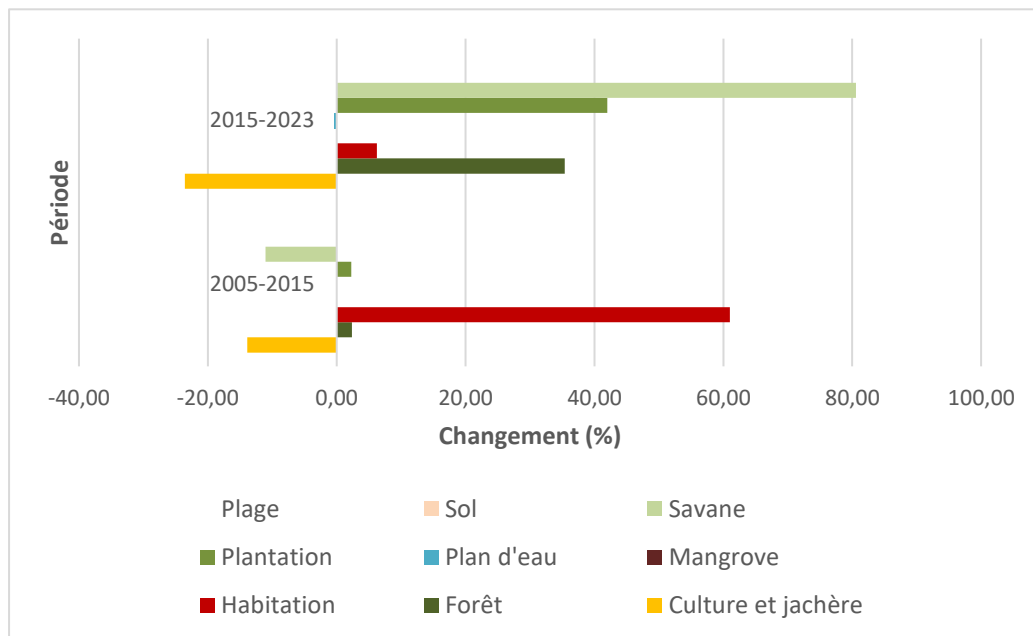


Figure 6 Taux de changement d'occupation du sol de la zone de présence des foyers améliorés entre 2005 et 2023

4.2 Perceptions des acteurs sur l'impact des foyers améliorés de production du sel

4.2.1 Activités de production et de commercialisation du sel dans les zones de mangroves

Les données recueillies auprès des 296 acteurs de production de sel, de commercialisation du sel et du bois des zones de présence ou non de foyers améliorés, ont permis d'évaluer les activités ainsi que leurs perceptions sur l'impact des foyers améliorés dans la conservation des peuplements de mangroves.

❖ Fréquence mensuelle et quantité de production de sel

Le Tableau 3 montre la quantité de sel produite et la fréquence mensuelle de production selon les zones. La zone avec le foyer amélioré produit la plus grande quantité moyenne de sel égal à 12,17 kg par production. Il existe une différence statistiquement significative entre les zones de mangroves pour la quantité de sel produite par production et la fréquence mensuelle de production, avec $p < 1\%$. Le nombre de production moyenne mensuelle est plus élevé (22,32) dans la zone sans foyers améliorés.

Tableau 3 Quantité de sel produite et fréquence mensuelle de production

Variables	Zones de production du sel			ANOVA
	Production et présence de foyer	Production sans présence de foyer	Ensemble	
Quantité de sel produite par production (kg)	12,17±3,63	9,66±4,96	11,20±4,36	4,72***
Fréquence mensuelle de production du sel	20,30±10,63	22,32±14,18	21,08±12,13	3,04***

*** $p < 1\%$

❖ Fourniture de sel pour les vendeurs de sel dans la zone de mangroves

Le Tableau 4 ci-dessous présente l'approvisionnement pour la commercialisation du sel dans les différentes zones de mangroves. Les vendeurs de sel au niveau de la zone avec foyers améliorés achètent la plus grande quantité de sel (118,75 kg). La différence de la quantité de sel et le nombre de fournisseur est significative de 10% et 5% entre les milieux avec ou sans foyers améliorés.

Tableau 4 Quantité et nombre de fournisseur de sel pour la commercialisation dans les zones de mangroves

Variables	Zones de production				ANOVA
	Production et présence de foyer	Production sans présence de foyer	Non production de sel	Ensemble	
Quantité de sel achetée par fournisseur (kg)	118,75±169,92	26,17±16,54	88,43±113,83	99,71±142,81	1,89*
Nombre de fournisseur par commerçant de sel	6,95±6,53	3,33±2,08	4,07±5,01	5,53±5,83	2,47**

**p < 5 % ; *p < 10 %

❖ Marge bénéficiaire brute des vendeurs de sel dans les zones de mangroves

La marge brute de commercialisation chez les vendeurs de sel dans les zones de mangroves est présentée sur le Tableau 5. Les prix d'achat moyen (355 FCFA/kg) et de vente moyen (488 FCFA/kg) du sel par les vendeurs du sel sont plus faibles dans les zones de production du sel sans la présence de foyers améliorés. Le kg de sel coûte plus cher dans la zone de production avec présence de foyers améliorés (644,40 FCA /kg). Néanmoins, les vendeurs de sel dans la zone de présence de foyers améliorés ont la meilleure marge bénéficiaire brute moyenne (35087 FCFA). Il faut noter que la commercialisation du sel se fait dans les zones de non production.

Tableau 5 Marge brute des vendeurs de sel dans les zones de mangroves

Variables	Zones de mangroves				ANOVA
	Production et présence de foyer	Production sans présence de foyer	Non production de sel	Ensemble	
Prix d'achat du sel par kg (FCFA) pour les vendeurs du sel	453,56±147,15	354,76±46,47	398±96,23	423,83±125,99	0,27ns
Prix de vente par kg (FCFA) pour les vendeurs du sel	644,40±13	488,10±20,62	613,33±188,67	619,80±157,73	1,83ns
Marge bénéficiaire (FCFA) pour les vendeurs du sel	35087,5±68768,46	4183,33±2725,04	17711,67±26599,82	25788,82±52986,94	1,66ns

ns : non significatif

4.2.2 Utilisation de combustibles dans les zones de mangroves

❖ Principaux combustibles et types de bois utilisés dans la production de sel

Le bois constitue le principal combustible utilisé dans la production de sel. Les coques de noix de palme et de coco sont les autres types de combustibles utilisés dans les zones de mangroves avec la présence de foyers améliorés. Cependant, on note différents types de bois pour la production du sel.



Photo 2 Autres types de combustibles pour la production de sel (branches de palmier)

Les bois de mangroves sont les combustibles utilisés dans la zone de production sans foyers améliorés (Figure 7). Les producteurs de la zone de présence des foyers améliorés utilisent les autres espèces de bois. *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis* et *Acacia auriculiformis* sont les principales espèces prisées des producteurs de sel de la zone à foyers améliorés.

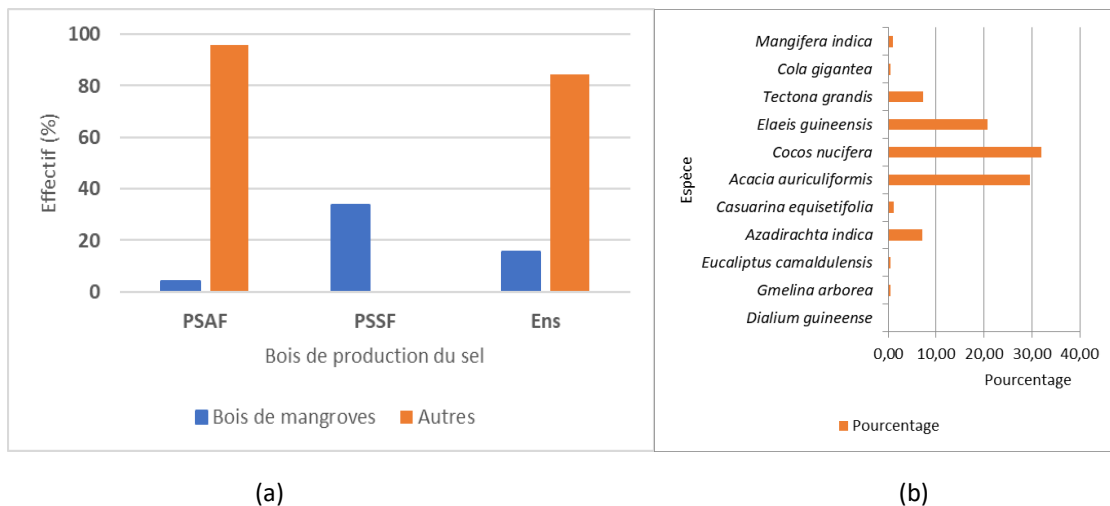


Figure 7 Types de bois utilisés dans la production de sel (a) et les autres espèces (b)

Légende : PSAF : Production de sel et présence de foyer amélioré, PSSF : Production de sel sans présence de foyer amélioré, Ens. : Ensemble



Photo 3 Autres espèces de bois pour la production de sel dans les zones à foyers

A la Figure 9, les bois de mangroves se vendent uniquement dans les zones de production sans foyers améliorés et de non production de sel. Au niveau des zones avec la présence de foyers améliorés, 100 % des vendeurs commercialisent les autres essences. *Acacia auriculiformis*, *Tectona grandis* et *Azadirachta indica* sont les plus vendues quelles que soient les zones.

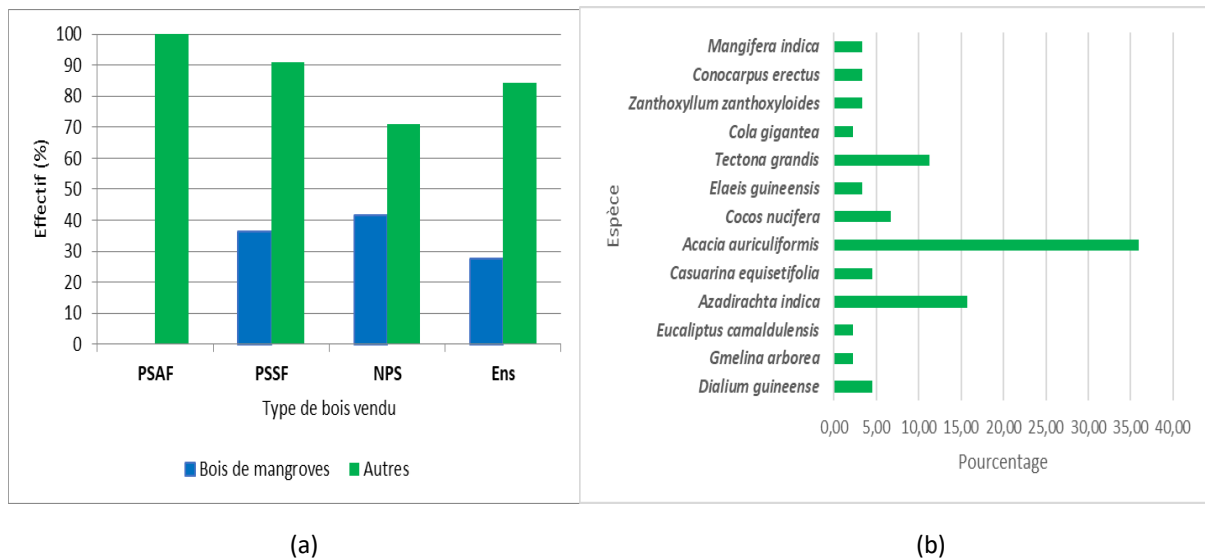


Figure 8 Types de bois vendus (a) et autres espèces (b) dans les zones de mangroves

Légende : PSAF : Production de sel et présence de foyer amélioré, PSSF : Production de sel sans présence de foyer amélioré, NPS : Non production de sel, Ens : Ensemble.

❖ Sources d’approvisionnement et fréquence d’achat du bois dans les zones de mangroves

Les sources d’approvisionnement et les types de coupe de bois pour la production de sel sont présentés sur la Figure 9. Des résultats présents, l’achat est la source d’approvisionnement privilégiée chez les producteurs de sel. Les commerçants de bois s’adonnent plus à la coupe directe dans les zones de production sans foyers et de non production. Quant à la zone de présence du foyer près de 60 % des vendeurs de bois pratiquent l’achat.

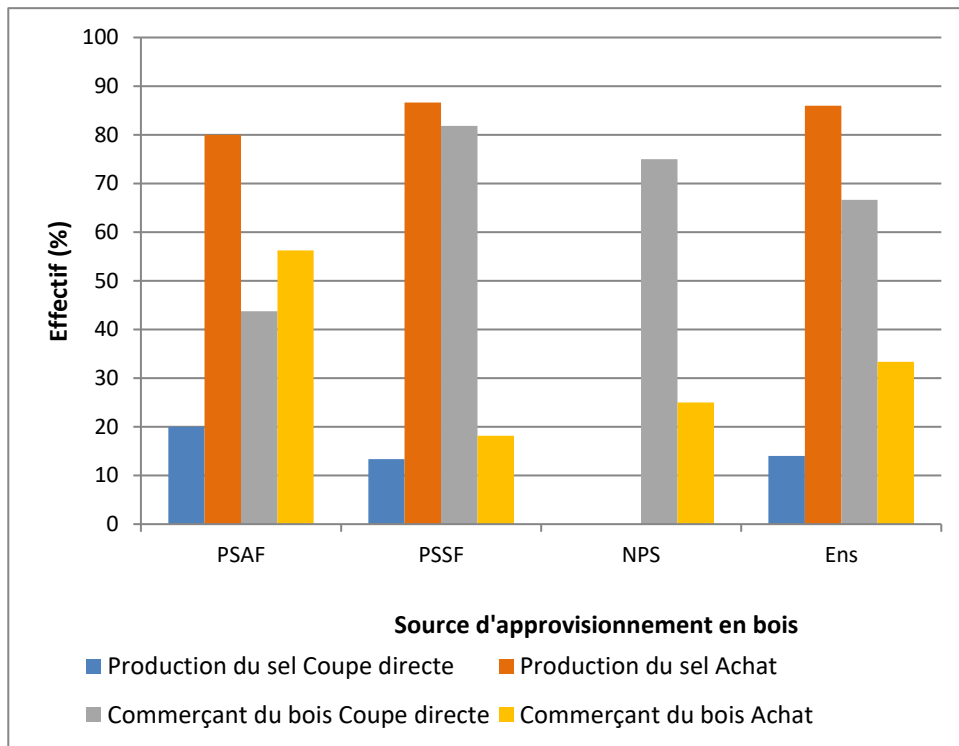


Figure 9 Sources d’approvisionnement en bois pour la production de sel et la vente du bois dans les zones de mangroves

Légende : PSAF : Production de sel et présence de foyer amélioré, PSSF : Production de sel sans présence de foyer amélioré, NPS : Non production de sel, Ens : Ensemble.

L’approvisionnement mensuel en bois pour les producteurs de sel montre que la majorité (60 %) des producteurs de la zone de foyers améliorés, achètent le bois une fois par mois (Figure 10). La fréquence maximale d’approvisionnement en bois est de deux fois par mois chez les producteurs de sel de la zone à foyers améliorés alors que dans la zone sans foyers, les producteurs commandent jusqu’à plus de cinq fois par mois.

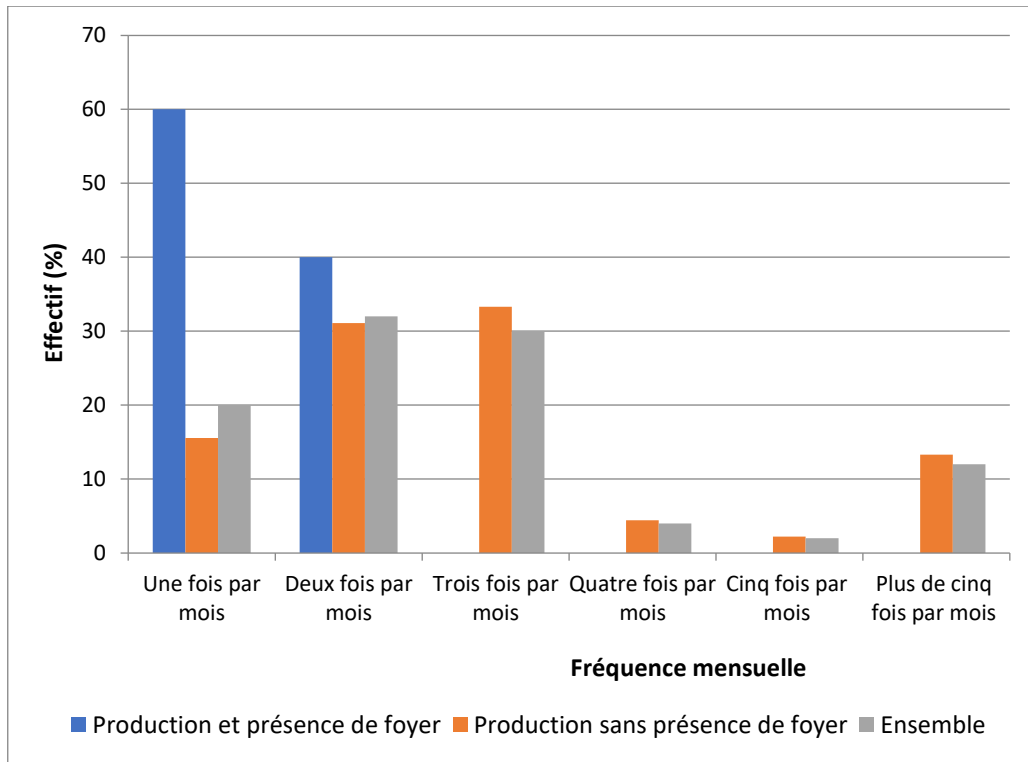


Figure 10 Fréquence mensuelle d’approvisionnement en bois dans les zones de mangroves

❖ Quantités de bois dans la production et revenu des vendeurs de bois

Le Tableau 6 présente les quantités de bois (utilisé et vendu) et le revenu des vendeurs de bois dans les zones de mangroves. Chez les producteurs de sel, il existe une différence statistique significative entre les zones de mangroves, à 1 %. La consommation de bois combustible pour une production de sel dans la zone sans foyers améliorés (31,26 kg) est supérieure de 10kg par rapport à celle de la zone avec présence de foyers améliorés (21,40 kg). Cependant cette quantité double en période de forte production quelle que soit la zone. On remarque que les activités de vente du bois se pratiquent dans la zone de non production du sel, mais en termes de quantité vendu en période de pic de production, il existe une différence significative à 10 % entre les trois milieux. Les vendeurs de bois dans la zone de mangroves avec présence de foyers améliorés ont plus de revenu mensuel moyen 34366 FCFA même si la consommation en bois de production est plus faible dans cette zone.

Tableau 6 Quantité de bois pour la production et revenu des vendeurs de bois dans les zones de mangroves

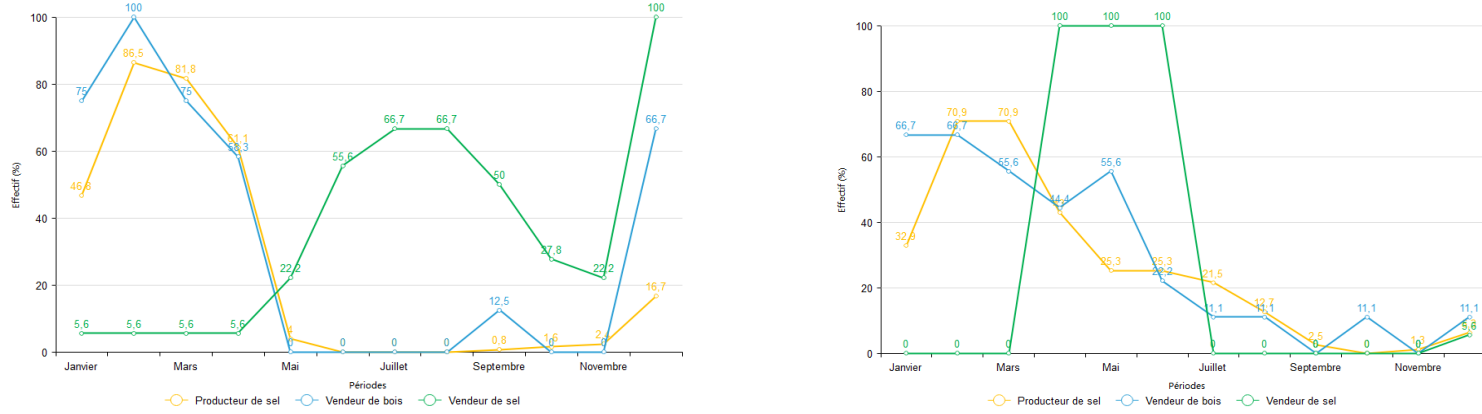
Acteurs et variables		Production et présence de foyer	Production sans présence de foyer	Non production de sel	ANOVA	Ensemble
Producteurs de sel	Quantité de bois utilisé par production (kg)	21,40±14,97	31,26±12,72		12,89***	25,78±14,82
	Quantité de bois utilisé en période de forte production (kg)	48,92±44,88	84,48±45,36		8,75***	64,71±48,33
Vendeurs de bois	Quantité de bois vendu au producteur (kg)	363,21±165,35	250,58±269,32	261,25±227,95	0,73ns	281,30±226,32
	Quantité de bois vendu au producteur en période de forte demande (kg)	1940,11±942,06	2090,30±2476,93	304,39±169,76	3,04*	1513,09±1677,89
	Revenu des vendeurs de bois (FCFA)	34366,3±36065,54	8203,95±6712,62	6475,73±5038,53	2.62**	15598,47±23991,62
	Revenu en période forte demande en bois (FCFA)	253049,1±167768,9	64621,63±73561,09	9553,128±5102,27	2,17ns	119220,3±152148,9

*** p<1 % ; **p<5 % ; *p<10 % et ns non significatif

4.2.3 Périodes de pic des activités des acteurs par zone de mangroves

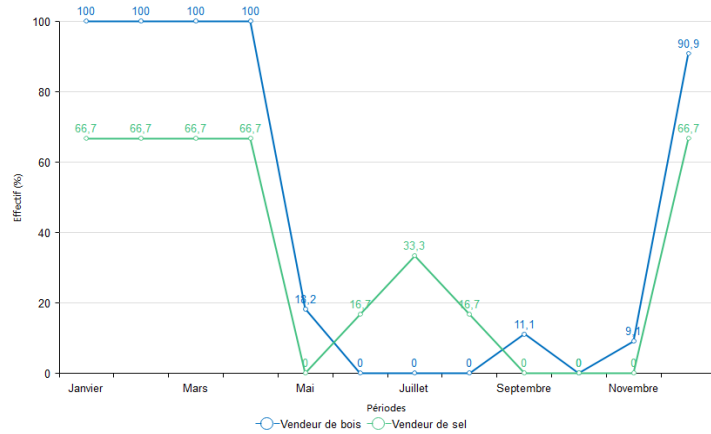
La Figure 11 montre les périodes de pic des activités de production de sel, de commercialisation du sel et de bois dans les zones de mangroves. De cette figure, qu'elle soit en zone de présence ou d'absence de foyers améliorés, la production de sel est plus forte entre janvier et mai. On remarque une corrélation entre la période de pic de la vente du bois pour la production de sel et celle de la production de sel quelle que soit la zone de production ou non considérée. Cette activité est fortement liée à la production de sel. Cependant la commercialisation du sel est plus favorable entre mai et juillet pour la zone sans foyers alors qu'elle s'étend jusqu' en novembre pour la zone avec foyers. Le pic des activités de vente du sel dans la zone de non production coïncide avec les fortes productions des autres zones. Autrement dit une bonne quantité produite entre janvier et mai est revendue dans la zone de non production.

Kadidiatou BA – Université Senghor - 2023



FSAF

PSSF



NPS

Figure 11 Périodes de pic des activités de production, de vente du sel et du bois dans les zones de mangroves

Légende : PSFA : Production de sel et présence de foyers améliorés, PSSF : Production de sel sans présence de foyers améliorés, NPS : Non production de sel.

4.2.4 Perceptions de l'impact des foyers améliorés sur la conservation des mangroves

❖ Utilisation du foyer amélioré

Le temps d'adoption du foyer amélioré dans les zones de mangroves est présenté dans le Tableau 7. Il montre que 25,60 % des producteurs de sel enquêtés ont adopté le foyer amélioré dont la majorité se trouvent dans la zone à foyers améliorés (35,43 %). Il existe une différence d'adoption de 1 % entre les deux zones de production du sel.

Le temps d'adoption est différent de 10 % entre les producteurs de la zone avec foyers et ceux de la zone sans foyers. Ainsi, 26,67 % des producteurs dans la zone avec foyers ont adopté l'initiative depuis l'introduction du projet.

Tableau 7 Temps d'adoption du foyer amélioré dans les zones de mangroves

Variables		Production et présence de foyers	Production sans présence de foyers	Ensemble	Khi Carré
Adoption du foyer amélioré	Oui	45 (35,43%)	8 (10,00%)	53 (25,60%)	16,6673***
	Non	82 (64,57%)	72 (90,00%)	154 (74,40%)	
Temps d'adoption du foyer amélioré	Moins d'un an	33 (73,33%)	8 (100,00%)	41 (77,36%)	2,7577*
	2-3 ans	12 (26,67%)	0 (0,00%)	12 (22,64%)	

***p < 1 % ; *p < 10 %.

❖ Efficacité énergétique et technique du foyer amélioré dans les zones de mangroves

Les perceptions locales sur l'efficacité énergétique et technique du foyer amélioré dans les zones de mangroves sont représentées à la Figure 12. Les producteurs de sel dans les zones de présence de foyers améliorés perçoivent à 80 % et à 60 % une efficacité énergétique et technique. Ils attestent que les foyers améliorés consomment beaucoup moins de combustibles que les foyers traditionnels. Contrairement à la zone avec les foyers, les producteurs ont des perceptions partagées, mais la faible consommation en combustibles est reconnue par la majorité. Cependant, un taux non négligeable (40 %) de la zone des foyers améliorés fait part de difficultés techniques des foyers.

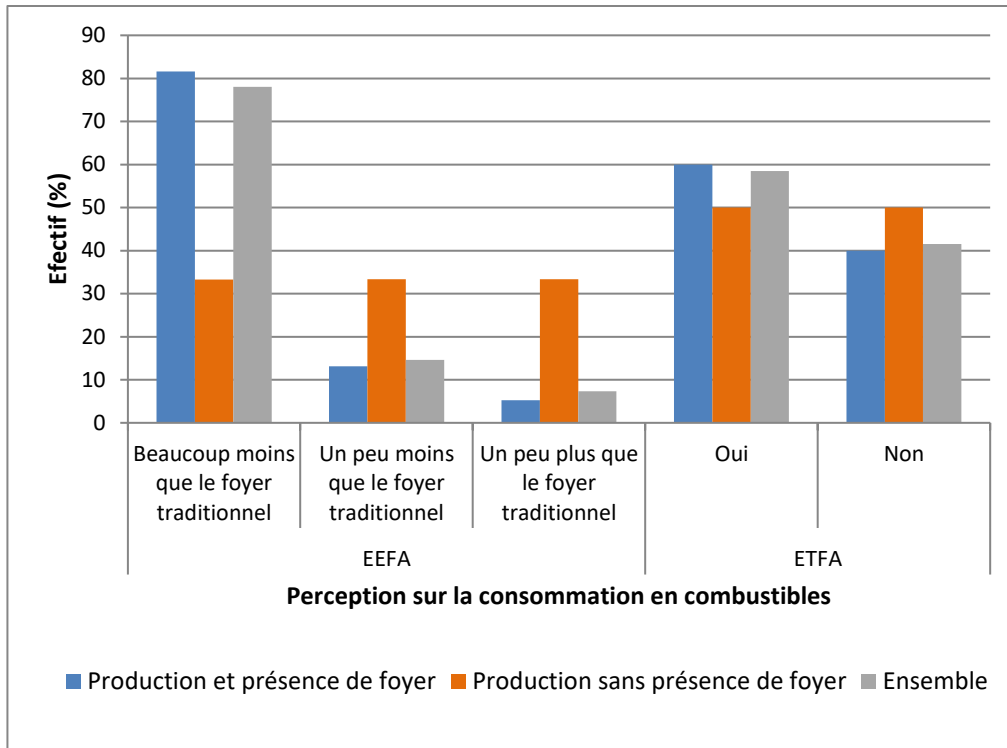


Figure 12 Perceptions des producteurs sur la consommation énergétique et l'efficacité technique des foyers

Légende : EEFA : Efficacité énergétique du foyer amélioré, ETFA : Efficacité technique du foyer amélioré.

❖ Impact du foyer amélioré sur les besoins en bois

L'analyse factorielle rend compte de la perception des vendeurs de bois sur l'impact du foyer amélioré sur les besoins en bois (Figure 13). Les quatre (4) variables et leurs modalités donnent une variabilité ajustée de 46,29 % pour les 3 premiers axes. Le premier plan factoriel restitue 15,95 % de la variance, le deuxième 15,84 % et le troisième 14,50 %.

Sur l'axe 1, les fortes contributions sont celles de l'achat (près de 25 %), la faible diminution du besoin en bois (26 %), et la connaissance du foyer amélioré (12,51 %). Les vendeurs de bois des zones de présence des foyers améliorés achetant du bois perçoivent une moyenne diminution des besoins en bois. Les vendeurs de la zone sans foyers améliorés qui connaissent les foyers observent une faible diminution des besoins en bois.

Sur l'axe 3, les contributions les plus importantes sont celles de la légère diminution du besoin en bois (12 %), la zone de production du sel avec foyer amélioré (près de 13 %), la connaissance du foyer amélioré (presque 11 %) et la zone de non production du sel (environ 22 %). Les vendeurs de bois des zones de production du sel avec foyers améliorés, ayant une connaissance du foyer amélioré, perçoivent une légère diminution du besoin en bois.

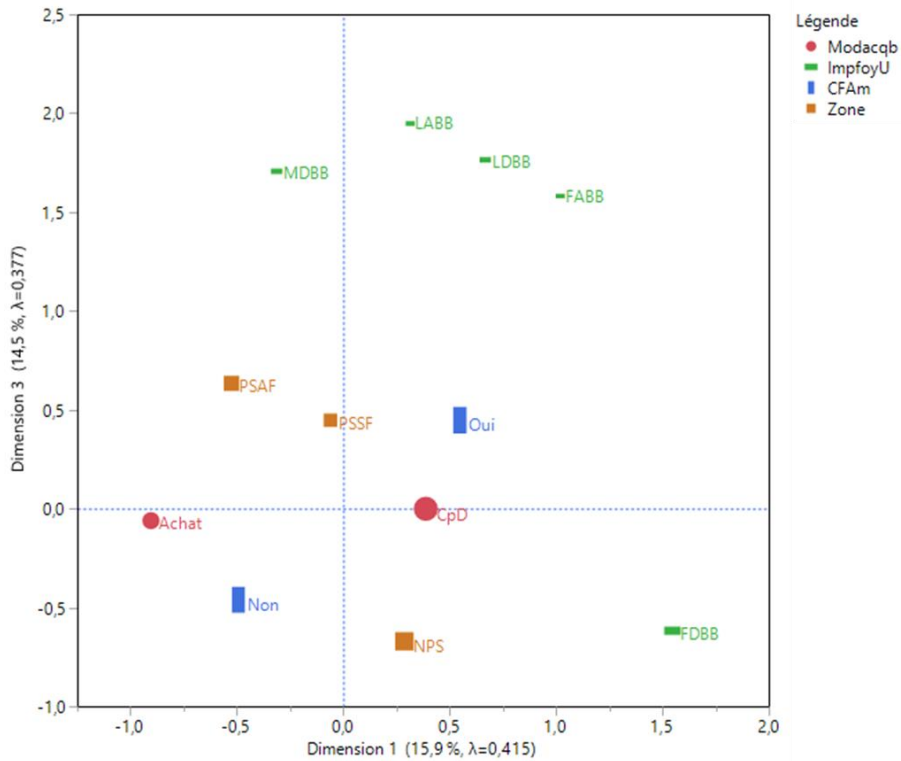


Figure 13 Perceptions des vendeurs de bois sur l'impact des foyers améliorés

Légende : Modacqb (Mode d'acquisition du bois de mangroves) : CpD (Coupe directe du bois) et Achat (Achat du bois) ; ImpfoyU (Impact du foyer amélioré sur les besoins en bois) : MDBB (Moyenne diminution du besoin en bois), LDBB (Légère diminution du besoin en bois), FDBB (Faible diminution du besoin en bois), LABB (Légère augmentation du besoin en bois) et FABB (Forte augmentation du besoin en bois) ; CFAm (Connaissance du foyer amélioré) ; Zone (Zone de mangroves) : PSAF (Zone de production de sel avec présence de foyer amélioré), PSSF (Zone de production de sel sans présence de foyer amélioré) et NPS (Zone de non production du sel).

❖ Impact du foyer amélioré sur la préservation du bois de mangroves

L'Analyse factorielle montre la perception des producteurs de sel sur l'impact du foyer amélioré sur la préservation des bois de mangroves (Figure 14). Les quatre (4) variables et leurs modalités donnent une variabilité ajustée de 55,90 % pour les 3 premiers axes. Le premier plan factoriel restitue 29,52 % de la variance, le deuxième 17,16 % et le troisième 9,22 %.

Sur l'axe 2, les contributions sont celles de la zone de production du sel avec foyer amélioré (près de 7%), la zone de production du sel sans foyer amélioré (environ 15 %), l'utilisation du foyer amélioré (26,82 %) et la préservation des bois de mangroves (26,82%). On remarque

que les producteurs de sel résidents dans les zones de production avec présence de foyers améliorés et l'ayant utilisé perçoivent mieux une préservation des bois des mangroves.

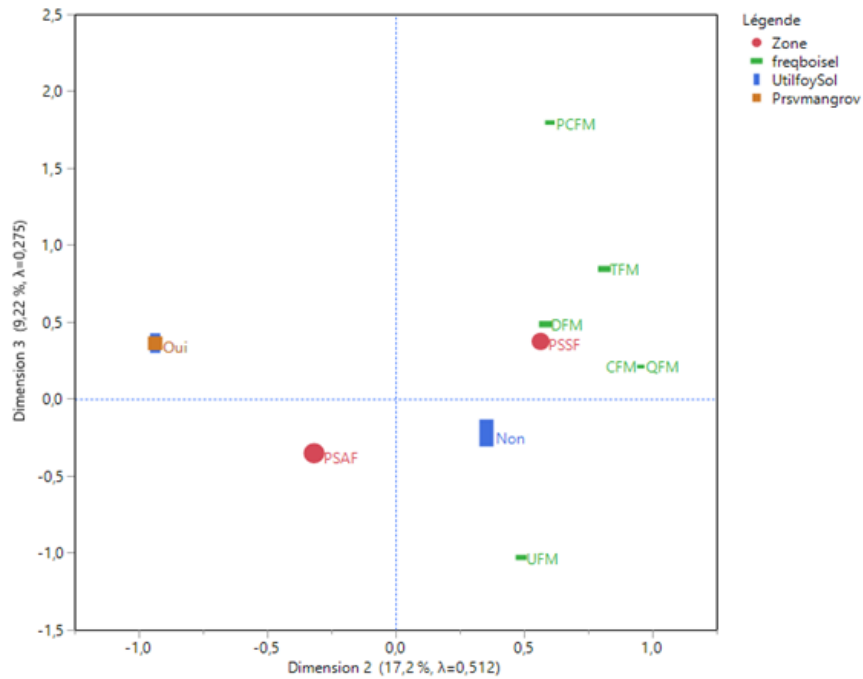


Figure 14 Perceptions des producteurs de sel sur l'impact des foyers améliorés sur la préservation des bois de mangroves

Légende : Zone (Zone de mangroves) : PSAF (Zone de production de sel avec présence de foyer amélioré), PSSF (Zone de production de sel sans présence de foyer amélioré) et NPS (Zone de non production du sel) ; UtilfoylSol (Utilisation du foyer amélioré au moins une fois) ; freqboisel (Fréquence mensuelle de collecte de bois pour la production du sel) : UFM (Une fois par mois), DFM (Deux fois par mois), TFM (Trois fois par mois), QFM (Quatre fois par mois), CFM (Cinq fois par mois) et PCFM (Plus de cinq fois par mois) ; Prsvmangrov (Impact du foyer amélioré sur la préservation des bois des mangroves).

4.3 Analyse des peuplements de mangroves dans les zones de production du sel

L'analyse des résultats de l'inventaire forestier réalisé sur les deux types de peuplements de mangroves considérés montre que, seules les deux principales espèces de mangrove du Bénin (*Rhizophora racemosa* ou palétuvier rouge et *Avicennia germinans* ou palétuvier blanc) ont été recensées avec un total de 2216 individus.

4.3.1 Paramètres écologiques

Les paramètres de la diversité floristique dans les zones de mangroves, avec ou sans présence de foyers améliorés calculés renseignent sur la diversité écologique des milieux. La zone sans foyers améliorés présente une richesse spécifique composée de deux espèces à

savoir *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinas*. Par contre, le site avec foyers améliorés est constitué d'un peuplement monospécifique avec la présence de *Rhizophora racemosa* comme espèce de mangrove. Cet aspect monospécifique de ce site fait que la valeur de l'indice Shannon est nulle ($H=0$). La valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou ($E=0,75$) révèle une répartition équitable des individus entre les espèces sur le site sans foyers. Ainsi, l'analyse comparative entre la zone avec foyers et celle sans foyers, permet de dire que la zone sans foyers est légèrement plus diversifiée.

4.3.2 Les paramètres structuraux

❖ Densité, surface terrière, diamètre moyen et le taux de régénération

Le Tableau 8 présente les caractéristiques structurales des différents peuplements dans les deux zones de mangroves étudiées. Avec le meilleur taux de régénération, la zone sans foyers améliorés présente le moins d'individus à l'hectare (1003,75 individu/ha). Cependant, contrairement à la densité, il a été observé une faible valeur de la surface terrière ($6,82 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) dans la zone avec présence de foyers améliorés. Considérant les valeurs de diamètre moyens, les sites sans présence de foyers améliorés présentent les gros individus avec des valeurs moyennes estimées à 13,54 cm.

Tableau 8 Paramètres structuraux des mangroves inventoriées

Zones	Densité (individu/ha)	Surface terrière (m^2/ha)	Diamètre moyen (cm)	Taux de régénération (%)
PSAF	1766,25	6,82	7,02	107,5
PSSF	1003,75	14,37	13,54	131,25

Légende PSAF : Production de sel et présence de foyer amélioré, PSSF : Production de sel sans présence de foyer amélioré

❖ Distribution par classe de diamètre et de hauteur

La distribution par classe de diamètre (a) et de hauteur (b) montre 5 classes pour chaque paramètre (Figure 15). La distribution des diamètres révèle que les deux zones sont dominées par les jeunes avec une majorité d'individus ayant des diamètres compris entre 1 et 20 cm. Cependant il faut noter que certaines espèces dans les zones sans foyers ont de gros diamètres atteignant 50 cm. La comparaison entre la composition spécifique, montre que ce sont les palétuviers blancs qui ont de gros diamètres.

A la différence des diamètres, les individus les plus hauts (30 m) se trouvent dans les zones avec les foyers améliorés. La comparaison entre les espèces des deux milieux montre que les palétuviers rouges ont une plus grande croissance en hauteur.

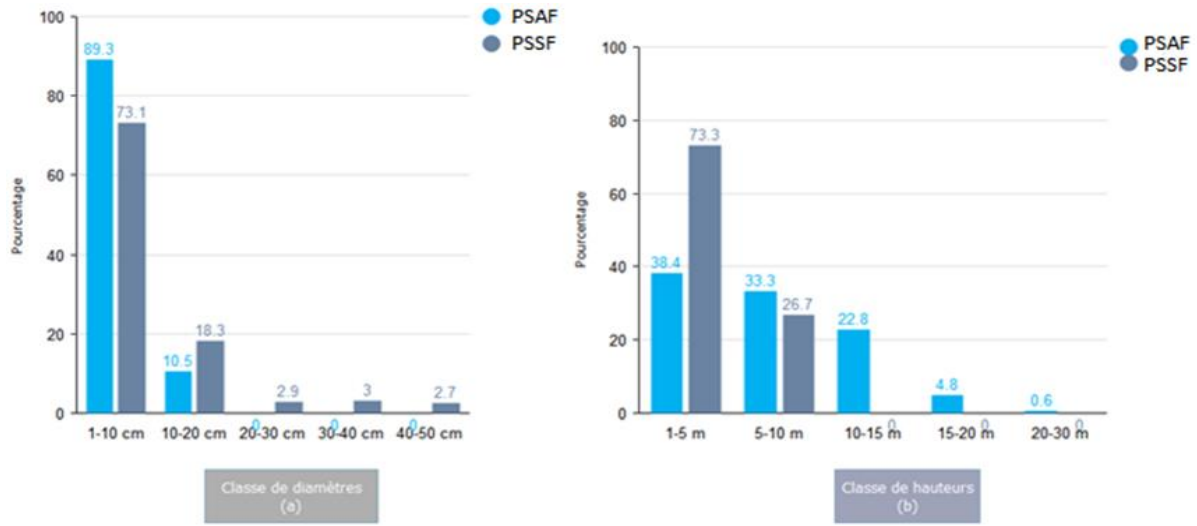


Figure 15 Distribution des classes de diamètre (a) et de hauteur (b) des espèces dans les zones ciblées

Légende : PSAF : Production de sel et présence de foyer amélioré, PSSF : Production de sel sans présence de foyer amélioré

4.3.3 Indice de perturbation

Les taux d'exploitation calculés sont de 41,97 % pour la zone avec les foyers améliorés et de 78,88 % pour la zone sans foyers améliorés. On remarque qu'il y'a moins d'exploitation des peuplements de mangroves dans la zone de présence de foyers améliorés. Le fort taux de perturbation de la zone sans foyers, indique une utilisation intensive des ressources en bois de mangroves de cette zone. Cette grande différence d'exploitation entre les zones, montre la forte baisse des pressions anthropiques sur les mangroves des zones avec foyers améliorés.



(a)

(b)

Photo 4 Exploitation des palétuviers rouges dans les zones sans foyers (a) et avec foyers (b)

5 Discussion

5.1 Changements spatio temporels d'occupation du sol entre 2005 et 2023

L'étude de la dynamique paysagère permet de montrer les modifications dans le temps des aires de distribution des entités. L'analyse des données d'occupation du sol issues des images satellitaires Spot 5 de 2005 et 2015 et Sentinel 2A de 2023 a révélé 9 classes d'occupation caractéristique du milieu d'étude. Les tendances évolutives de 2005-2015 et 2015-2023 montrent une progression des habitations et des plantations. Elle s'effectue au détriment des cultures et jachères. Dans la partie sud-est correspondant à la commune d'Abomey Calavi du milieu d'étude, cette régression s'explique du fait de l'explosion démographique et de l'urbanisation. Ce constat qui semble contradictoire aux résultats de plusieurs études révélant l'augmentation des formations anthropisées comme les zones de cultures a tout son sens étant donné que la partie concernée est située dans les villes les plus peuplées au Sud du Bénin. Cette augmentation de la population corrélée avec l'expansion des zones agricoles est apparue dans les résultats de l'étude de la dynamique au tour du Parc National du W, où les champs et jachères ont augmenté 10 fois dans la période de 1972 à 2008 (Avakoudjo *et al.*, 2014). L'expansion urbaine s'accompagne de modifications des formations naturelles, le milieu est marqué par une régression des savanes entre 2005 et 2015. Elle est conforme aux modifications d'occupations des formations savaniques trouvées par plusieurs auteurs (Mama *et al.*, 2013; Toyi *et al.*, 2013; Avakoudjo *et al.*, 2014). Aussi dans la RBTM, Adjonou *et al.* (2019) révèlent que plus de 20000 ha de savane sont converties en zones habitées et sols nus entre 2000 et 2015. Cela confirme les changements observés dans notre milieu d'étude qui intègre une partie de la RBTM.

Les mangroves situées en majorité dans la partie sud de la zone, sont restées relativement stables pendant la période de 2005 et 2023. Cependant il faut noter une légère apparition de mangroves dans la période de 2015 et 2023. Bien que faible cette apparition peut être due aux actions combinées de reboisement, des initiatives de foyers améliorés pour la saliculture, l'apparition d'alternatives énergétiques (coques et nervures de coco) et le durcissement des règles juridiques en 2016 (Padonou *et al.*, 2021). En effet, entre 2015 et 2023 plusieurs actions de reboisement des mangroves ont été entreprises selon les avis des chargés de projets des ONG ActionPlus et EcoBénin interviewés. Aussi, une croissance des plantations d'essences forestières pour les besoins en bois et des projets de restauration pour compensations des dommages environnementaux (Sogea Satom) sont notés. D'ailleurs, les observations durant les enquêtes de terrain, vont dans le même sens que les résultats des entretiens. La constance relative de la tâche de mangrove durant la période de 2005-2015 étudiée est différente des observations de certaines recherches. Orekan *et al.* (2019) trouvent une perte de 17,18 % de la superficie des mangroves du littoral béninois entre 2005

et 2015, alors que, Padonou *et al.* (2021); Zanvo *et al.* (2022) ont respectivement une augmentation de 1% (2005 -2015) et 18,84 % (2001-2019) de leur distribution. Cette différence pourrait s'expliquer par la méthodologie et la portée de l'étude. La première étude prend en compte toute la zone du littoral et les autres effectuées sur notre zone d'étude ont utilisées des images Landsat dont la résolution est de 30m. Cependant, une stabilité générale ne signifie pas une absence de modifications spécifiques. En général, elle soutend toujours des changements au niveau local (Okanga-Guay *et al.*, 2019). Malgré la diversité des résultats, ils se situent toujours dans les sillages de suivi des cycles de changements des mangroves pour le maintien de leurs avantages. Ces écosystèmes importants pour les divers services écosystémiques, sont souvent marqués par des événements de disparition, de constance et de d'apparition. Au niveau des côtes ouest africaines, les mangroves entre le Sénégal et la Guinée Bissau connaissent une expansion de 2 % entre 1970 et 2015 qui résultent de pertes compensées par de fortes régénérations (Andrieu, 2018). Ces mêmes observations sont faites par Dieng *et al.* (2022) à Saint-Louis au Sénégal, ces écosystèmes présentent les différents scénarii de la dynamique avec une dominance des superficies restées constantes entre 1980 et 2021. Une dynamique d'occupation contrastée caractérise les mangroves de la zone ouest de Madagascar ces dernières décennies (Andriatsiaronandroy Onjanamboara *et al.*, 2017; Ranaivojaona & Ranarijaona, 2022). Toutes ces recherches confirment l'importance des études de la dynamique paysagère des mangroves pour mieux comprendre les phénomènes et planifier des modes de gestion.

Il est à noter que les observations au niveau de la dynamique générale du milieu d'étude sont semblables à celles de la zone de présence de foyers améliorés, ainsi l'hypothèse selon laquelle la mangrove de la zone des foyers de production du sel présente une tendance progressive est rejetée.

5.2 Perceptions de l'impact des foyers améliorés de production du sel sur la conservation des mangroves du site d'étude

Les perceptions sont recueillies sur la base des enquêtes effectuées auprès des acteurs de production et de commercialisation du sel et du bois dans les différentes localités de mangroves ciblées du site Ramsar 1017.

Dans les zones de mangroves, les communautés dépendent de ses ressources pour satisfaire leurs besoins et mener des activités génératrices de revenus comme la production de sel, sa commercialisation ainsi que la vente du bois-énergie. La production de sel est une pratique importante des localités de la zone des mangroves du site Ramsar 1017. Elle fait partie des activités identifiées par plusieurs recherches sur la zone (Teka *et al.*, 2019; Gnansounou *et al.*, 2021).

Les résultats ont révélé que la quantité de sel produite dans les zones de foyers améliorés est plus grande que dans la zone sans foyers. Cependant cette zone est la plus importante en termes d'exploitation du sel contrairement aux autres, car située dans les marais salants. En effet, la commune de Ouidah abrite Djègbadji qui est le site de la forte production de sel au Sud du Bénin (Houngnibo, 2021; Padonou *et al.*, 2022a). Aussi, l'adoption de foyers améliorés par certains producteurs pourrait expliquer la différence en termes de quantité et de fréquence de production.

Consommatrice d'énergie pour la cuisson de la saumure, le principal combustible utilisé est le bois. Pour cette raison, Yo *et al.* (2018), ont montré que la production de sel nécessite un volume important de bois de mangroves (environ 15.000m³). Les résultats de l'étude concernant l'utilisation du bois comme combustible corroborent. Cependant pour le type de bois, les mangroves sont utilisées principalement dans la zone sans présence de foyers améliorés. Dans la zone de présence du foyer, les bois des autres essences forestières ainsi que les coques de coco sont les combustibles de cuisson de la saumure. La quantité de bois lors d'une production varie de 0,021 m³ (zone avec foyer) à 0,031 m³ (zone sans foyer). Elle diffère du volume trouvé par Padonou *et al.* (2022a) lors des expérimentations effectuées pour évaluer les déterminants de l'abandon des premiers foyers améliorés. Le volume utilisé était de 0,09 m³ sur le foyer traditionnel, cette différence peut s'expliquer du fait de la baisse des besoins en bois d'une part et de l'utilisation d'une seule espèce lors de l'expérimentation d'autre part. Actuellement, la production de sel au niveau de la zone intègre d'autres sources alternatives d'énergie comme les branches de palmier, les coques de coco et les noix de palme. De plus la présence du foyer amélioré a joué un rôle dans la baisse compte tenu de son adoption par un certain nombre. Bien que différent, ce volume de bois est non négligeable en raison de la fréquence de production par jour et l'usage de palétuviers dans la zone non bénéficiaire de foyers.



Photo 5 Bois de mangroves collectées pour la production du sel à Avlo

Acacia auriculiformis, *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Tectona grandis* et *Azadirachta indica* sont les espèces prisées des producteurs de sel pour le bois de cuisson. Des études ont montré l'importance de ces espèces pour les utilisations comme bois-énergie (Hadonou-

Yovo *et al.*, 2019a). En dehors des usages médicinales, les espèces végétales constituent les sources principales d'énergies pour les populations locales (Lougbeignon *et al.*, 2011). Au tour de la Réserve de biosphère de la Pendjari, Sabi *et al.* (2017) trouvent que le bois de chauffe est parmi les services écosystémiques les plus importants pour les populations.

La saliculture est une activité économique, impliquant plusieurs acteurs comme les vendeurs de bois et commerçants du sel, elle génère des revenus et permet à tous les acteurs du circuit de satisfaire leurs besoins (Teka *et al.*, 2019). Dans le site Ramsar 1017, les acteurs de commercialisation du sel et du bois résidents dans la zone de présence de foyers améliorés ont plus de marge bénéficiaire et gagnent respectivement 35087,5 FCFA et 34366,3 FCFA. Ces activités sont fortement liées à la production de sel qui se pratique de manière saisonnière de janvier à avril, ainsi, la zone de Ouidah offre plus d'avantages d'autant plus qu'elle demeure le site de la grande production de sel. Ainsi, les revendeurs de bois et de sel vont voir leur commerce fructifier. La demande en bois est plus forte pendant cette période, et pour la commercialisation du sel c'est la période de faire le stock pour le revendre au moment opportun. Les résultats de cette étude ont révélé que les périodes de pic de production et de vente du bois coïncident avec la saison sèche et s'étend de février à avril. Cette période est propice à la saliculture, car pendant la saison pluvieuse les sites sont inondés. Elle est dans la période mentionnée par Mani *et al.* (2012) dans leur étude sur la production communautaire de sel solaire en Inde. Le contexte étant différent, il est important de constater que les périodes sont similaires.

L'usage de foyers améliorés concerne 25,60 % de l'ensemble des producteurs enquêtés avec une dominance (35,43 %) dans le milieu d'introduction du projet. Ce taux d'utilisation est dû au faible taux de pénétration de foyers améliorés (un foyer par localité) selon la plupart des répondants ainsi qu'à la distance de certains sites de production par rapport au site d'implantation du foyer. Aussi, l'adoption de technologies dans les pays en développement dépend de plusieurs facteurs socio-économiques (Otte, 2013). Comparé aux autres types de foyers qui ont été introduits et abandonnés par les producteurs du milieu, ce type de foyer amélioré est une alternative appréciée par plusieurs cibles. D'ailleurs, dans la zone de son introduction, les utilisateurs affirment l'efficacité énergétique et technique du foyer même si les avis sont partagés entre les producteurs des zones sans foyers améliorés. Ce foyer utilisant l'énergie solaire et les noix de palme comme combustible permet de réduire les pressions sur les forêts.

Dans la zone d'étude, les acteurs de production et de commercialisation du bois perçoivent une baisse des besoins en bois ainsi que la conservation des mangroves. Ainsi, ce résultat montre un impact positif des foyers de production de sel dans la conservation. Les impacts environnementaux et socio-économiques des foyers qu'ils soient hybrides, solaires ou utilisant le bois ont été démontrés par plusieurs études. Du point de vue social, les foyers ont permis une réduction du temps de travail. Tel que mentionné par Padonou *et al.* (2022d),

la collecte du bois et la cuisine prennent environ une journée chez les femmes. La durée minimale de recherche de combustibles est de 3,5h (Padonou *et al.*, 2022d). Selon les mêmes, auteurs cette activité gagnerait de 5h avec les foyers solaires. Aussi, les foyers améliorés contribuent à l'amélioration des niveaux de vie des ménages. Les foyers améliorent 6,6% le revenu et font gagner 9 USD aux ménages (Herez *et al.*, 2018; Neema Ciza *et al.*, 2019). Leurs résultats ne se limitent pas seulement aux foyers dans les ménages mais aussi dans les activités économiques. Dans la restauration, les cuiseurs solaires font un gain de 900 USD mensuel (Herez *et al.*, 2018). Les foyers améliorés permettent une meilleure préservation de l'environnement en réduisant la déforestation et les pollutions de l'air. Joubert & Begovic, (2012), mentionnent que 60 % de bois et 1,2 teqCO₂ d'émissions sont évités avec l'utilisation de foyers améliorés au Niger. De manière générale toutes ces études basées sur des expérimentations ont confirmé l'impact socio-économique et environnemental de ces technologies.

Sur la base des perceptions des acteurs impliqués dans la production de sel ainsi que les entretiens avec les organisations environnementaux, nous pouvons dire que les foyers introduits pour la production de sel ont un impact positif dans la conservation des écosystèmes de mangroves. Ainsi, notre hypothèse est confirmée.

5.3 Effet des foyers améliorés sur les peuplements de mangroves dans les sites ciblés

Les relevés effectués dans les mangroves des zones de production de sel avec ou sans présence de foyers améliorés ont donné deux espèces que sont *Avicennia germinans* et *Rhizophora racemosa* appartenant à deux familles différentes. Elles sont des espèces indicatrices des mangroves et appartiennent aux espèces de mangroves africaines (Ajonina *et al.*, 2018). Elles dominent au niveau des côtes béninoises (Orekan *et al.*, 2019).

L'analyse de la richesse floristique entre les deux zones, montre une faible diversification des peuplements étudiés. Cependant, la zone sans foyer est plus diversifiée en termes d'espèces de palétuviers rencontrés. La faible diversification pourrait s'expliquer du fait que les exigences du milieu de vie ne sont pas favorables à d'autres espèces (Hadonou-Yovo *et al.*, 2019b). Il faut savoir que ces espèces ont développées des adaptations leur permettant de vivre dans ces endroits spécifiques que sont les zones humides. La dominance du palétuvier rouge (*Rhizophora racemosa*) au niveau de la zone de présence du foyer amélioré pourrait indiquer l'état de conservation de la zone (Fousseni *et al.*, 2017). Les observations sur le terrain lors des enquêtes et inventaires confirment qu'il y'a plus de fermeture des peuplements de cette zone empêchant la navigation fluviale à certains endroits.

Les indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou calculés sont respectivement de 0 pour les zones avec présence de foyers et de 0,747 bits et 0,75 dans la seconde zone. Ces valeurs proches de 0 traduisent l'homogénéité de la zone avec les foyers et la dominance spécifique de *Rhizophora racemosa*. Alors que dans la zone sans foyers, il y'a une équitabilité de la

répartition spécifique. Ces résultats diffèrent de ceux de Achoh *et al.* (2018) au niveau de Djègbadji et Adounko situés dans notre milieu d'étude. Elle est due à la différence des méthodes d'inventaires utilisées. Dans cette étude la superficie des placeaux est plus grande par site (900m²) et la richesse spécifique est plus grande (23 espèces). Dans la même zone d'étude, Zanvo *et al.* (2021) ont trouvés un indice de Pielou dans les milieux de fortes exploitations similaire au milieu sans foyers. Il faut noter que cette zone présente un fort taux d'exploitation 78,88 % indiquant son niveau de perturbation.

Les densités respectives sont de 1766,25 individus/ha dans la zone avec foyers améliorés et 1003,75 individus/ha dans la zone sans foyers améliorés. Dans le milieu sans foyers améliorés, le résultat s'explique de par la fréquence des perturbations anthropiques qui réduit le nombre d'individus. Dans cette zone, les alternatives énergétiques sont rares du fait de l'isolement des lieux et d'absence d'essences forestières pouvant satisfaire aux besoins en énergie pour les activités de production de sel et ménagère. De plus, la grosseur des diamètres des individus dans ce milieu indique qu'il y'a plus d'adultes qui est un facteur de vulnérabilité.

Les caractéristiques de la distribution en classes de diamètre et de hauteur montrent que les individus de palétuviers rouges de la zone du foyer sont plus jeunes à 90 % et plus hauts. Ils diffèrent des observations de Okanga-Guay *et al.* (2019) sur les mangroves du Gabon. Dans cette étude, l'analyse comparative des hauteurs selon les espèces démontre que les palétuviers blancs sont plus hauts que les palétuviers rouges du milieu. Autrement dit dans cette zone du Gabon, *Avicennia germinans* est plus haut que *Rhizophora racemosa*. Néanmoins, les Rhizophoraceae représentés par *Rhizophora harrisonii* ont plus de hauteur dans cette zone.

L'analyse de la flore dans les différentes localités de production du sel effectué a permis de comparer les peuplements de mangroves dans les milieux de présence et d'absence du foyer. Les mangroves de la zone de production de sel sans présence de foyers sont plus exploitées, ceci est lié à l'absence d'alternatives à l'utilisation du bois pour les besoins des communautés dépendantes de ces ressources. Ainsi, la fermeture des peuplements situés dans la zone des foyers améliorés et les résultats des paramètres étudiés montrent l'impact positif des initiatives de restauration passives des mangroves telles que les foyers améliorés. De ces résultats, l'hypothèse d'une meilleure conservation des structures de mangroves de la zone d'implantation de foyers améliorés est confirmée.

5.4 Méthodologie

5.4.1 Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol

L'étude de la dynamique paysagère est une technique de suivi et d'analyse des changements intervenus dans la période. Les images satellitaires permettent de suivre ces changements. Cependant, cette étude s'est basée d'une part sur les résultats d'occupations réalisées dans la période d'intérêt à l'aide de l'imagerie satellitaire SPOT et d'images sentinelles d'autre part. Cette méthode a permis certes d'évaluer les modifications paysagères mais, elle ne donne pas de précision nette sur les mangroves couvrant une faible proportion. Ainsi, il serait beaucoup plus intéressant d'axer les études sur les mangroves afin d'avoir plus de précision sur l'impact des foyers améliorés de production de sel sur ces écosystèmes. La durée d'introduction du projet étant faible (trois ans) pour percevoir des changements à l'aide d'images satellites d'une telle résolution. Il est important d'étudier cette dynamique avec des images à résolution plus fine comme celles des photographies aériennes ou de drones.

5.4.2 Perceptions locales sur l'impact des foyers améliorés de production du sel

La méthode d'enquête utilisée a permis d'obtenir des résultats sur les perceptions. Cependant étant donné qu'elle se base sur les expériences des personnes enquêtées, elle intègre des biais (Hadonou-Yovo *et al.*, 2019a) du moment que la réponse peut être subjective. Bien que présentant des limites, cette méthode est utilisée dans les études visant à connaître des perceptions locales sur divers problématiques et donne de bons résultats (Gnangle *et al.*, 2012; Sambiéni *et al.*, 2015; Adomou *et al.*, 2017; Diedhiou *et al.*, 2021; Gnansounou *et al.*, 2021).

En plus du biais lié à la traduction de certaines informations, l'étude est effectuée pendant la période de non production de sel, du coup les observations pour confronter les résultats quant à l'utilisation du foyer ne sont pas intégrées. Ainsi, pour une prochaine étude, il faudrait tenir compte de la période des activités.

5.4.3 Analyse des peuplements de mangroves dans les zones ciblées

L'analyse des paramètres dendrométriques et de la diversité des peuplements de mangroves dans le milieu ont été basées sur un choix de présence ou non de foyers dans les localités de production de sel. Elle a permis d'obtenir des données d'analyse et la comparaison des deux sites. Néanmoins, elle présente certaines limites, inspirée de la méthode d'inventaire de caractérisation des mangroves dans deux zones d'exploitation différente de Zanvo *et al.* (2021), mais le nombre de transect et de placettes a été réduit entraînant une perte d'informations. De plus, la mission d'inventaire est effectuée pendant la période de crue qui

peut influencer certains résultats d'identification des régénérations et souches. Ceci étant la répétition des mesures dans chaque site et la représentativité de l'échantillon sont respectées. Le taux de sondage des sites, répond au principe de Pareto d'application d'un taux de 20 % (Sanders, 1987). Cependant pour avoir une meilleure précision sur l'évaluation des impacts de l'utilisation du foyer de production du sel, un suivi de la végétation sur des placettes permanentes devrait être envisagée ainsi qu'un inventaire sur un échantillon beaucoup plus large pour les futures recherches.

6 Conclusion

L'analyse des changements spatio-temporels d'occupation du sol de la partie sud du site Ramsar 1017 a révélé que les mangroves de cette zone sont restées relativement stables entre 2005 et 2023. La régression des cultures et jachères ainsi que l'anthropisation du paysage par l'urbanisation sont les dynamiques les plus marquantes.

L'évaluation des perceptions des acteurs de production du sel sur l'impact des foyers améliorés a montré un taux d'adoption de 25,60 %. Ces utilisateurs perçoivent une baisse des besoins en bois pour la production de sel ainsi qu'une conservation des mangroves dans la mesure où les foyers utilisent des combustibles alternatifs aux bois de mangroves.

Les valeurs écologiques indiquent la faible diversification des espèces de mangroves dans la zone. La composition floristique des mangroves du milieu est dominée par le *Rhizophora racemosa* et l'*Avicennia germinans*. Elles présentent des caractéristiques structurales différentes. Les palétuviers rouges plus hauts, dominant dans le milieu des foyers améliorés tandis que les palétuviers blancs sont représentés dans la zone sans foyers de production du sel. Les paramètres dendrométriques calculés montrent une dissemblance des zones de production du sel avec présence de foyers des zones de non présence. Ils révèlent une forte densité et une baisse des actions anthropiques qui se traduit par une meilleure conservation des espèces dans la zone d'implantation des foyers améliorés.

La durée d'adoption du foyer dans le site étant faible, il est difficile d'évaluer leurs impacts d'où la nécessité de mener des recherches approfondies pour mieux comprendre les facteurs d'adoption de ces technologies qui prennent du temps. D'ailleurs 40 % des enquêtés de la zone d'implantation des foyers ne sont pas satisfaits des aspects techniques d'où l'intérêt de continuer les recherches dans ce sens. Ainsi, des pistes de recherches et de recommandations sont proposées :

- Élargir l'évaluation de l'impact des foyers sur toute la zone du projet pendant la saison de production ;
- Faire un suivi d'utilisation des foyers dans les localités ;
- Étudier d'autres alternatives de combustibles plus accessibles aux populations compte tenu de la rareté des coques de noix de palme dans la zone du projet ;
- Suivre les peuplements de mangroves par l'installation de placettes permanentes ;
- Étudier les possibilités d'implantation des foyers dans les zones de production de sel à Grand-Popo ;
- En dehors de la production de sel, la consommation de bois par les ménages affecte certaines zones de mangroves, il serait intéressant d'étudier les possibilités d'alternatives pour les ménages afin de permettre une bonne conservation de ces écosystèmes.

7 Références bibliographiques

- Achoh, M. E., Vodougnon, M., Akotossode, C., & Hyppolite, A. (2018). *Etat des ressources naturelles de Djègbadji et de Adounko (site Ramsar 1017) au Sud-Ouest Benin (Afrique de l'Ouest) dans le contexte actuel de changement climatique Current state of the natural resources of Djègbadji and Adounko (site Ramsar 1017) in South-West Benin (West Africa) in the climatic change context.*
- Adanguidi, J., Padonou, E. A., Zannou, A., Houngbo, S. B., Saliou, I. O., & Agbahoungba, S. (2020). *Fuelwood consumption and supply strategies in mangrove forests-Insights from RAMSAR sites in Benin.* *Forest Policy and Economics*, 116, 102192.
- Adjonou, K., Bindaoudou, I. A.-K., Idohou, R., Salako, V., Glele-Kakaï, R., & Kokou, K. (2019). *Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015.* Conférence OSFACO: Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique.
- Adomou, C. A., Dassou, H. G., Houenon, G. H. A., Alladayè, A., & Yedomonhan, H. (2017). *Comprendre les besoins en ressources végétales des populations riveraines pour une gestion durable de la forêt Bahazoun au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest).* *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5), 2040-2057.
- Ainsworth, D. (2022). *Nations Adopt Four Goals, 23 Targets for 2030 In Landmark UN Biodiversity Agreement.*
- Ajonina, G., Aya, F., Diame, A., Armah, A., Camara, S., Amegankpoe, C., & Zabbey, N. (2016). *Overview of experience of mangrove reforestation in West and Central Africa.*
- Ajonina, G., Diame, A., & Kairo, J. G. (2018). *Current status and conservation of mangroves in Africa : An overview.*
- Amoussou, E. (2005). *Systèmes traditionnels endogènes de gestion durable du lac Ahémé au Bénin (Afrique de l'ouest).* *Liaison Energie Francophonie (LEF)*, 9-16.
- Andriatsiaronandroy Onjanamboara, R., Taïbi, A. N., Davranche, A., Ballouche, A., & Rejo-Fienena, F. (2017). *Dynamique de la mangrove de la région du Sud-ouest de Madagascar face aux actions anthropiques et au changement climatique. L'exemple des formations à palétuviers.* *Territoires d'Afrique*, 9, 41-52.
- Andrieu, J. (2018). *Land cover changes on the West-African coastline from the Saloum Delta (Senegal) to Rio Geba (Guinea-Bissau) between 1979 and 2015.* *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 314-325. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1432295>
- Avakoudjo, J., Mama, A., Toko, I., Kindomihou, V., & Sinsin, B. (2014). *Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du*

- Bénin*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8(6), Article 6. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.22>
- Ayeko, R. E. D. (2020). *Impact de l'anthropisation sur la stabilité écologique des inselbergs de la zone Soudano-Guinéenne du Bénin*. Université d'Abomey-Calavi.
- Cintron, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (1984). *Methods for studying mangrove structure*. *Methods for studying mangrove structure*, 8, 91-113.
- COP15. (2022). *COP15 : Nations Adopt Four Goals, 23 Targets for 2030 In Landmark UN Biodiversity Agreement*. Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/article/cop15-cbd-press-release-final-19dec2022>
- Dănescu, A., Albrecht, A. T., & Bauhus, J. (2016). *Structural diversity promotes productivity of mixed, uneven-aged forests in southwestern Germany*. *Oecologia*, 182(2), 319-333. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3623-4>
- Das, S., & Angadi, D. P. (2021a). *Assessment of urban sprawl using landscape metrics and Shannon's entropy model approach in town level of Barrackpore sub-divisional region, India*. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(2), 1071-1095. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00990-9>
- De Souza, S. (2008). *Flore du Bénin. Tome 3. Noms des plantes dans les langues nationales Béninoises* (Imprimerie Tundé).
- Diedhiou, A., Sambou, A., & Sarr, S. M. (2021). *Perception des populations sur les services écosystémiques des aires protégées : Cas de l'Aire Marine Protégée d'Abéné, Sénégal*. *Rev Ecosystèmes et Paysages*, 01(01), 73-84.
- Dieng, D., Sow, M., Sow, E. H., & Ba, T. (2022). *Dynamique Spatio-temporelle de la Mangrove du bas Delta du Fleuve Sénégal de 1980 à 2021 : Approche par Télédétection et Système d'Information Géographique*. *ESI Preprints*, 11, 117-117. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2022.p117>
- Diéye, E. H. B., Sané, T., Solly, B., Ba, B. D., Ndour, N., Sy, O., Thior, M., Mendy, V., Tall, E. H. S. B., Mering, C., & Diaw, A. T. (2022). *Dynamique de la mangrove et perceptions locales dans le Département d'Oussouye (Basse-Casamance, Sénégal) entre 1972 et 2018*. *Tropicultura*. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.2016>
- Din, N., & Blasco, F. (2003). *Gestion durable des mangroves sous pression démographique et paupérisation*. <https://www.fao.org/3/XII/0394-B2.htm>
- Djedi, T. (2021). *Effet de la diversité générationnelle sur le besoin en espaces verts. L'indice de Shannon outil de lecture, de mesure et d'évaluation*. *urbe*. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13, e20200037.

- FAO (Éd.). (2007). *The world's mangroves, 1980-2005 : A thematic study in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005*. FAO.
- FAO. (2020). *Valuation of marine and estuarine coastal ecosystem services in the Canary Current large marine ecosystem region / Évaluation des services écosystémiques marins côtiers et estuariens dans la région du grand écosystème marin du courant des Canaries*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8342b>
- FAO. (2021). *Évaluation des ressources forestières mondiales 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825fr>
- Fousseni, F., Andrianamenoso, R. M., Kperkouma, W., Agbelessessi, W. Y., Madjouma, K., Hodabalo, P., Aniko, P.-A., Komlan, B., & Koffi, A. (2017). *Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo*. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 17 numéro 3, Article Volume 17 numéro 3. <https://doi.org/10.4000/vertigo.18791>
- Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., Lucas, R., Primavera, J., Rajkaran, A., & Shi, S. (2019). *The State of the World's Mangrove Forests : Past, Present, and Future*. Annual Review of Environment and Resources, 44(1), 89-115. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>
- Gnangle, P. C., Egah, J., Baco, M. N., Gbemavo, C., Kakaï, R. G., & Sokpon, N. (2012). *Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.13>
- Gnansounou, S. C., Toyi, M., Salako, K. V., Ahossou, D. O., Akpona, T. J. D., Gbedomon, R. C., Assogbadjo, A. E., & Glèlè Kakaï, R. (2021). *Local uses of mangroves and perceived impacts of their degradation in Grand-Popo municipality, a hotspot of mangroves in Benin, West Africa*. Trees, Forests and People, 4, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100080>
- Hadonou-Yovo, A., Houessou, L., Lougbegnon, T., Adebì, Y., Sanni Sinasson, G., Fifonsi Semevo, D., Lange, U., & Boko, M. (2019a). *Diversité et formes d'utilisation des espèces ligneuses de la Réserve de biosphère du Mono (Bénin)*. Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement, 19(2). <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2019-v19-n2-vertigo05483/1071337ar/>
- Hadonou-Yovo, A. G., Houessou, L. G., Lougbegnon, T. O., Adebì, Y., Dossou, E. M., & Boko, M. (2019b). *Caractérisation phytoécologique des groupements végétaux ligneux des Aires Communautaires de Conservation de la Biodiversité de la Réserve de Biosphère du Mono au Bénin*. Afrique Science, 15(2), 211-225.

- Herez, A., Ramadan, M., & Khaled, M. (2018). *Review on solar cooker systems : Economic and environmental study for different Lebanese scenarios*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 421-432. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.021>
- Houngnibo, E. H. (2021). *Caractérisation Thermophysique de la Saliculture, telle que pratiquée au Sud de la République du Bénin : Cas du village de Djegbadji dans la Commune de Ouidah*. Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi.
- Hounto, G., Mouzoun, S., & Yabi, I. (2019). *Implications socio-environnementales de la dynamique d'occupation du sol des zones humides du site RAMSAR 1017, Sud-Ouest du Bénin*. 317-329.
- Joubert, F., & Begovic, M. (2012). *Mise en œuvre opérationnelle d'un projet de compensation carbone de foyers améliorés au Niger*. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.13176>
- Kitoto, P. A. O. (2018). *Facteurs d'adoption des foyers améliorés en milieux urbains sahéliens camerounais*. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 9(2).
- Kouton, M. D., Gahou, J., & Amoussou, L. (2023). *Stratégie de Surveillance des Aires Communautaires de Conservation de la Biodiversité (ACCB) de la Réserve de Biosphère du Mono et du Site Ramsar 1017*. Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable.
- Lougbegnon, T., Houessou G, L., Akplo, T. M., Mouzoun, S., Dossou, E., Badoussi T.O.S, G., Gogan S, Y. C., Agon V, J., Adeb, Y., & Gbodja, G. (2022). *Actualisation du Plan de Gestion du Site Ramsar 1017 (Basse Vallée du Couffo, Lagune Côtière, Chenal Aho, Lac Ahémé)* [PAG]. Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable.
- Lougbegnon, T. O., Tente, B. A. H., Amontcha, M., & Codjia, J. T. C. (2011). *Importance culturelle et valeur d'usage des ressources végétales de la réserve forestière marécageuse de la vallée de Sitatunga et zones connexes*. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 70, 35-46.
- Lovelock, C. E., Barbier, E., & Duarte, C. M. (2022). *Tackling the mangrove restoration challenge*. *PLOS Biology*, 20(10), e3001836. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001836>
- Mama, A., Sinsin, B., Cannière, C. D., & Bogaert, J. (2013). *Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin*.
- Mani, K., Salgaonkar, B. B., Das, D., & Bragança, J. M. (2012). *Community solar salt production in Goa, India*. *Aquatic Biosystems*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-8-30>

- Manou, B. E., Koumolou, L., N'tia, F. F., Atikou, M. I., Labite, H. E., Aina, M., & Eдорh, P. A. (2019). *Inconvenience of traditional fishing practice on aquatic ecosystem of Nokoué Lake in Benin Republic (West Africa)*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 13(7), Article 7. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.5>
- Miassi, Y. E. S., Dossa, F. K., & Banzou, K. (2018). *Etude des marges dans les circuits de commercialisation de céréales au Sud du Bénin : Cas du maïs (Zea mays)*. Global Scientific Journals - GSJ, 6(7), 1162-1174.
- Muyer, M. T. M.-C., Botomba, S., Poka, N., Mpunga, D., Sibongwere, D. K., Peñalvo, J. L., Sagastume, D., & Mapatano, M. A. (2022). *Diabetes prevalence and risk factors, underestimated without oral glucose tolerance test, in rural Gombe-Matadi Adults, Democratic Republic of Congo, 2019*. Scientific Reports, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18658-y>
- Neema Ciza, A., Vwima Ngezirabona, S., Ngandu, M., & Casinga Mubasi, C. (2019). *Étude comparative de performance d'utilisation des foyers améliorés et leurs effets sur les niveaux de vie des ménages de Bukavu*. Vertigo : la revue électronique en sciences de l'environnement, 19(1). <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2012-v12-n1-vertigo04936/1065433ar/>
- Okanga-Guay, M., Ondo Assoumou, E., Akendengue Aken, I., Mpie Simba, C., Mombo, J.-B., Obiang Ebanega, M., Mbadinga, M., Rogombe, L., & Mouketou-Tarazewicz, D. (2019). *Suivi des changements spatiaux et environnementaux dans les mangroves de la province de l'Estuaire du Gabon*. In B. Mertens & V. Orekan (Éds.), Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique. <https://hal.science/hal-02189534>
- Olodo, I. Y., & Abou, Y. (2020). *Diversity and Structure of the phytoplankton of Lake Ahémé, a part of the Ramsar 1017 (Bénin)*. Journal of Materials and Environmental Science, 11(8), 1277-1293.
- ONU. (2010). *Guide pratique pour la conception d'enquêtes sur les ménages*. UN. <https://doi.org/10.18356/4d6e0831-fr>
- Orekan, V. O. A., Plagbeto, H., Edea, E., & Sossou, M. (2019). *Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois*. In B. Mertens & V. Orekan (Éds.), Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02189536>
- Otte, P. P. (2013). *Solar cookers in developing countries—What is their key to success?* Energy Policy, 63, 375-381. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.075>

- Padonou, E. A., Akabassi, G. C., Akakpo, B. A., & Sinsin, B. (2022d). *Importance of solar cookers in women's daily lives : A review*. *Energy for Sustainable Development*, 70, 466-474. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.08.015>
- Padonou, E., Avocevou-Ayisso, C. M., Zanou, M., Obe, M. M., Agbahoungba, S., & Sinsin, B. (2023). *Effects of unpaid caring activities and social norms on women's employment in mangrove areas of Ramsar site 1017 in Benin (West Africa)*. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1), 100387.
- Padonou, E., Babatunde, C. B., Hovozounko, Grâce. M., Okou, F. A. Y., & Sinsin, B. (2022b). *Description des sites touristiques dans les mangroves et les milieux adjacents du site Ramsar 1017 au Bénin* (p. 54) [Rapport du projet LEA-SEWOMEN].
- Padonou, E., Gbaï, N. I., Kolawolé, M. A., Idohou, R., & Toyi, M. (2021). *How far are mangrove ecosystems in Benin (West Africa) conserved by the Ramsar Convention?* *Land Use Policy*, 108, 105583. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105583>
- Padonou, E., Totin, E., Akakpo, B., Gbenontin, E., & Kolawole, M. (2022a). *Determinants of the abandonment of improved ovens in salt production systems of Djègbadji, Southern Benin*. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, 32, 1-9.
- Puyravaud, J.-P. (2003). *Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation*. *Forest Ecology and Management*, 177(1), 593-596. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00335-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00335-3)
- Ramsar. (1971). *Le texte actuel de la Convention | The Convention on Wetlands, La Convention sur les zones humides*. <https://www.ramsar.org/fr/document/le-texte-actuel-de-la-convention>
- Ranaivojaona, S. B., & Ranarijaona, H. L. (2022). *Écologie et modélisation spatio-temporelle des mangroves urbaines et péri-urbaines de l'ouest de Madagascar*.
- Rivera-Monroy, V. H., Zhao, X., Wang, H., & Xue, Z. G. (2022). *Are Existing Modeling Tools Useful to Evaluate Outcomes in Mangrove Restoration and Rehabilitation Projects? A Minireview*. *Forests*, 13(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/f13101638>
- Roy, S., Mahapatra, M., & Chakraborty, A. (2019). *Mapping and monitoring of mangrove along the Odisha coast based on remote sensing and GIS techniques*. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(1), 217-226. <https://doi.org/10.1007/s40808-018-0529-7>
- RSIS. (2019). *Basse Vallée du Couffo, Lagune Côtière, Chenal Aho, Lac Ahémé | Service d'information sur les Sites Ramsar*. Service d'information sur les Sites Ramsar. <https://rsis.ramsar.org/fr/ris/1017?language=fr>
- Sambiéni, K. R., Toyi, M. S., & Mama, A. (2015). *Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin*. *Vertigo - la revue*

- électronique en sciences de l'environnement, Volume 15 Numéro 2, Article Volume 15 Numéro 2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16477>
- Sanders, R. (1987). *The Pareto principe : Its use and abuse*. Journal of Services Marketing, 1(2), 37-40. <https://doi.org/10.1108/eb024706>
- Sané, T., Dièye, E. H. B., Solly, B., Ba, B. D., Thior, M., Descroix, L., Cormier-Salem, M.-C., & Diakhaté, M. M. (2021). *Vulnérabilité et résilience des socio-écosystèmes littoraux d'Afrique de l'Ouest : État des connaissances actuelles et interrogation sur le devenir du littoral sénégal-bissau-guinéen*. Belgeo. Revue belge de géographie, 1, Article 1. <https://doi.org/10.4000/belgeo.50403>
- Segbefia, K. M., Wala, K., Atakpama, W., Lare, Y., Bawana, N., Folega, F., & Akpagana, K. (2018). *Comparaison de la performance de deux types de foyers améliorés traditionnels : Foyer à argile du Togo et foyer Malgache*. Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, 20(1), 13-22.
- Sinsin, B., Assogbadjo, A. E., Tente, B., Yo, T., Adanguidi, J., Lougbegnon, T., Ahouansou, S., Sogbohossou, É., Padonou, E., & Agbani, P. (2018). *Inventaire Floristique et Faunique des Ecosystèmes de Mangroves et des Zones Humides Côtières du Bénin*.
- Teka, O., Houessou, L. G., Djossa, B. A., Bachmann, Y., Oumorou, M., & Sinsin, B. (2019). *Mangroves in Benin, West Africa: Threats, uses and conservation opportunities*. Environment, Development and Sustainability, 21(3), 1153-1169. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0075-x>
- Toyi, M. S., Barima, S., Mama, A., Andre, M., Bastin, J.-F., De Cannière, C., Sinsin, B., & Bogaert, J. (2013). *Tree plantation will not compensate natural woody vegetation cover loss in the Atlantic department of Southern Benin*. Tropicultura, 31(1). <https://orbi.uliege.be/handle/2268/160471>
- Trégarot, E., Failler, P., Cornet, C. C., & Maréchal, J.-P. (2020). *Évaluation des valeurs d'usage indirect des récifs coralliens et écosystèmes associés de Mayotte*. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 20 numéro 2, Article Volume 20 numéro 2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.28543>
- Unesco. (2018, novembre 8). *Mono Transboundary Biosphere Reserve, Benin / Togo*. UNESCO. <https://en.unesco.org/biosphere/africa/mono>
- Yo, T., Adanguidi, J., Zannou, A., & Padonou, E. (2018). *Évaluation des besoins en bois des populations au niveau des zones de mangroves des sites RAMSAR 1017 et 1018*. Représentation FAO au Bénin.
- Zanvo, M. G. S., Barima, Y. S. S., Salako, K. V., Koua, K. A. N., Kolawole, M. A., Assogbadjo, A. E., & Glèlè Kakaï, R. (2022). *Mapping spatio-temporal changes in mangroves cover*

and projection in 2050 of their future state in Benin. BOIS & FORETS DES TROPIQUES, 350, 29-42. <https://doi.org/10.19182/bft2021.350.a36828>

Zanvo, M. S., Salako, K. V., Gnanglè, C., Mensah, S., Assogbadjo, A. E., & Glèlè Kakaï, R. (2021). *Impacts of harvesting intensity on tree taxonomic diversity, structural diversity, population structure, and stability in a West African mangrove forest.* Wetlands Ecology and Management, 29(3), 433-450. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09793-w>

8 Liste des illustrations

Figure 1	Services écosystémiques des mangroves et herbiers marins dans les zones côtières du CCLME (FAO, 2020)	7
Figure 2	Carte du milieu d'étude.....	13
Figure 3	Proportion d'occupation du sol en 2005, 2015 et 2023	25
Figure 4	Distribution des classes d'occupation du milieu en 2005, 2015 et 2023	26
Figure 5	Taux de changement des classes d'occupation du milieu entre 2005 et 2023	27
Figure 6	Taux de changement d'occupation du sol de la zone de présence des foyers entre 2005 et 2023	28
Figure 7	Types de bois utilisés dans la production de sel (a) et autres (b)	31
Figure 8	Types de bois vendus (a) et autres (b) dans les zones de mangroves.....	32
Figure 9	Sources d'approvisionnement en bois pour la production de sel et la vente du bois dans les zones de mangroves.....	33
Figure 10	Fréquence mensuelle d'approvisionnement en bois dans les zones de mangroves	34
Figure 11	Périodes de pic des activités de production, de vente du sel et du bois dans les zones de mangroves	37
Figure 12	Perceptions des producteurs sur la consommation énergétique et l'efficacité technique des foyers	39
Figure 13	Perceptions des vendeurs de bois sur l'impact des foyers améliorés	40
Figure 14	Perceptions des producteurs de sel sur l'impact des foyers améliorés sur la préservation des bois de mangroves	41
Figure 15	Distribution des classes de diamètre (a) et de hauteur (b) des espèces dans les zones ciblées	43

9 Liste des Tableaux

Tableau 1	Présentation des matériels de l'étude	17
Tableau 2	Répartition des acteurs enquêtés dans les localités (Données d'enquête, mai et juin 2023)	20
Tableau 3	Quantité de sel produite et fréquence mensuelle de production	29
Tableau 4 mangroves	Quantité et nombre de fournisseur de sel pour la commercialisation dans les zones de 30	
Tableau 5	Marge brute des vendeurs de sel dans les zones de mangroves.....	30
Tableau 6 mangroves	Quantité de bois pour la production et revenu des vendeurs de bois dans les zones de 35	
Tableau 7	Temps d'adoption du foyer amélioré dans les zones de mangroves.....	38
Tableau 8	Paramètres structuraux des mangroves inventoriées	42

10 Liste des photos

Photo 1 Foyers LEA-SEWOMEN de production de sel (a) et EcoBéni d'utilisation ménagère (b)	10
Photo 2 Autres types de combustibles pour la production de sel (branches de palmier)	31
Photo 3 Autres types de bois pour la production de sel dans les zones à foyers	32
Photo 4 Exploitation des palétuviers rouges dans les zones sans foyers (a) et avec foyers (b).....	43
Photo 5 Bois de mangroves collectées pour la production du sel à Avlo.....	46
Photo 6 Procédure de lixiviation	74
Photo 7 Stockage de la saumure (a) et cuisson (b)	74
Photo 8 Moyens d'estimation de la quantité du sel (a) et du bois (b).....	74

11 Annexes

11.1 Annexe 1 : Enquêtes

Questionnaire pour les producteurs de sel

Numéro de fiche :

Date

Coordonnées

I. Identification :

Nom et prénom

Contact

Age

Genre

Masculin

Féminin

Département

Atlantique

Mono

Communes

Abomey-Calavi

Ouidah

Kpomassé

Comé

Grand Popo

Village

II. Nature et quantité de bois pour la production :

1. La production de sel est-elle votre activité génératrice de revenu ?
Oui
Non
2. Quelle est la fréquence de production par mois ?
1fois
2fois
3fois
Selon la demande
Autre
3. Si autre précisez
4. Quelle est la quantité de sel produite par production (à déterminer kg) ?
5. Votre principal marché d'écoulement ?
Revendeur (Commerçant)
Vente sur place
Vente au marché
6. Y'a-t-il une période de forte production ?
Oui
Non
7. Si oui, la quelle ?

Janvier

Février
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre

8. Quel type de foyer utilisez-vous pour votre production ?

Foyer traditionnel

Foyer amélioré

Gaz

9. Quel principal combustible utilisez-vous pour la production ?

Bois

Charbon

Gaz

Autre

Si autre précisez

10. Si le bois, quel type de bois ?

Bois de mangrove

Autre

Si autre précisez

11. Si le bois de mangrove, vos sources d'approvisionnement ?

Achat

Coupe directe

12. Comment l'obtenez-vous ?

Fagot

Remplissage de pirogue

Autre

Si autre précisez

13. Combien de fois achetez-vous le bois ?

1 fois par mois

2 fois par mois

3 fois par mois

Plus de 5 fois par mois

Autre (précisez)

14. Quelle est la quantité de bois utilisée par production ?

15. La quantité de bois pendant la période de forte production ?

III. Perceptions sur le foyer amélioré

16. Aviez-vous déjà utilisé le foyer amélioré pour la production ?

Oui

Non

17. Si oui pendant combien de temps ?

- Moins d'un an
1-3 ans
18. Cette initiative est-elle efficace pour votre production ?
Oui
Non
19. Aviez-vous utilisé dans le passé le foyer traditionnel pour votre production ?
Oui
Non
20. Si oui, comparé au foyer traditionnel, le foyer amélioré requiert il la même quantité de combustible pour une même production ?
Oui
Non
21. Si non, quelle est la quantité utilisée par le foyer amélioré ?
Un peu moins que le foyer traditionnel
Beaucoup moins que le foyer traditionnel
Un peu plus que le foyer traditionnel
Beaucoup plus que le foyer traditionnel
22. Avez-vous remarqué une meilleure préservation du bois de la mangrove depuis l'avènement du foyer amélioré ?
Oui
Non
23. Si non, selon vous quelle est la cause ?
Abandon des foyers améliorés
Manque d'efficacité des foyers
Non disponibilité pour tous
Autres

IV. Remarques

Questionnaire pour les vendeurs de bois

Numéro de fiche :

Date :

Coordonnées :

I. Identification :

Nom et prénom

Contact

Age

Genre

Masculin

Féminin

Département

Atlantique

Mono

Communes

Abomey-Calavi

Ouidah

Kpomassé

Comé

Grand Popo

Village

II. Nature et type de bois vendu :

1. Depuis quand êtes-vous dans la vente de bois ?

Moins d'un an

1-5 ans

5-10 ans

10-15 ans

15-20 ans

plus

2. Quel type de bois revendez-vous ?

Bois de mangrove

Autre

3. Si autre précisez

4. Quelles sont les espèces concernées par la vente ?

Rhizophora racemosa

Avicennia germinans,

Rhizophora harrisonii

Laguncularia racemosa

Autre

Si autre précisez

5. Comment trouvez-vous le bois vendu ?

Achat

Coupe directe

Autre

6. Si autre précisez
7. Si c'est la coupe, comment elle est faite ?
 - Totale de l'espèce
 - Partielle de l'espèce

III.

8. Quels sont vos différents clients ?
 - Producteurs de sel
 - Transformateurs et transformatrices des produits
 - Ménages
 - Autre
9. Comment se fait la vente avec les producteurs de sel ?
 - Fagot
 - Remplissage de pirogue
 - Bachée
 - Autre

Si autre précisez

10. Quel est le prix de vente ?
11. Quelle est la quantité vendue par producteur ?
12. Quelle est(sont) les espèces la (les) plus prisé(es) des producteurs de sel ?
 - Rhizophora racemosa*
 - Avicennia germinans*
 - Autre

Si autre préciser

13. Pourquoi?
14. Existe-t-il une période de forte demande pour les producteurs de sel ?
 - Oui
 - Non
15. Si oui, laquelle?

Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre

16. Et quelle est la quantité vendue pendant cette période ?
17. Connaissez-vous l'initiative foyer amélioré ?
 - Oui/ Non

18. Si oui, pensez-vous qu'elle a un impact sur les besoins en bois de mangrove pour la production de sel ?
 - Oui
 - Non
 - Si Oui Précisez

Légère Diminution du besoin en bois
Moyenne diminution du besoin en bois
Forte diminution du besoin en bois
Légère augmentation du besoin en bois
Moyenne augmentation du besoin en bois
Forte augmentation du besoin en bois

IV. **Remarques**

Questionnaire pour les vendeurs de sel

Numéro de fiche

Date

Coordonnées

I. Identification :

Nom et Prénom :

Contact :

Age :

Genre :

Masculin

Féminin

Département

Atlantique

Mono

Commune

Abomey-Calavi

Ouidah

Kpomassè

Comé

Grand Popo

Village

II. Commerce du sel :

1. Depuis quand êtes-vous dans le commerce du sel ?

Moins d'un an

1-5 ans

5-10 ans

10-15 ans

15-20 ans

Plus

2. Quel est le nombre de vos fournisseurs ?

3. Quelle est la quantité de sel achetée par fournisseur ?

4. A quelle fréquence faites-vous vos achats ?

1fois /mois

2fois / mois

3fois/mois

Plus de 5 fois/mois

Autre

Si autre précisez

5. Quel est le prix d'achat du sel ?

6. A combien revendez-vous ?

7. Le type de sel revendu ?

Importé

Local

8. Si le sel est local, disposez-vous d'un sel produit avec foyer amélioré ?
Oui
Non
9. Si oui, est-il cher ?
10. Est-il plus beau en matière d'aspect ?
11. Y'a-t-il une différence significative avec les autres productions ?
Oui
Non
Si oui, la quelle ?
12. Par rapport à vos débuts, avez-vous remarqué une hausse de la demande ?
13. Selon-vous pourquoi ?
Augmentation de la population
L'amélioration de la qualité de production
Autre
Si autre précisez
14. Période spécifique de forte demande ?
Oui
Non
15. A quelle période ?
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre
Octobre
Novembre
Decembre

III. Remarques

Guide d'entretien

Numéro de fiche

Date

Coordonnées

I. Identification

Nom et Prénom :

Contact :

Age

Genre

Masculin

Féminin

ONG :

Département

Atlantique

Mono

Commune

Abomey-Calavi

Ouidah

Kpomasse

Come

Grand Popo

Village

II. Présentation de l'organisation :

1. Parlez- moi de votre organisation
2. Depuis quand êtes-vous dans la zone ?

Moins d'un an

1-5 ans

5-10 ans

10-15 ans

15-20 ans

Plus

3. Avez-vous des domaines prioritaires d'intervention ?

Si oui, lesquelles ?

III. Initiative foyer amélioré:

4. Initiatives de préservation de la mangrove vulgarisées ?

Initiative foyer amélioré

Autre

Si autre, précisez

5. Lesquelles impactent positivement la conservation ?
6. Les actions de conservation sont-elles durables ?
7. Y'a -t-il des initiatives paysannes durables pour la conservation de la mangrove ?
8. Si oui, lesquelles?
9. Selon vous, l'initiative foyer amélioré dans la production de sel est-elle durable ?
10. Existent-elles des sources de financements durables pour ce projet ?
11. Lesquelles?
12. Avez-vous remarqué une baisse des pressions de coupe de bois depuis le projet ?

13. Si oui quel est le niveau ?

Faible baisse

Moyenne

Forte baisse

14. Au cas contraire quelles sont les causes ?

Faible d'efficacité des foyers

Faible vulgarisation

Faible accompagnement financier

Autre

Si autre précisez

Remarques



Photo 6 Procédure de lixiviation



(a)

(b)

Photo 7 Stockage de la saumure (a) et cuisson (b)



(a)

(b)

Photo 8 Moyens d'estimation de la quantité du sel (a) et du bois (b)

11.2 Annexe 2 : Fiche d'inventaire

Fiche d'inventaire

Numéro de relevé :

Coordonnées :

Date :

Lieu :

Exposition géographique :

Activités anthropiques :

Etat de conservation :

Nombre de souches

Nombre d'individus morts

Régénération		
Quadrat	Effectif	Espèce
Q1		
Q2		
Q3		
Q4		
Q5		

N°	Espèces	Diamètre	Hauteur	Individus étêtés	Individus ébranchés