



VOLUME 4 N° 2 (ORIGINAL ARTICLE)

Perception des populations locales sur les facteurs de dégradation des écosystèmes de mangroves et les mesures d'atténuation

QUENUM Isaac Arnaud¹, AVOCEVOU-AYISSO Carole¹, PADONOU Elie Antoine¹, IDOHOU Rodrigue², AGBODAINON P.S. Bignon², AKABASSI Ghislain Comlan³

¹ School of Tropical Forestry, National University of Agriculture, Kétou, Benin.

² Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière, Université Nationale Agriculture, BP 43, Kétou, Benin

³ Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Université d'Abomey-Calavi

RESUME

Les mangroves sont des écosystèmes riches en biodiversité, jouant un rôle clé dans la protection des côtes, la séquestration du carbone et le maintien des habitats naturels. Au Bénin, elles sont gravement menacées, notamment en raison de la forte dépendance des populations locales à leurs ressources. Alors que la majorité des recherches existantes s'appuie sur la télédétection et la cartographie, cette étude se distingue en mettant l'accent sur la perception communautaire des facteurs de dégradation des mangroves dans le site Ramsar 1017. À travers une enquête semi-structurée menée auprès de 306 ménages répartis dans dix villages côtiers, des données socio-économiques, démographiques et de perception ont été recueillies. Les principaux facteurs de dégradation recensés sont d'origine environnementale (crues, sécheresse, vents violents, érosion) et humaine (exploitation du bois, agriculture, pêche). Leur impact est aggravé par la précarité économique des populations et par la faible effectivité de l'application des lois et règlements en vigueur. L'étude distingue trois types de ménages : le premier (40,80% de l'échantillon total), composé surtout de femmes et de personnes âgées, pratique la saliculture ; le deuxième (23,50%), plus instruit, est centré sur la pêche ; le troisième (35,58%), dominé par les jeunes hommes, combine pêche et agriculture. Chaque groupe perçoit différemment les causes ($p < 0,01$) et la gravité de la dégradation, soulignant la nécessité d'approches différencierées. La communauté (ménage : type 1 (0,54), de type 2 (0,45) et de type 3 (0,67) propose la restauration et la sacralisation des mangroves comme mesures de conservation et de gestion durable des mangroves. L'étude conclut sur l'urgence d'établir un cadre législatif clair et de promouvoir des projets de restauration pour assurer une gestion durable de ces écosystèmes indispensables.

Mots clés : Dynamique spatio-temporelle, mangroves, dégradation des mangroves, mesures d'atténuation, type de ménage

ABSTRACT

Mangroves are ecosystems rich in biodiversity, playing a key role in coastal protection, carbon sequestration, and the maintenance of natural habitats. In Benin, they are seriously threatened, mainly due to the strong dependence of local populations on their resources. While most existing studies rely on remote sensing and mapping approaches, this research stands out by focusing on the community perception of the factors driving mangrove degradation in Ramsar Site 1017. Through a semi-structured survey conducted among 306 households across ten coastal villages, socio-economic, demographic, and perceptual data were collected. The main degradation factors identified are both environmental (floods, drought, strong winds, erosion) and human-induced (wood harvesting, agriculture, fishing). Their impacts are exacerbated by the economic vulnerability of local populations and the weak enforcement of existing environmental laws and regulations. The study distinguishes three household types: the first group (40.80% of the total sample), composed mainly of women and elderly people, is engaged in salt production; the second group (23.50%), more educated, focuses primarily on fishing; the third group (35.58%), dominated by young men, combines fishing and agriculture. Each group perceives the causes ($p < 0.01$) and the severity of degradation differently, highlighting the need for differentiated and context-specific management approaches. The communities type 1 (0.54), type 2 (0.45), and type 3 (0.67) propose mangrove restoration as the main mitigation measure to curb degradation. The study concludes by emphasizing the urgency of establishing a clear legislative framework and promoting large-scale restoration projects to ensure the sustainable management of these vital ecosystems.

Keywords: Spatio-temporal dynamic, Mangroves, Mangrove degradation, Attenuation measures, Household types

Corresponding author: Ghislain Comlan AKABASSI

Received in Aug 2025 and accepted in dec 2025

E-mail address: cgakabassi@gmail.com

1. Introduction

Les mangroves sont souvent perçues comme des lieux privilégiés de l'évolution, où les espèces terrestres ont évolué pour s'adapter à la vie marine (Ajonina *et al.*, 2014). Les mangroves, en tant qu'écosystèmes côtiers, offrent une variété de services essentiels pour les écosystèmes, jouant ainsi un rôle crucial dans le soutien des moyens de subsistance de millions de personnes à travers le globe (Cannicci *et al.*, 2008). Elles sont constituées principalement de palétuviers, fournissant à la population des ressources vitales telles que le bois pour la construction, le bois-énergie, ainsi que des tanins (Folega *et al.*, 2017). Les mangroves fournissent à l'humanité une multitude de services écosystémiques, notamment la séquestration du carbone, la préservation des sols contre l'érosion causée par le vent et l'eau, la sauvegarde des habitats naturels, et bien d'autres services qui contribuent à atténuer les impacts du changement climatique (Biga *et al.*, 2020 ; Padonou *et al.*, 2021). En outre, elles jouent un rôle essentiel dans la protection des zones côtières (Gowthorpe & Lamarche, 1993). Elles sont incontournables en tant que ressource côtière cruciale qui revêt une importance vitale pour les moyens de subsistance des communautés locales (Teka *et al.*, 2019). En dépit des fonctions cruciales mentionnées précédemment, les mangroves connaissent une détérioration sévère à l'échelle mondiale (Alongi, 2002). Selon Walters *et al.*, (2008), les mangroves ont perdu 0,66% de leur étendue annuellement entre 1985 et 2005 au niveau mondial. Le taux de déforestation des mangroves demeure élevé dans de nombreuses nations en développement (Duke *et al.*, 2007 ; Giri *et al.*, 2007). Les raisons de ces pertes comprennent non seulement les activités humaines, notamment l'urbanisation des zones côtières (Nfotabong-Atheull *et al.*, 2009), l'expansion de l'agriculture, la surexploitation des ressources, ainsi que d'autres facteurs liés à l'activité humaine, tels que la pollution (Hossain *et al.*, 2009). Elles résultent également de phénomènes naturels tels que la montée du niveau de la mer due à la fonte des glaces liée au changement climatique (Di Nitto *et al.*, 2008 ; Mukherjee *et al.*, 2010) et d'autres facteurs similaires. Face aux pressions croissantes qui s'exercent sur les mangroves, de nombreuses études se sont concentrées sur l'évolution des mangroves en utilisant des outils de cartographie et de télédétection. Cependant, ces approches négligent souvent de prendre en compte l'avis des populations locales, pourtant au cœur de l'anthropisation de ces zones. Cette absence de prise en considération limite la compréhension des causes profondes de la dynamique d'occupation du sol (Wondie *et al.*, 2011 ; Kindu *et al.*, 2013). Des chercheurs ont souligné que les changements observés dans l'occupation du sol, quel que soit l'écosystème, reflètent les décisions collectives prises au niveau des ménages, en réponse aux politiques et au cadre institutionnel sur une certaine période. Par conséquent, pour garantir la préservation des mangroves et orienter les politiques de gestion durable, il est essentiel de comprendre la perception locale. Une telle compréhension permettra de concevoir une stratégie de gestion adaptée, susceptible d'être acceptée et mise en œuvre par les communautés locales.

Au Bénin, les écosystèmes de mangroves sont gravement menacés en raison de la demande croissante en terres agricoles et de l'augmentation démographique. Pour répondre à ce défi, qui consiste à satisfaire les besoins en terres agricoles ou économiques tout en assurant une protection durable des mangroves, il est essentiel de disposer d'informations précises

sur les activités menées et les mesures d'atténuation mises en œuvre. Parmi les écosystèmes de mangroves du Bénin, le site RAMSAR 1017 a particulièrement retenu l'attention des chercheurs en raison des fortes pressions qu'il subit. Par exemple, Adanguidi *et al.* (2020) ont évalué la consommation et les besoins en bois dans les zones de mangroves du site RAMSAR 1017, tandis que Hounto *et al.* (2020) ont examiné les implications socio-environnementales de la dynamique d'occupation des sols dans cette même zone. Cependant, ces études se limitent à l'exploitation du bois comme source d'énergie et à la dynamique spatiale de l'occupation des sols, sans intégrer la perception des populations locales des facteurs sous-jacents et des mesures d'atténuation.

Ainsi, cette étude vise à analyser la perception des communautés locales quant à la dynamique spatio-temporelle et aux facteurs sous-jacents affectant les mangroves, en particulier sur le site RAMSAR 1017, situé dans la zone humide du sud du Bénin. Plus précisément, l'étude cherche à (1) identifier les facteurs sous-jacents de la dynamique d'occupation du sol de l'écosystème des mangroves du site RAMSAR 1017 ; (2) identifier les facteurs influençant la perception des populations locales concernant la dynamique des mangroves ; (3) analyser les conséquences des facteurs de dégradation sur les écosystèmes de mangrove du site Ramsar 1017, (4) évaluer les mesures d'atténuation des pressions anthropiques sur l'écosystème des mangroves selon cette perception.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La présente étude a été réalisée au Bénin, un pays de l'Afrique de l'Ouest localisé entre la latitude 6°10'-12°25'N et la longitude 0°45'-3°55'E, plus précisément dans la région côtière du Sud où sont situés les écosystèmes de mangroves du site Ramsar 1017 (Teka *et al.*, 2018). Le site Ramsar 1017 ou complexe Ouest couvrait une superficie d'environ 47.500 ha situé entre la latitude 6°16' et 7°1'N et la longitude 1°40' et 2°20'E et est composée de la base vallée du Couffo, la lagune côtière, le Chenal Aho et le Lac Ahémé. Ce complexe est caractérisé par un climat tropical humide à deux saisons sèches (allant de Décembre à Mars et Août) et deux saisons pluvieuses allant d'Avril à Juillet d'une part et de Septembre à Novembre d'autre part avec une moyenne de pluie de 1068 mm par an. On note une forte humidité et une température mensuelle comprise entre 25 et 29°C (FAO, 2018). Sa diversité floristique est composée de Mangroves à *Rhizophora racemosa* (Palétuvier rouge) et *Avicennia africana* (Palétuvier blanc), de prairies marécageuses à *Andropogon gayanus*, de prairies qui s'inondent composé de *Paspalum vaginatum* et *Phoenix reclinata* et enfin de formations artificielles de *Cocos nucifera*, *Eleais guineensis* et *Acacia auriculiformis*. On y rencontre près de 71 espèces de poissons tels que les Tilapias (07 espèces) principalement *Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron* ; sa faune aviaire est constituée de 168 espèces (en 1996) dont on dénombre des Hérons, des Limicoles, des Dendrocygnes, des Rapaces et des Sternes (MEPN, 2007).

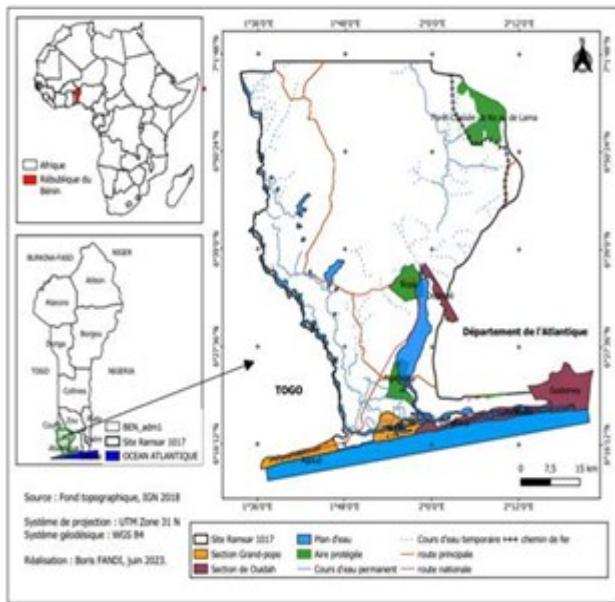


Figure 1 : Carte géographique du Site Ramsar 1017

2.2. Collecte et analyse des données

2.2.1. Evaluation de la perception des populations locales sur la dynamique spatio-temporelle des écosystèmes de mangroves

Les localités ont été choisis en fonction de leur situation géographique et de leurs liens avec les mangroves de la zone d'étude (N'da et al., 2008), température, précipitations, type de ressources de subsistance et accessibilité. Afin de déterminer la taille de l'échantillon, nous utiliserons la formule (1) ci-dessous :

$$n = \frac{t_p^2 \times P(1-P) \times N}{t_p^2 \times P(1-P) + (N-1) \times y^2} \quad (1)$$

Avec n la taille de l'échantillon ($n=257$) ; N la taille de la population cible (pêcheur, saliculleur, agriculteur, fumeuse de poisson...) ; t_p l'intervalle de confiance ($t_p = 1,96$) ; y la marge d'erreur ($y = 6\%$) ; P la proportion attendu d'une réponse de la population qui utilise la mangrove a été estimée. Cette proportion P est estimée à 0,5 (Rea et al., 1997). Ainsi nous avions interrogé 306 ménages au total dans les localités de Couffonou, Hountoun, Hio, Djègbadji, Djondji, Kpétou, Séhougbato, Nicouécondji, Avlô et Tôgbin dans le cadre de cette étude avec un total de dix (10) focus-groupe composé en moyenne de 5-8 enquêtés mixtes. Les discussions de groupe, des entretiens individuels semi-structurés ont été menés à l'aide d'un guide d'entretien avec des répondants sélectionnés dans les localités et principalement composés de pêcheurs, d'agriculteurs, d'utilisateurs des ressources de la mangrove et d'autres personnes susceptibles de nous informer sur les facteurs sous-jacents à la dynamique de l'occupation du sol de l'écosystème de la

mangrove. Les caractéristiques des populations montrent que la zone d'étude est caractérisée majoritairement par les groupes sociolinguistiques Xwla (28,8%), Xwéda (26,1%) et Fon (19%) (Tableau 1). L'âge du répondant, durée d'exploitation de la mangrove par le ménage (ans), revenu mensuel issu des activités liées à la mangrove, taille du ménage (y compris le répondant), niveau d'étude de l'enquêté, origine de l'enquêté, sexe du chef ménage, sexe du répondant, disposition de foyer et production du sel dans la zone, niveau d'étude du chef de ménage, exposition face à la dégradation de l'écosystème de mangrove, capacité d'adaptation pour y faire face, impression sur l'état de dégradation de l'écosystème, agriculture (Activités liées à la mangrove), pêche (Activités liées à la mangrove), fumage et friture de poisson (Activités liées à la mangrove), maraîchage (Activités liées à la mangrove), production de sel (Activités liées à la mangrove) et mareyeuse (Activités liées à la mangrove) ont été collectées. Pour identifier les facteurs de la dynamique propre aux écosystèmes de mangrove du site Ramsar 1017, la revue littéraire sur les facteurs anthropiques et environnementaux (naturels) de dégradation des mangroves, les entretiens de groupe et individuels à l'aide de questionnaire numérisé ont été réalisé. Cette revue a permis de retenir cinquante (50) facteurs anthropiques et dix-huit (18) facteurs environnementaux (naturels) suivant les réalités du site Ramsar 1017. Les entretiens de groupe et individuels ont permis la collecte de données sur les perceptions des populations locales liées à la contribution des facteurs de dégradation à la dynamique des écosystèmes de mangroves.

Tableau 1 : Caractéristiques sociodémographique de l'échantillon

Variables	Effectif d'enquêtés	Fréquences associées
Groupes sociolinguistiques	Adja	2
	Aïzo	16
	Fon	58
	Goun	1
	Mina	14
	Sahoué	36
	Watchi	4
	Xwéda	80
	Xwla	88
Sexe	Autre	7
	Féminin	128
Niveau d'éducation	Masculin	178
	Analphabète	163
	Primaire	103
Tranche d'âge	Secondaire	40
	Jeune (16-34)	33
	Adulte (35-59)	186
	Vieux (≥ 60)	87
		28,4%

2.3. Evaluation de la perception des populations locales sur la dynamique spatio-temporelle des écosystèmes de mangroves

2.3.2. Typologie des ménages selon les caractéristiques socioéconomiques

Vingt-sept variables socio-économiques ont été pris en compte pour réaliser une Analyse en Composantes Principales (ACP). Un test de corrélation a permis d'identifier les variables non corrélées parmi vingt-sept variables, en vue de catégoriser les ménages (Tittonell *et al.*, 2010). La typologie des ménages a été faite grâce à une classification ascendante hiérarchique (CAH) en se basant sur les variables issues de l'ACP (Heri-Kazi et Bielders, 2020). Les variables de la typologie sont : âge (Jeune (16-34), Adulte (35-59) et Vieux (Supérieur ou égal à 60)), sexe du répondant, taille du ménage (Petite (0-5), Moyenne (6-10), et Grande (11-20)), niveau d'étude du répondant (Non instruit et Instruit), origine du répondant (Alloculture et Autochtone), superficie totale de terre exploitée par le ménage (0,5-2,5 et 2,6-5), quantité de la main-d'œuvre (0-4 et 5-8), activité principale (agriculture, pêche, production du sel, fumage et friture de poissons, maraîchage, mareyage). Une transformation des variables discrètes en variables continues a permis de réaliser l'ACP. Vingt-sept variables retenues de l'analyse ACP ont servi d'entrée à la classification. Cette classification a permis de regrouper les ménages ayant des caractéristiques semblables.

2.3.2. Indices moyens de dégradation des mangroves par localité au sein des types de ménages classés

La perception des types de ménage de l'état de la dégradation des mangroves dans chaque localité de mangroves est étudiée en se basant sur les indices de répartition des états de dégradation : 1 = non dégradé, 2 = peu dégradé, 3 = dégradé et 4 = très dégradé (Heri-Kazi *et al.*, 2020). Le test ANOVA à un facteur est utilisé pour comparer les indices moyens de dégradation des mangroves par localité au sein des types de ménages classés (Pouya *et al.*, 2013).

2.3.3. Indices de sévérité pour les différents facteurs de dégradation selon la perception des ménages au sein des localités de mangroves

Les box plots d'indice de sévérité sont réalisés pour les différents facteurs de dégradation selon la perception de types de ménages au sein des localités de mangroves (Pouya *et al.*, 2013 ; Heri-Kazi *et al.*, 2020). Le test ANOVA à deux facteurs suivi du texte de Tukey est utilisé pour comparer les indices moyens de dégradation des mangroves par localité au sein des types de ménages classés (Igue *et al.*, 2016) afin de déterminer les zones de forte sévérité orientant les interventions urgentes.

2.3.4. Facteurs influençant la perception sur la dégradation des mangroves

Les facteurs qui influencent la perception locale sur la dégradation des mangroves, en fonction des types de ménages classés, sont analysés à travers une régression logistique ordinaire, vu que notre variable dépendante est qualitative et ordinaire (Katé *et al.*, 2014 ; Soda *et al.*, 2021).

Selon Boukahel et Khelil (2020), elle est appliquée lorsque la variable à expliquer possède trois ou plus modalités ($k > 2$) qui sont ordonnées. La variable dépendante (le niveau de dégradation des mangroves) est

décomposée en 4 variables muettes : 1 = non dégradé, 2 = peu dégradé, 3 = dégradé, et 4 = très dégradé.

Le modèle se présente comme suit :

$$\ln \frac{P(Y=k+1/X)}{P(Y=K/X)} = a_{0,k} + a_{1,k} + \dots + a_{j,k} X_j, k=1, \dots, k+1 \quad (2)$$

Où k représente le nombre de modalités i.e. les niveaux de perception des états de dégradation (1 à 4) et a_j les coefficients à estimer. X_j sont des variables indépendantes ou explicatives, $a_{0,k}$ est la constante de régression (Aïtondji *et al.*, 2016).

Il a permis de déterminer les variables indépendantes qui ont un effet significatif sur la variable dépendante. L'estimation des coefficients inconnus de la forme simplifiée du modèle est faite par la méthode maximum de vraisemblance.

$$LL = \sum_{\omega} y_1(\omega) \ln \pi_1(\omega) + \dots + y_k(\omega) \ln \pi_k(\omega) \quad (3)$$

L'interprétation des résultats est faite sur l'utilisation des odds-ratio (OR), définie par la formule suivante :

$$OR_j = e^{\hat{a}_j} \quad (4)$$

Les odds-ratios sont calculés pour chaque coefficient des variables explicatives introduites dans le modèle. Les odds-ratio sont proportionnels, avec la variable indépendante ayant un effet identique à chaque coupure (cut) de probabilité cumulée de la variable dépendante ordinaire (Ngandu 2015). Cette régression contient dix-neuf variables catégorielles indépendantes.

2.3.5. Évaluation pondérée des facteurs de dégradation des mangroves

Sur la base des données collectées, l'indice relatif d'importance (RII) a été calculé pour chaque zone de mangrove. Le RII est un indice fondé sur la régression, particulièrement pertinent car il tient compte de la taille de l'échantillon interrogé (Kumar et Kumar, 2018). Son utilisation permet de classer de manière comparative les différents critères identifiés, à partir de l'ensemble des scores numériques attribués par les répondants. Ce classement a été réalisé à l'aide du logiciel Microsoft Excel, afin de croiser l'importance perçue des critères tels qu'exprimés par les enquêtés (Rooshdia *et al.*, 2018). Le RII est calculé selon la formule suivante :

$$RII = \frac{\sum W}{A \times N} \quad (5)$$

où :

- W: est la pondération attribuée par chaque répondant sur une échelle de 1 à 5 (1 indiquant la plus faible importance, 5 la plus forte),
- AA est la valeur maximale de la pondération (soit 5),
- NN est le nombre total de répondants.

À partir du classement obtenu par le RII, une moyenne pondérée a été établie pour les 50 facteurs anthropiques et les 18 facteurs naturels ou environnementaux recensés (voir Tableau 1). L'interprétation des valeurs du RII permet de catégoriser l'importance des facteurs selon les seuils suivants :

- Très sévère : $0,8 \leq RII \leq 10,8$ \leq RII \leq 1
- Sévère : $0,6 \leq RII < 0,80,6$ \leq RII < 0,8
- Moyenne : $0,4 \leq RII < 0,60,4$ \leq RII < 0,6
- Faible : $0,2 \leq RII < 0,40,2$ \leq RII < 0,4
- Très faible : $0 \leq RII < 0,20$ \leq RII < 0,2

Plus la valeur du RII est élevée, plus l'influence du facteur considéré est importante dans la dégradation des écosystèmes de mangroves.

Une analyse des nuages de facteurs a été effectuée pour ressortir les facteurs spécifiques aux écosystèmes de mangrove au Bénin.

2.3.6. Mesure d'atténuation de la pression anthropique sur l'écosystème de mangrove selon la perception des populations locales

Pour distinguer les types de ménage ayant des perceptions différentes sur les mesures de réduction des pressions anthropiques sur l'écosystème des mangroves, la moyenne du nombre de ménage ayant le choix d'une stratégie a été déterminé. Le test V de Cramer est réalisé pour évaluer les mesures les plus pertinentes (Tankeu et al., 2020).

3. Résultats

3.1. Typologie des ménages selon les caractéristiques socioéconomiques

Les tests de corrélation et de contribution ont permis de retenir 14 variables sur l'ensemble des variables relatives aux caractéristiques socio-économiques. L'indice de Kaiser-Meyer-Olkin calculé KMO (0,71) est relativement élevé et indique que les variables introduites dans le modèle sont appropriées pour l'Analyse en Composante Principale (ACP). Le test d'homogénéité de Bartlett est associé à une valeur de probabilité < 0,001 qui permet de valider l'analyse factorielle effectuée (Tableau 2).

Tableau 2 : Test de Kaiser Mayer Olkin

Indicateurs	Valeur	Probabilité
Kaiser-Meyer-Olkin	0,71	-
Bartlett test of homogeneity of variances	5243,21***	0,000

Les trois composantes principales comptent pour 51,04% de la variabilité des données originales. Le premier axe (F1) exprime 24,68 % de la variance totale, le deuxième 18,61% et le troisième 7,76%. La première composante est caractérisée par le sexe, le niveau d'étude, l'origine du répondant, le fumage et la friture de poissons comme activité principale, la

pêche comme activité liée à la mangrove, le fumage et la friture de poissons comme activité liée à la mangrove (opposition), la pêche comme source de revenus (opposition), le fumage et la friture de poissons comme source de revenus, et la production du sel comme source de revenus, qui contribuent fortement à la formation de l'axe. La deuxième composante (F2) explique plus la taille du ménage, la production du sel comme activité principale (opposition), l'agriculture comme activité liée à la mangrove, la production du sel comme activité liée à la mangrove, l'agriculture comme source de revenus, la production du sel source de revenus (opposition) et l'unité de bétail tropical par ménage. Le troisième facteur (F3) est mieux exprimé par le maraîchage et le mareyage comme activités principales, le maraîchage comme activité liée à la mangrove (opposition), le maraîchage et le mareyage comme sources de revenus. La classification hiérarchique réalisée à partir des coordonnées des observations sur les 3 dimensions retenues à partir de l'ACP a fait ressortir trois types de ménage, représentés par le dendrogramme de la figure 11.

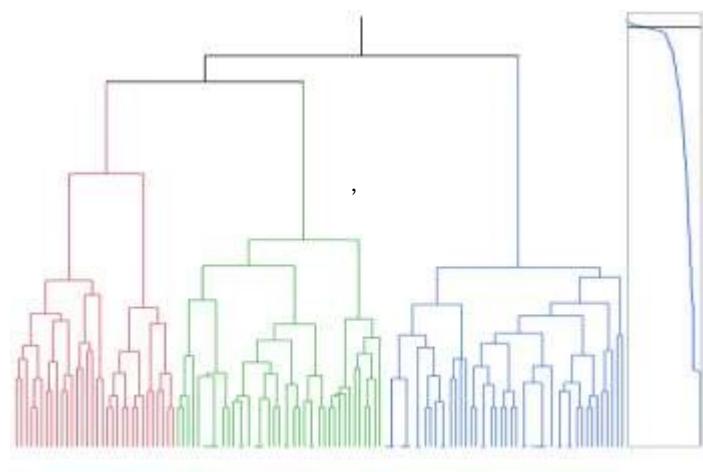


Figure 2 : Classification hiérarchique des ménages enquêtés dans les zones de mangrove

Le tableau 3 présente les caractéristiques socio-économiques des types de ménages identifiés dans les zones de mangroves. Le premier type de ménage (Tableau 2) est composé de 125 ménages, soit 40,80% de l'échantillon total. Il est composé majoritairement de personnes âgées (48,30%), de femmes (96,10%) avec des ménages de taille moyenne (46,60%). En matière d'élevage, 46,60% ont un Unité de bétail tropical (UBT) par ménage moins de 5. La production de sel (94,40%), le fumage/friture de poissons (100,00%) et le mareyage (66,70%) constituent des activités principales pour la majeure partie. Le second type de ménage (Tableau 5) regroupe 72 ménages (23,50%) et comprend plus des adultes (28,00%) et des hommes (39,30%). La taille du ménage est plus petite chez ce type (30,60%) ; et ils sont plus instruit (27,20%) et sont composé d'une partie des autochtones

(29,20%). En outre, une forte proportion de ce type ne possède pas de bétail (43,90%). Par ailleurs, la pêche constitue l'activité principale pour 47,30% et est plus liée à l'utilisation des mangroves (38,10%). Dans la troisième catégorie de ménages regroupant 109 ménages (Tableau 5), 51,50% des ménages sont majoritairement jeunes et plus des hommes (59,60%). Ce type de ménage est dans 40,80% des cas, autochtones des villages de la zone d'étude. Cette catégorie de ménage possède un UBT supérieur ou égal à 5. Il exerce principalement comme activités l'agriculture (96,30%) et la pêche (52,70%).

Tableau 3 : Caractéristiques des types de ménage identifiés

Variables	Types de ménages			χ^2
	1	2	3	
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	
Part dans l'échantillon	125 (40,80%)	72 (23,50%)	109 (35,60%)	
Age	Jeune (16-34 ans)	9 (27,30%)	7 (21,20%)	8,43*
	Adulte (35-59 ans)	74 (38,90%)	52 (28,00%)	
	Vieux (≥ 60 ans)	42 (48,30%)	13 (14,90%)	
Sexe du répondant	Féminin	123 (96,10%)	2 (1,60%)	259,02***
	Masculin	2 (1,10%)	70 (39,30%)	
Taille du ménage	Petite (0-5)	60 (37,50%)	49 (30,60%)	10,91**
	Moyenne (6-10)	61 (46,60%)	20 (15,30%)	
	Grande (11-20)	4 (26,70%)	3 (20,00%)	
Niveau d'étude du répondant	Non instruit	100 (61,30%)	33 (20,20%)	68,63***
	Instruit	25 (17,50%)	39 (27,30%)	
Origine du répondant	Allocorporelle	53 (80,30%)	2 (3,00%)	51,20***
	Autochtone	72 (30,00%)	70 (29,20%)	
Superficie totale de terre exploitée par le ménage	0,5-2,5	122 (41,80%)	67 (22,90%)	2,29
	2,6-5	3 (21,40%)	5 (35,70 %)	
Quantité de la main d'œuvre	0-4	102 (41,10%)	70 (24,00%)	1,38
	5-8	5 (35,70%)	2 (14,30%)	
Unité de bétail tropical (UBT) par ménage ¹	Pas de bétail	22 (26,80%)	36 (43,90%)	23,90***
	Moins de 5	102 (46,60%)	36 (16,40%)	
	≥ 5	1 (20,00%)	0 (0,00%)	
Agriculture comme activité principale		1 (3,70%)	0 (0,00%)	46,19***
Pêche comme activité principale		0 (0,00%)	70 (47,30%)	196,06***
Production du sel comme activité principale		17 (94,40%)	0 (0,00%)	23,82***
Fumage et friture de poissons comme activité principale		101 (100,00%)	0 (0,00%)	227,37***
Maraîchage comme activité principale		1 (10,00%)	1 (10,00%)	18,16***
Mareyage comme activité principale		2 (66,70%)	0 (0,00%)	1,52

Agriculture comme activité liée à la mangrove	51 (37,00%)	0 (0,00%)	87 (63,00%)	119,64***
Pêche comme activité liée à la mangrove	5 (2,80%)	67 (38,10%)	104 (59,10%)	236,93***
Production du sel comme activité liée à la mangrove	45 (95,70%)	1 (2,10%)	1 (2,10%)	66,91***
Fumage et friture de poissons comme activité liée à la mangrove	104 (99,00%)	1 (1,00%)	0 (0,00%)	233,52***
Production du vin de palme comme activité liée à la mangrove	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (1,00%)	1,76
Maraîchage comme activité liée à la mangrove	3 (14,30%)	1 (4,80%)	17 (81,00%)	23,84***
Une part importante du revenu du ménage est issu de l'agriculture	47 (36,70%)	1 (0,80%)	80 (62,50%)	88,59***
Une part importante du revenu du ménage est issu de la pêche	6 (3,70%)	69 (42,30%)	88 (54,00%)	197,45***
Une part importante du revenu du ménage est issu du fumage et de la friture de poissons	103 (98,10%)	2 (1,90%)	0 (0,00%)	226,11***
Une part importante du revenu du ménage est issu du maraîchage	4 (17,40%)	2 (8,70%)	17 (73,90%)	18,38**
Une part importante du revenu du ménage est issu de la mareyage	1 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (50,00%)	3,53
Une part importante du revenu du ménage est issu de la fabrication de natte en paille	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2,36
Une part importante du revenu du ménage est issu de la production de sel	35 (97,20%)	1 (2,80%)	0 (0,00%)	56,06***

3.2. Perception de l'état des mangroves en fonction des types de ménages

3.2.1. Indices moyens de dégradation des mangroves

Il existe une différence statistiquement significative entre les types de ménages par rapport à l'indice moyen de dégradation des mangroves, au seuil de 5%. Tous les trois types de ménage perçoivent que les mangroves sont dégradées. Les ménages de type 3 perçoivent plus la dégradation des mangroves avec un indice moyen de dégradation de

$3,16 \pm 0,73$ (mangroves dégradées). Parmi les localités de mangroves,

la mangrove de Kpétou est perçue comme très dégradée avec un indice moyen de $3,47 \pm 0,58$ avec une différence très significative de 1% (Tableau 6).

Tableau 6 : Indices moyens de dégradation des mangroves par type de ménage

Zones d'étude	Types de ménages			Total
	1	2	3	
Hio	2,57 ($\pm 0,94$)	2,00 ($\pm 1,02$)	1,00 ($\pm 0,00$)	2,19 ($\pm 1,02$)*
Tôgbin	2,55 ($\pm 1,04$)	3,00 ($\pm 0,45$)	3,33 ($\pm 1,15$)	2,84 ($\pm 0,85$)*
Djègbadjì	2,57 ($\pm 0,65$)	3,2 ($\pm 0,84$)	2,8 ($\pm 0,84$)	2,75 ($\pm 0,74$)*
Djondji	2,9 ($\pm 0,57$)	3,0 ($\pm 0,00$)	2,85 ($\pm 0,69$)	2,89 ($\pm 0,58$)*
Couffonou	2,58 ($\pm 0,79$)	2,73 ($\pm 0,88$)	2,00 ($\pm 0,00$)	2,64 ($\pm 0,83$)*
Hountoun	2,55 ($\pm 0,69$)*	3,11 ($\pm 0,65$)*	2,67 ($\pm 0,52$)*	2,86 ($\pm 0,69$)*
Kpétou	3,41 ($\pm 0,62$)	3,5 ($\pm 0,71$)	3,5 ($\pm 0,58$)	3,47 ($\pm 0,58$)*
Séhougnato	3,44 ($\pm 0,53$)	3,31 ($\pm 0,60$)	3,00 ($\pm 0,00$)	3,35 ($\pm 0,56$)*
Avlô	3,10 ($\pm 0,54$)	-	3,00 ($\pm 0,53$)	3,06 ($\pm 0,53$)*
Nicouécondjì	2,67 ($\pm 0,58$)*	3,33 ($\pm 0,58$)*	3,67 ($\pm 0,52$)*	3,33 ($\pm 0,61$)*
Total	2,87 ($\pm 0,77$)*	2,91 ($\pm 0,88$)*	3,16 ($\pm 0,73$)*	2,95 ($\pm 0,81$)

*Moyenne des indices de dégradation : non dégradé : 1 à 1,80 ; peu dégradé : 1,81 à 2,60 ; dégradé : 2,61 à 3,40 ; et très dégradé : 3,41 à 4,00 (Rooshdia et al., 2018). * : $p < 0,1$; ** : $p < 0,05$; *** : $p < 0,01$*

3.2.2. Perception locale des facteurs de dégradation des mangroves du site Ramsar 1017

Les facteurs de dégradation qui influencent la dynamique d'occupation du sol des mangroves du site Ramsar 1017 sont de deux ordres : anthropiques et environnementaux (Figures 3 et 4).

D'après la population locale, les facteurs environnementaux de dégradation incluent principalement les conditions climatiques, telles que les crues (53%) et la sécheresse (26%) (Figure 3a). Les catastrophes naturelles, notamment les vents violents (75%) et les tempêtes (25%) (Figure 3b), ainsi que l'érosion qui provoque l'ensablement des mangroves (55%, Figure 3c) sont également perçues comme des menaces. Par ailleurs, des phénomènes liés à la mer, tels que l'élévation du niveau de la mer (52%) et les intrusions marines (29%) sont cités parmi les principaux facteurs environnementaux (Figure 3d).

En ce qui concerne les facteurs anthropiques (Figure 4), l'exploitation des ressources naturelles apparaît comme un élément clé de la dégradation. La collecte de bois pour les besoins domestiques (14%), la pêche (10%), l'utilisation de méthodes de pêche prohibées (13%), la production de sel (8%) et la collecte de bois pour la construction de paniers de lixiviation (5%) sont identifiés par la population (Figure 4a). Par ailleurs, l'occupation du sol par des activités telles que la construction d'akadjas (21%), l'agriculture (15%), l'installation de sites de production de sel (15%) et l'aménagement routier (12%) est également perçue comme un facteur important de dégradation des mangroves (Figure 4b).

La pollution des mangroves est également mentionnée, notamment par les rejets de polluants et d'eaux usées (35%) ainsi que par l'insalubrité due à une mauvaise gestion des déchets (vieux filets de pêche, matériaux de construction, ordures ménagères) (34%). L'utilisation de pesticides et d'engrais pour l'agriculture (28%) contribue également à la pollution, tandis que la pollution côtière est très faiblement signalée (2%) (Figure 4c).

Parmi les facteurs démographiques, la pression démographique (56%), l'urbanisation (28%) et la migration (16%) sont considérées comme des causes majeures de la dégradation des mangroves (Figure 4d). Les facteurs économiques, notamment le niveau de pauvreté élevé de la population locale (85%) et la demande croissante de bois de chauffe dans les centres urbains (9%), sont également perçus comme des moteurs de cette dégradation (Figure 4e).

Enfin, en matière de gouvernance, la population locale souligne la faible gouvernance (20%), le manque d'alternatives durables (16%), l'application inadéquate des lois (14%), la distribution illégale des ressources communautaires (14%) et l'insuffisance des capacités d'adaptation de la population locale (13%) comme facteurs contribuant à la dégradation des mangroves (Figure 4f).

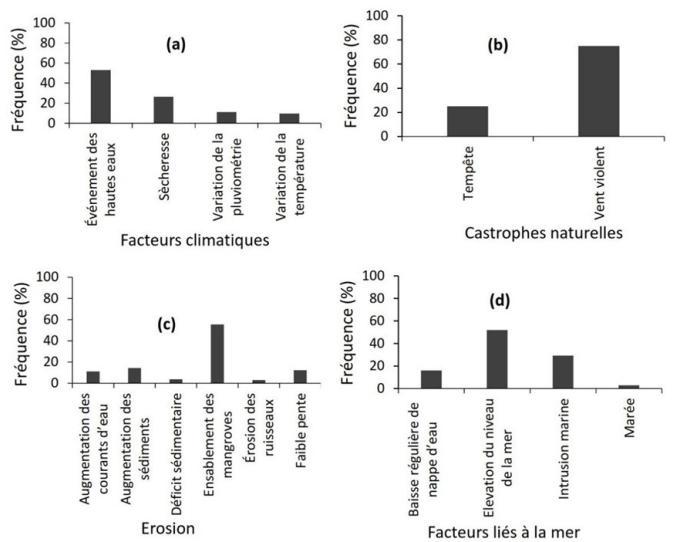


Figure 3: Facteurs environnementaux de la dégradation des écosystèmes de mangrove

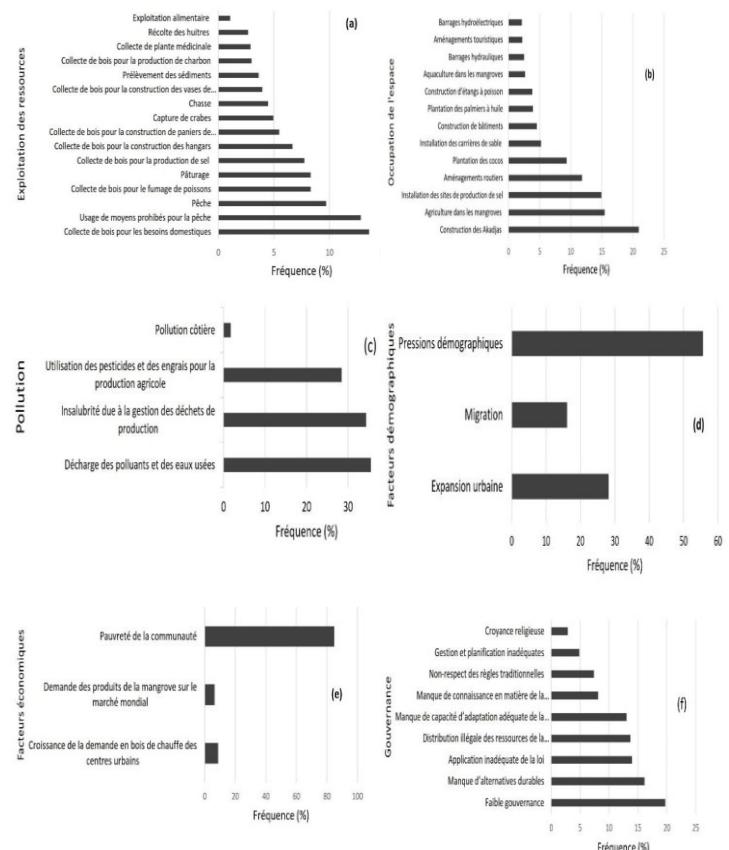


Figure 4 : Facteurs anthropiques de la dégradation des écosystèmes de mangrove

3.2.3. Indices de sévérité pour les différents facteurs de dégradation selon la perception des ménages

✓ Facteurs anthropiques

3.2.3.1. Pêche

Une différence significativement de la perception sur la pêche est observée entre les types de ménage et entre les localités de mangroves ($p < 0,01$) (Figure 5). La pêche contribue très sévèrement à la destruction de la mangrove à Hio et faiblement dans la localité de Togbin. Une différence significative de la perception se situe bien entre ces deux localités. Les ménages de type 1 et 2 constatent que la pêche est un facteur de dégradation moyen de la mangrove contrairement aux ménages de types 3 qui constatent une dégradation sévère, avec une différence significative entre le type 3 et chacun des deux autres types de ménages.

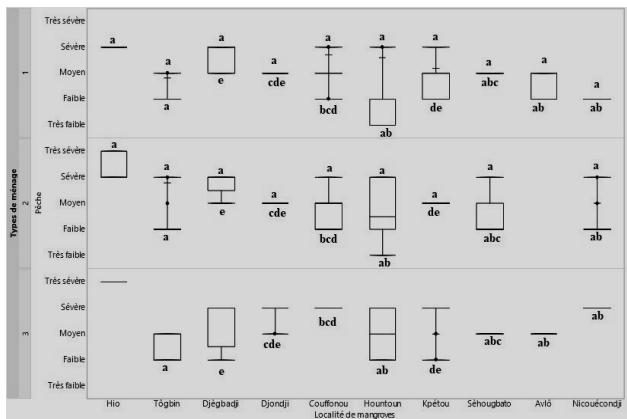


Figure 5 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de la pêche sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages. Moyenne des indices de sévérité : très faible pour de 1 à 1,80; faible de 1,81 à 2,60; moyen de 2,61 à 3,40; sévère de 3,41 à 4,20 et très sévère de 4,21 à 5,00 (Rooshdia et al., 2018).

3.2.3.2. Agriculture

Une différence significative de la perception sur l'agriculture est observée entre les types de ménages ($p < 0,05$) (Figure 6) et les localités de mangroves ($p < 0,01$). L'agriculture contribue à la destruction des mangroves de Togbin et très faiblement à celle d'Avlo. Une différence significative de la perception se situe bien entre ces deux localités (différents groupes de lettres). En moyenne, les trois types de ménages voient une faible sévérité de l'agriculture dans la dégradation de la mangrove, mais avec un impact plus grave selon la perception du type 2.

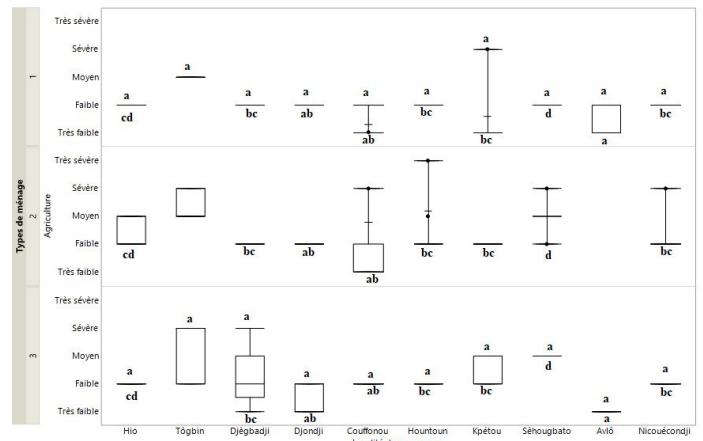


Figure 6 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de l'agriculture sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.3.3. Coupe de bois

Une différence significative de la perception des localités sur la coupe de bois est observée entre les types de ménages sur la dégradation de la mangrove ($p < 0,01$). La coupe de bois contribue très sévèrement à la dégradation de la mangrove de Djégbadjji et sévèrement à celle de Hio avec une différence significative de la perception entre les deux localités. En effet, tous les types de ménage perçoivent un effet sévère de la coupe de bois sur la dégradation de la mangrove, mais le niveau de perception de la dégradation augmente en partant du type 1 au type 3 (Figure 7).

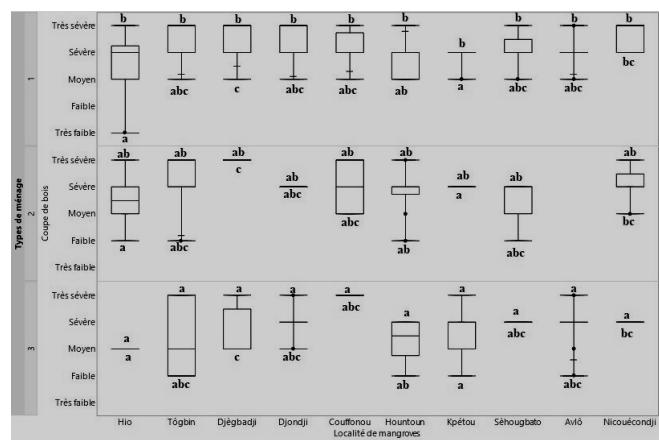


Figure 7 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de la coupe de bois sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.3.4. Urbanisation des côtes

Une différence significative de la perception sur l'urbanisation des côtes est constatée entre les types de ménages ($p < 0,01$) et les localités de mangroves ($p < 0,01$). En moyenne, l'urbanisation des côtes contribue sévèrement à la dégradation des mangroves à Djégbadjji et très faiblement à Hio. Il existe une différence significative entre la perception sur ce facteur entre les deux localités. A part la localité de Hountoun qui constate une sévérité moyenne d'urbanisation des côtes sur ses mangroves et la localité de Couffonou avec l'effet très faible, les autres

localités restantes le trouvent faible. Dans l'ensemble, la perception des types de ménages sur la dégradation des mangroves montre que l'urbanisation des côtes à un faible impact. Cette perception est plus poussée chez les ménages de type 1, et alors que ceux de type 3 observe un degré de sévérité plus élevé (Figure 8).

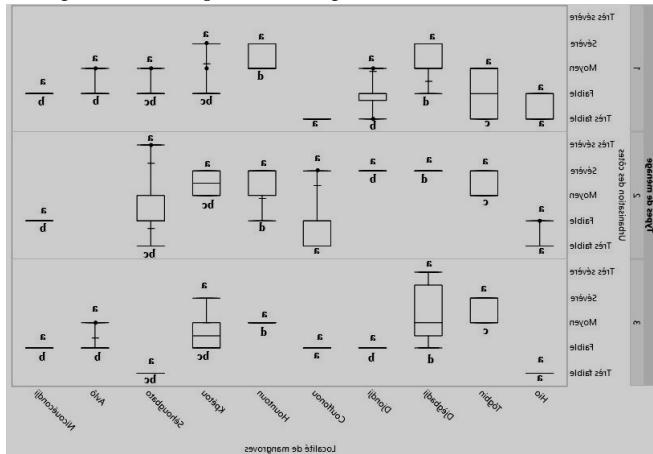


Figure 8 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de l'urbanisation des côtes sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménage

3.2.3.5. Prélèvement de sédiments

Une différence statistiquement significative de la perception sur le dragage et l'extraction du sable est constatée entre les types de ménages et les localités de mangroves ($p < 0,01$). Le prélèvement de sédiments contribue sévèrement à la dégradation de la mangrove de Tôgbîn et très faiblement à celle d'Avô avec une différence significative entre les deux localités. Les types de ménages constatent en moyenne que la sévérité de ce facteur est faible sur la dégradation des mangroves. Les ménages de type 1 constatent un impact beaucoup plus faible que les ménages 2 et 3 (Figure 9).

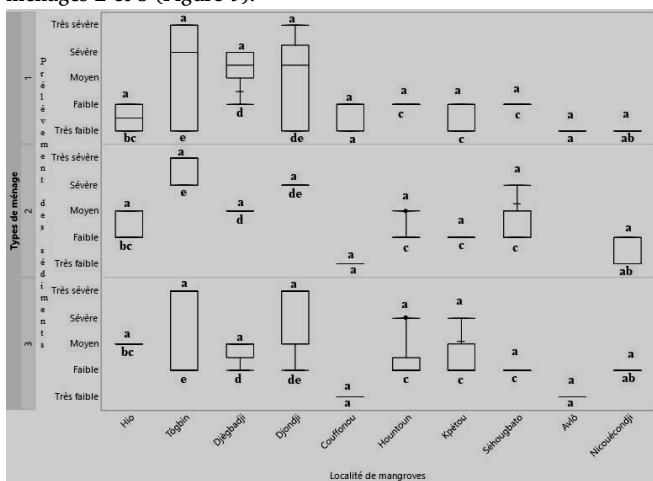


Figure 9 : Box plots de l'indice moyen de sévérité du prélèvement de sédiments sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages.

3.2.3.6. Augmentation de la démographie

Une différence significative de la perception des localités sur la sévérité de l'augmentation de la démographie sur la dégradation des mangroves est observée entre les types de ménages et les localités ($p < 0,01$). L'augmentation de la population contribue sévèrement à la dégradation des mangroves d'Avô et faiblement sur la mangrove de Togbin avec une différence significative entre les deux localités. Les mangroves de trois localités telles que Kpétou, Djondji et Nicouécondji sont moyennement affectées par l'augmentation de la démographie. Les trois types de ménages perçoivent un effet moyen de dégradation des mangroves au niveau de ce facteur, mais ceux de type 3 constatent que les mangroves sont plus impactées par ce facteur que le type 1 et le type 2 (Figure 10).

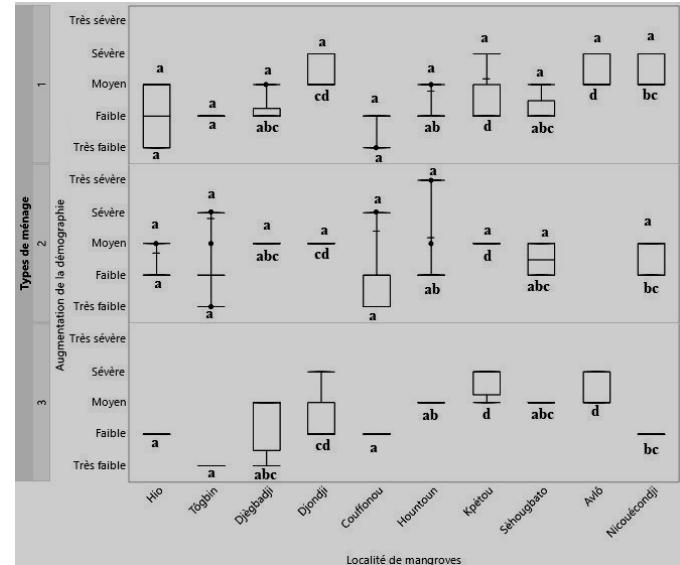


Figure 10 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de l'augmentation de la démographie sur la dégradation des mangroves

3.2.3.7. Tourisme

Une différence significative de la perception sur le tourisme est constatée entre les types de ménages ($p < 0,01$) et les localités de mangroves ($p < 0,01$) (Figure 11). Le tourisme affecte sévèrement la mangrove de la localité de Djondji et très faiblement celle d'Avô avec une différence significative entre les deux localités. La mangrove qui est moyennement dégradée avec le tourisme est celle de Nicouécondji; alors que celles de Séhoubatô, de Kpétou, de Hio et de Togbin sont faiblement affectées par ce facteur. L'impact est plus prononcé au niveau des mangroves de Kpétou que les deux autres localités.

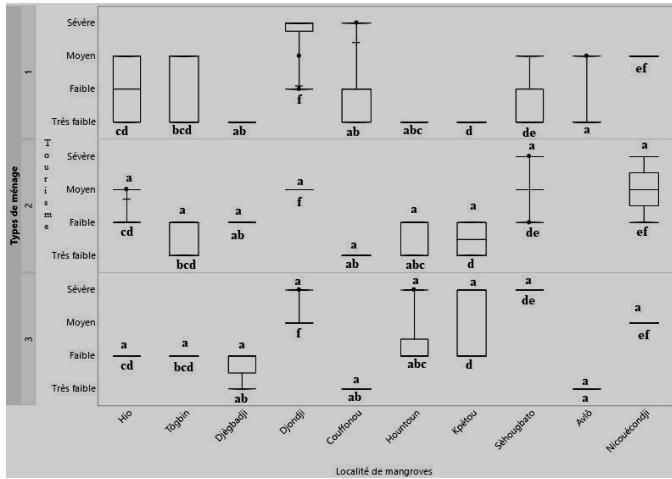


Figure 11 : Box plot de sévérité du tourisme selon la perception des types de ménages au sein des localités de mangroves

3.2.4. Facteurs environnementaux

3.2.4.1. Erosion côtière

Une différence significative de la perception de l'érosion côtière sur la dégradation des mangroves est observée entre les localités de mangroves ($p < 0,01$). L'érosion côtière contribue sévèrement à la dégradation de la mangrove de Hountoun et faiblement à celle Hio avec une différence significative des perceptions entre les deux localités. Par ailleurs, les huit (8) autres localités sont moyennement affectées par l'érosion côtière. Il existe une différence significative entre la perception des localités de Nicouécondji et de Djégbadjji. Les trois types de ménages perçoivent une sévérité moyenne de l'érosion côtière sur la dégradation des mangroves (Figure 12).

V

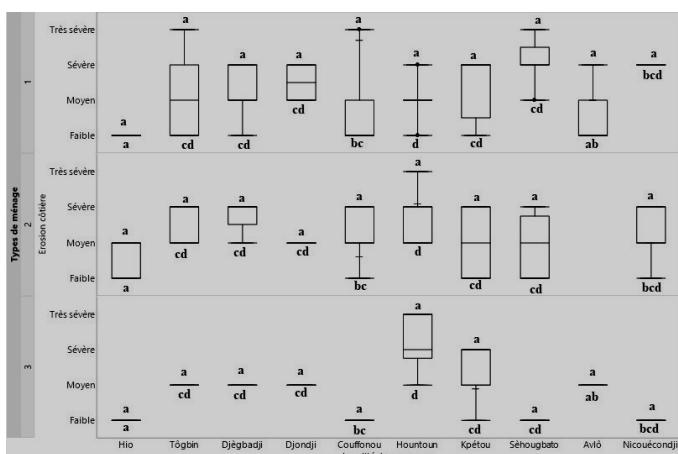


Figure 12 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de l'érosion côtière sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.4.2. Pollution

Une différence significative de la perception de la pollution sur la dégradation des mangroves est observée entre les localités ($p < 0,01$) (Figure 13) et au niveau des types de ménage. La pollution contribue sévèrement à la dégradation de la mangrove de Hountoun et faiblement la mangrove d'Avô avec une différence significative entre les deux localités. De plus, les mangroves de Hio, de Couffonou et de Djégbadjji sont sévèrement affectées par la pollution. Ce facteur contribue moyennement à la dégradation des mangroves de Nicouécondji et de Djondji. Tous les types de ménages perçoivent une sévérité moyenne de la dégradation des mangroves, qui est plus prononcée chez le type 2.

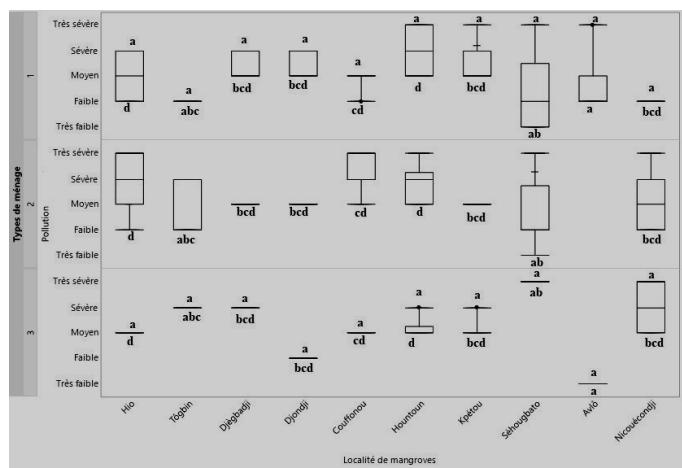


Figure 13 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de la pollution sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.4.3. Variabilité pluviométrique

Une différence significative de la perception de la variabilité pluviométrique sur la dégradation des mangroves est observée entre les localités ($p < 0,01$). La variabilité climatique contribue sévèrement à la dégradation de la mangrove de Nicouécondji et faiblement à celle de Hio avec une différence significative entre la perception des deux localités. Aussi, l'effet sévère de la variabilité pluviométrique est constaté sur la dégradation des mangroves de Djondji et de Hountoun. Les mangroves de Couffonou et de Kpétou sont faiblement dégradées par la variabilité pluviométrique. Tous les types de ménage perçoivent une dégradation moyenne des mangroves par la variabilité pluviométrique (Figure 14).

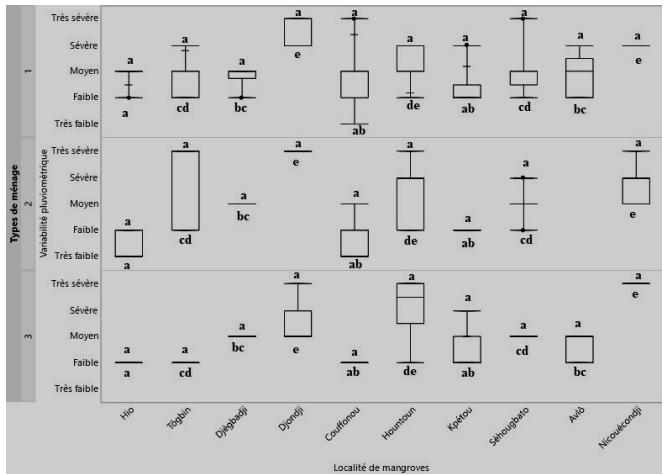


Figure 14 : Box plots de l'indice moyen de sévérité de la variabilité pluviométrique sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.4.4. Salinisation

Une différence significative de la perception des localités sur la dégradation des mangroves par la salinisation est observée au niveau des localités ($p < 0,01$). La salinisation contribue sévèrement à la dégradation des mangroves de Djègbadji et très faiblement à celle de Séhougbato avec une différence significative entre la perception des deux localités. La mangrove de Nicouécondji est sévèrement

affectée par la salinisation. Celles de Djondji, d'Avô et de Hountoun sont moyennement affectées par ce facteur, avec un impact plus prononcé dans la localité de Djondji. La perception de Hountoun diffère significativement de celles d'Avô et de Djègbadji (Figure 15).

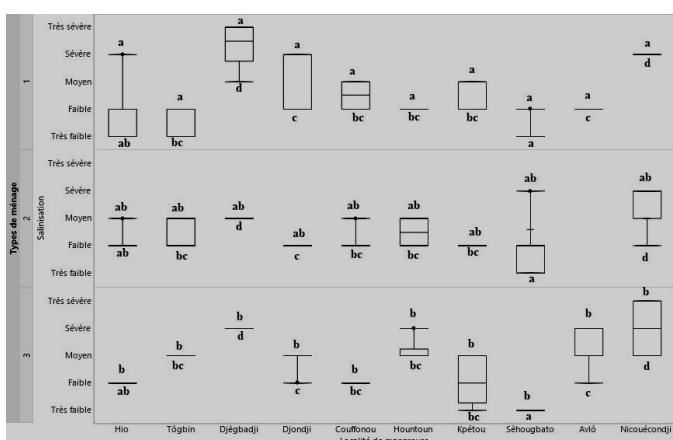


Figure 15 : Box plot de l'indice moyen de sévérité de la variabilité pluviométrique sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.2.4.5. Ensablement des mangroves

Une différence significative de la perception sur l'ensablement des mangroves est constatée entre les types de ménages ($p < 0,01$) et les

localités de mangroves ($p < 0,01$). L'ensablement des mangroves contribue moyennement à la dégradation des mangroves d'Avô, et très faiblement à celle de Nicouécondji avec une différence significative entre les perceptions des deux localités. Ce facteur contribue faiblement à la dégradation des mangroves de Djègbadji, de Togbin, de Hio et de Hountoun. Les ménages de type 1 et 2 perçoivent que l'ensablement affecte faiblement la dégradation des mangroves (Figure 16).

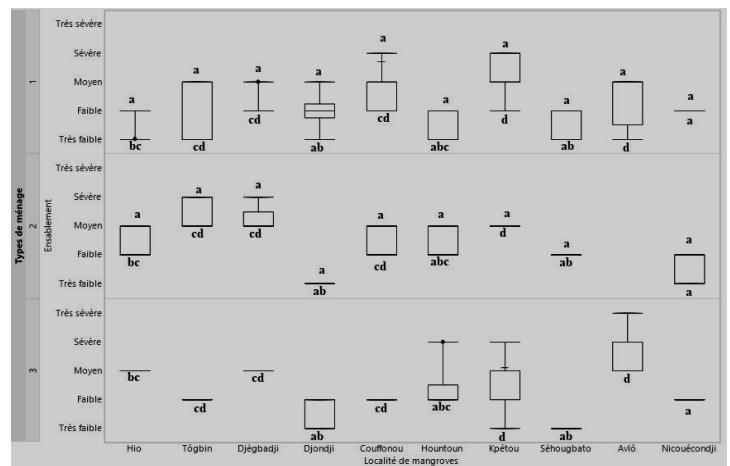


Figure 16: Box plots de l'indice moyen de sévérité de l'ensablement des mangroves sur la dégradation des mangroves selon la perception des types de ménages

3.3. Facteurs influençant la perception sur la dégradation des mangroves

Les résultats obtenus de la régression logistique ordinaire sont présentés dans le tableau 4. Globalement, les modèles sont significatifs au niveau des ménages de type 2 (5%), de type 3 (1%) et de l'ensemble (1%). Au niveau des modèles, les variables indépendantes expliquent 5%, 8%, 20% et 5% des variations du niveau de la perception de la dégradation des mangroves, des ménages de type 1, de type 2, type 3 et de l'ensemble, respectivement. Les modèles expliquent le risque de passage de la dégradation des mangroves de très dégradée vers non dégradée en passant par les différents niveaux, avec le calcul des OR ajustés. Les résultats montrent qu'au niveau des ménages de type 1, la pêche comme activité liée à la mangrove ($p < 10\%$) a une influence positive sur la perception du niveau de dégradation de la mangrove. Plus les ménages de type 1 pratiquent la pêche dans les mangroves et ils ont $OR = 5,41$ plus de chance de percevoir les mangroves comme très dégradées. L'instruction et la pratique de la production du sel proche des zones de mangroves diminue la chance de 0,39 et 0,47 fois, respectivement, de percevoir la dégradation poussée des mangroves chez le type 1. Chez les ménages de type 2, le nombre de parcelle par ménage a une influence significative négative sur la perception de la dégradation des mangroves, $p < 5\%$. Plus le nombre de parcelles par ménage augmente de 1, la perception du niveau de dégradation des mangroves de ce type ménage à moins de 0,62 de chance d'être reconnue. La pratique de la pêche et une augmentation en âge d'une unité augmentent plus la chance de percevoir

les mangroves plus dégradées de 8,44 et 1,43 fois, respectivement. Avec les ménages de type 3, la taille du ménage ($p < 1\%$), la pratique de la pêche dans les mangroves ($p < 1\%$) et le nombre de parcelles par ménages ($p < 5\%$) influencent positivement la perception du niveau de dégradation des mangroves. Ainsi, ces variables contribuent à 2,57, 41,30 et 6,07 fois plus de chance de percevoir les mangroves très dégradées, respectivement. En considérant l'ensemble des ménages, la pratique du fumage et la friture de poissons comme une activité en lien avec la mangrove (($p < 10\%$), l'âge ($p < 5\%$) et la pêche ($p < 5\%$) ont une influence positive sur la perception de la dégradation des mangroves.

Tableau 4 : Identification des déterminants socio-économiques de la perception sur la dégradation des mangroves par la régression logistique ordinale

Variables	Type 1		Type 2		Type 3		Ensemble	
	Coef \pm SECoef	OR \pm SEOR	Coef \pm SECoef	OR \pm SEOR	Coef \pm SECoef	OR \pm SEOR	Coef \pm SECoef	OR \pm SEOR
Age	0,19 \pm 0,18	1,21 \pm 0,22	0,36 \pm 0,21*	1,43 \pm 0,30*	0,04 \pm 0,32	1,04 \pm 0,33	0,21 \pm 0,12*	1,24 \pm 0,14*
Sexe (1 = Homme, 0 = Femme)	0,83 \pm 1,03	2,30 \pm 2,37	-0,68 \pm 0,90	0,50 \pm 0,46	0,26 \pm 2,06	1,30 \pm 2,67	-0,73 \pm 0,51	0,48 \pm 0,25
Taille du ménage	0,34 \pm 0,20*	1,41 \pm 0,28*	-0,24 \pm 0,18	0,79 \pm 0,14	0,96 \pm 0,32***	2,57 \pm 0,83***	0,08 \pm 0,11	1,08 \pm 0,12
Niveau d'étude	-0,95 \pm 0,49*	0,39 \pm 0,19*	-0,04 \pm 0,43	0,96 \pm 0,41	0,61 \pm 0,51	1,84 \pm 0,94	-0,19 \pm 0,25	0,82 \pm 0,21
Agriculture	0,19 \pm 0,49	1,20 \pm 0,59	-0,45 \pm 0,54	0,64 \pm 0,34	-	-	-0,16 \pm 0,28	0,85 \pm 0,24
Pêche	1,69 \pm 0,97*	5,41 \pm 5,24*	2,13 \pm 0,83**	8,44 \pm 7,02**	3,72 \pm 1,26***	41,30 \pm 50,01***	1,99 \pm 0,47***	7,33 \pm 3,46***
Production du sel	-0,76 \pm 0,41*	0,47 \pm 0,19*	1,86 \pm 1,63	6,45 \pm 10,51	-1,34 \pm 2,02	0,26 \pm 0,53	-0,30 \pm 0,35	0,74 \pm 0,26
Fumage et friture de poissons	0,37 \pm 0,52	1,45 \pm 0,76	-0,24 \pm 2,00	0,79 \pm 1,58	-	-	0,71 \pm 0,43*	2,03 \pm 0,87*
Nombre de parcelles par ménage	-0,25 \pm 0,23	0,78 \pm 0,18	-0,48 \pm 0,21**	0,62 \pm 0,13**	1,80 \pm 0,77**	6,07 \pm 4,66**	-0,30 \pm 0,14**	0,74 \pm 0,11**
Constant 1	-3,53 \pm 0,78		-1,91 \pm 1,06		-3,25 \pm 2,51		-2,38 \pm 0,51	
Constant 2	-0,79 \pm 0,63		-0,46 \pm 1,03		0,38 \pm 2,49		-0,36 \pm 0,45	
Constant 3	1,59 \pm 0,63		2,00 \pm 1,04		3,39 \pm 2,52		1,99 \pm 0,48	
Nombre d'observation	122		111		73		306	
Prob > Chi ²	0,12		0,019		0,0001		0,0001	
Log likelihood	-131,41		-123,36		-61,93		-338,94	
LR Chi ²	LR Chi2(10) = 15,24		LR Chi2(10) = 21,27		LR Chi2(8) = 30,84		LR chi2(10) = 37,07	
Pseudo R ²	0,054		0,079		0,199		0,052	

*** : significatif à 1 % ; ** : significatif à 5 % ; * : significatif à 10 %. Coef : Coefficient ; SECoef : Erreur Standard du coefficient ; OR : Odds Ratio ; SEOR : Erreur Standard de l'Odds Ratio ; - signifie que cette variable a été supprimé lors du tournage du modèle à cause du problème de colinéarité observé chez le type 3.

3.4. Contribution des facteurs à la dynamique des écosystèmes de mangrove du site Ramsar 1017

La Figure 17 présente l'importance relative (RII) des différents facteurs anthropiques affectant les écosystèmes de mangroves. Elle met en évidence une variabilité spatiale marquée de l'intensité des pressions humaines selon les localités, ainsi qu'entre les types de facteurs considérés : exploitation des ressources, occupation de l'espace, pollutions, facteurs démographiques, facteurs économiques et gouvernance. Dans l'ensemble, plusieurs zones telles qu'Avlo, Adounko et Toligbé présentent des indices RII élevés pour la majorité des facteurs, indiquant une pression anthropique très sévère. La gouvernance y apparaît comme le facteur dominant, avec des valeurs supérieures à 0,8, suggérant soit une forte reconnaissance des enjeux institutionnels, soit un déficit de régulation et de gestion efficace des ressources. Ces localités se distinguent également par une forte exploitation des ressources naturelles et une occupation intensive de terres. D'autres villages comme Sèhougbato se caractérisent par une occupation de terre particulièrement marquée (RII proche de 1), ce qui peut refléter une urbanisation ou une expansion agricole incontrôlée. En revanche, des localités comme Houakpè-Daho, Hountoun, Kpétou et Nicouècondji présentent des indices RII généralement plus faibles, notamment en ce qui concerne l'occupation des terres et les pollutions, suggérant une moindre pression anthropique. Les facteurs démographiques et économiques affichent des niveaux de pression modérés à sévères dans la majorité des villages, traduisant la dépendance croissante des populations locales aux services écosystémiques fournis par les mangroves. La pollution, quant à elle, reste une menace non négligeable dans des zones comme Togbin, Couffonou et Djègbadji, probablement liée aux rejets domestiques ou à l'usage agricole des terres environnantes.

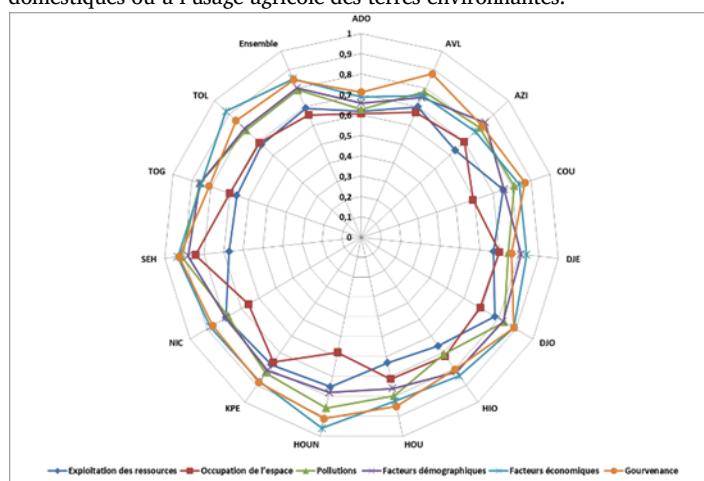


Figure 17 : Importance de l'indice relatif (RII) des facteurs anthropiques dans les zones de mangroves

Légende : Adounko (ADO), Avlo (AVL), Azizakoué (AZI), Couffonou (COU), Djègbadji (DJE), Djondji (DJO), Hio (HIO), Houakpè-Daho (HOU), Hountoun (HOUN), Kpétou (KPE), Nicouècondji (NIC), Sèhougbato (SHE), Togbin (TOG), Toligbé (TOL). Très sévère pour (0,8

$\leq RII \leq 1$), sévère pour (0,6 $\leq RII \leq 0,8$), moyenne pour (0,4 $\leq RII \leq 0,6$), faible pour (0,2 $\leq RII \leq 0,4$) et très faible pour (0 $\leq RII \leq 0,2$)

3.5. Analyse des facteurs de dégradation des mangroves au Bénin selon la littérature

La figure ci-dessus présente un nuage de mots illustrant les principaux facteurs de dégradation des mangroves au Bénin, identifiés dans au moins cinq études scientifiques. Il ressort clairement que la pêche constitue le facteur le plus fréquemment cité, ce qui souligne son impact significatif sur les écosystèmes de mangroves. En effet, les pratiques de pêche intensive, souvent non réglementées, peuvent entraîner la destruction des habitats, notamment par l'utilisation de techniques destructrices. D'autres facteurs majeurs ressortent également, tels que la collecte de bois pour les besoins domestiques et l'expansion urbaine, qui témoignent d'une forte pression anthropique sur ces milieux. La coupe de bois, notamment pour le fumage de poissons, la construction ou encore la production de charbon, est largement pratiquée dans les zones riveraines, contribuant à l'appauprissement progressif du couvert végétal des mangroves. Les pressions démographiques figurent aussi parmi les facteurs significatifs. La croissance rapide de la population dans les zones côtières accentue la demande en ressources naturelles et en espace, entraînant une exploitation accrue et souvent non durable des mangroves. Par ailleurs, des activités telles que le pâturage, le dragage ou la collecte de plantes médicinales sont également citées comme contribuant à la dégradation de ces écosystèmes, bien qu'elles apparaissent de manière moins dominante dans les publications.

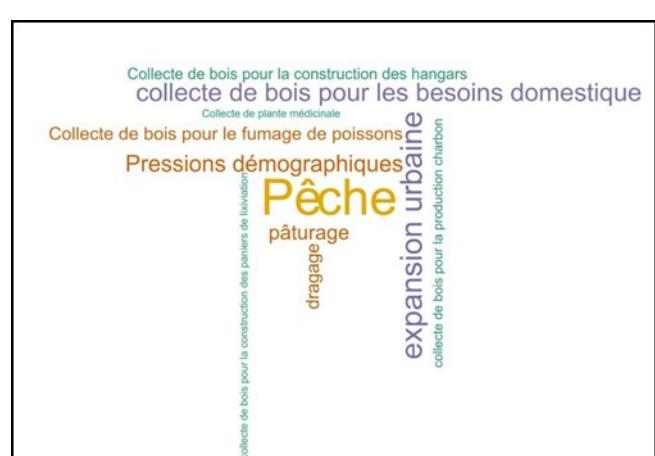


Figure 18 : les Facteurs ayant été cité au moins dans cinq études comme facteurs de dégradation des mangroves au Bénin. La taille des mots dans ce graphique reflète la fréquence à laquelle chaque facteur a été mentionné dans la littérature consultée.

3.6. Mesures d'atténuation de la dégradation de la mangrove selon la perception des populations locales

Les trois (3) types de ménages pensent que les mesures d'atténuation de la dégradation doivent passer par la sauvegarde de la mangrove, la restauration de la mangrove, la sacralisation de la mangrove, la protection des côtes et l'arrêt de dragage du sable autour des mangroves (Tableau 5). Mais la restauration de la mangrove comme mesures d'atténuation de la dégradation est celle qui est plus préconisé par les ménages de type 1 (0,54), de type 2 (0,45) et de type 3 (0,67).

Tableau 5 : Mesures d'atténuation de la dégradation en fonction des types de ménages ayant différentes perceptions

Mesures	Types de ménage			P Valeur	
	1	2	3		
Sauvegarde de la mangrove	0,02±0,041	0,34±0,451	0,23±0,049	0,09	0,28
Restauration de la mangrove	0,54±0,045	0,45±0,047	0,67±0,055	0,16	0,01
Sacralisation de la mangrove	0,10±0,02	0,18±0,03	0,08±0,03	0,13	0,06
Protection des côtes	0,03±0,01	0,09±0,02	0,10±0,03	0,12	0,08
Arrêt de dragage du sable	0,10±0,02	0,04±0,01	0,09±0,03	0,10	0,20

V : Test de V de Cramer

4. Discussion

4.1. Perception locale des facteurs de dégradation : perspective pour la gestion des mangroves

Les populations ont perçu les variations climatiques de leur environnement à travers des distributions de précipitations révélées, des vents de plus en plus violents, des hausses de température et des inondations. Ces changements ont entraîné de nombreuses conséquences liées à l'impact du changement climatique. L'étude de Goebbert et al. (2012) a révélé que les changements climatiques réels sont moins prédictifs des changements perçus des températures locales, mais de meilleurs prédicteurs des inondations et des sécheresses perçues. Le changement climatique entraîne des réductions importantes de la disponibilité des ressources halieutiques, une diminution des rendements agricoles, des précipitations rares, l'avancée des mers, l'augmentation des températures et l'érosion des sols. Les effets du changement climatique sur les écosystèmes de mangrove peuvent être détectés à travers les tendances des conditions physico-chimiques résultant des changements des variables climatiques car les effets directs sur les écosystèmes de mangrove sont difficiles à voir (Snedaker, 1995). Dans les régions tropicales déjà chaudes, une augmentation de la température devrait restreindre l'aire de répartition des mangroves (Jimenez et al., 1985).

En effet, dans l'étude, il a été identifié deux facteurs majeurs à l'origine de la dégradation des écosystèmes de mangrove, il s'agit en effet des facteurs environnementaux qui comprennent l'érosion côtière, la variabilité climatique, la pollution chimique, la salinisation et l'ensablement

et des facteurs anthropiques comme la pêche, l'agriculture, la coupe de bois, l'urbanisation des côtes, le dragage ou extraction du sable, l'augmentation de la démographie en zone côtière, les constructions touristiques. Des analyses, on remarque que les facteurs anthropiques sont majoritairement à l'origine de la dégradation des écosystèmes de mangroves à travers les activités que mènent les populations dans ces milieux. Les activités qui influencent significativement la dégradation des mangroves sont la saliculture, l'agriculture qui nécessite l'utilisation des bois comme bois de chauffe qui sont des causes résultant de l'augmentation de la démographie côtière. Les travaux de Zanvo et al. (2021) sur la dynamique spatio-temporelle des mangroves affirment que les principales causes de la dégradation et de la diminution consécutive des forêts de mangroves sont reconnues comme étant l'augmentation des concentrations de population humaine dans les zones côtières et les activités anthropiques. En fait, les mangroves sont utilisées par les habitants du littoral comme source de bois pour la construction d'habitats, de clôtures et de combustible. Les avantages de divers produits et services issus des forêts de mangrove ont été ressentis par les humains, à la fois sous forme de bois et de produits non ligneux (Wong et al., 2021). En raison de la quantité importante de bois utilisée dans cette activité, des études socio-économiques ont montré que les activités de production artisanale de sel sont principalement responsables du déclin des mangroves et que 65% des exploitants de mangroves abattent les palétuviers (Ogouwalé, 2015). Selon FAO (2009), la production de sel représente 100% de l'utilisation locale et 60% de la consommation nationale, ce qui en fait la deuxième activité la plus importante dans les zones dominées par la mangrove après la pêche. En conséquence, outre l'utilisation du bois à des fins domestiques habituelles, la fabrication du sel et la pêche constituent des menaces importantes pour les forêts de mangroves (López-Angarita et al., 2021). La tendance croissante des communautés côtières engagées dans la production de sel a entraîné la destruction des mangroves, qui sont utilisés comme bois de chauffage (Agoungbome et al., 2020). L'espèce la plus exploitée par les populations est le Rhizophora racemosa.

La pression démographique, l'urbanisation et la migration sont des facteurs clés de la dégradation des mangroves, avec une pression démographique selon la population locale. L'accroissement de la population entraîne une demande accrue en terres pour l'agriculture, en zones d'habitation, en infrastructures et de ressources naturelles côtières (Nchimbi and Lyimo, 2019), ce qui se traduit par un empiétement progressif sur les écosystèmes de mangroves. Un exemple est l'augmentation de la demande en bois énergie, bois de construction, de pièges à poissons et de charbon qui proviennent spécifiquement des mangroves. La tendance similaire a été rapportée par Quinn et al. (2017) et Semesi (1998) dans deux pays : Brésil et Zanzibar.

Les résultats révèlent également que l'urbanisation et la migration accentuent cette dynamique, augmentant la pression sur les ressources naturelles locales. Ces facteurs mettent en lumière la nécessité de

développer des politiques d'aménagement du territoire qui tiennent compte des enjeux écologiques tout en répondant aux besoins des populations croissantes (Beatley and Manning, 2013; Katsanevakis et al., 2011; Teka et al., 2019). Une approche durable pourrait inclure des zones tampons pour protéger les mangroves et une planification urbaine contrôlée, limitant l'expansion des villes dans ces écosystèmes sensibles (Giles-Corti et al., 2016). Les facteurs économiques, notamment le niveau de pauvreté élevé de la population locale et la demande croissante en bois de chauffe dans les centres urbains, jouent également un rôle majeur dans la dégradation des mangroves. La pauvreté pousse les populations à exploiter intensivement les ressources des mangroves, que ce soit pour la collecte de bois de chauffe ou pour d'autres activités de subsistance. La pression accrue sur les écosystèmes pour répondre aux besoins énergétiques souligne l'importance de promouvoir des alternatives économiques et énergétiques durables. Par exemple, encourager l'adoption de sources d'énergie alternatives et développer des activités génératrices de revenus, telles que l'écotourisme ou l'aquaculture durable, permettrait non seulement de protéger les mangroves, mais aussi d'améliorer les conditions de vie des communautés locales.

Le niveau de sévérité des facteurs a été identifié en fonction des types de ménages et des localités. Il ressort par exemple que les ménages de type 1 et 2 considèrent la pêche comme un facteur de dégradation modéré, tandis que ceux de type 3 perçoivent une dégradation sévère, notamment dans des zones comme Hio. Cette divergence de perception met en lumière la nécessité de sensibiliser davantage les ménages sur les impacts environnementaux de leurs activités. Des localités où les facteurs sont jugés sévèrement dégradants, des réglementations strictes doivent être appliquées pour une gestion durable des mangroves.

Enfin les résultats mettent en évidence que la mauvaise gouvernance joue un rôle clé dans la dégradation des mangroves. L'inefficacité de l'application des lois, couplée à la distribution illégale des ressources, favorise une exploitation incontrôlée des mangroves, conduisant ainsi à leur dégradation. Cette gouvernance défaillante crée un environnement où la gestion des ressources naturelles est négligée, empêchant la préservation à long terme des écosystèmes (Lockwood et al., 2010; Schultz et al., 2015). Le manque d'alternatives durables et les faibles capacités d'adaptation de la population aggravent la situation. L'absence de solutions viables pousse les communautés à recourir à des pratiques destructrices. Ainsi, pour une gestion durable, il est essentiel d'améliorer la gouvernance, de renforcer les lois et de sensibiliser la population locale sur l'importance du respect et l'application des lois issues de la gouvernance autochtones ou les communautés locales et la gouvernance des institutions étatiques.

4.2. Facteurs déterminants la perception locale sur les moteurs de dégradation des mangroves

Il ressort des analyses que la perception de la dégradation des mangroves varie selon les types de ménages. Le premier type,

majoritairement composé de personnes âgées et de femmes, se concentre sur la production de sel et le fumage des poissons. Le second type inclut des adultes, avec une taille de ménage plus petite, davantage d'instruction, et se consacre principalement à la pêche. Enfin, le troisième type, composé majoritairement de jeunes et d'hommes, est axé sur l'agriculture et la pêche, possédant un nombre élevé d'unités de bétail. Ces différences révèlent des adaptations variées aux ressources de mangroves pour la subsistance de la population locale.

La perception de la dégradation, chez les ménages de types 1 et 2, est associée positivement aux activités de pêche, car les pêcheurs passent plus de temps dans les mangroves et observent directement les signes de dégradation (Barbosa Filho et al., 2021). Ils sont également plus sensibles aux changements de leur environnement en raison de leur dépendance à l'égard des mangroves pour la pêche (Fogliarini et al., 2021). Par conséquent, les autorités locales devraient collaborer avec les pêcheurs pour surveiller et atténuer la dégradation des mangroves, en tirant partie de leur expertise et de leur sensibilité au changement (Rehren et al., 2022). Les femmes des ménages de type 3 qui fument et font frire du poisson peuvent observer de près l'abondance de poissons dans les mangroves, ce qui les rend particulièrement sensibles à la

dégradation de cet environnement. En effet, la dégradation des mangroves aurait un impact direct sur leurs sources de nourriture et de revenus. Si elles constatent une diminution des ressources halieutiques due à la dégradation, cela pourrait renforcer leur perception obtenue dans cette étude (Treviño et Murillo-Sandoval, 2021). Le odds ratio positif et significatif des ménages de type 3 suggère que les ménages possédant plus de parcelles ont une probabilité beaucoup plus élevée de percevoir les mangroves comme très dégradées. Cela peut être lié au fait que ces ménages ont des intérêts économiques ou des activités agricoles

qui dépendent des mangroves (López-Angarita et al., 2021). Ces disparités dans la perception des ménages fortement influencée par les activités des ménages soulignent l'importance d'une collaboration entre les autorités locales et les communautés pour surveiller et préserver les mangroves, en tenant compte de leurs perceptions et besoins spécifiques. Ces résultats montrent également l'importance des activités économiques et des caractéristiques démographiques dans la perception de la dégradation des mangroves, soulignant la nécessité de stratégies de gestion adaptées aux spécificités de chaque type de ménage. Pour ce faire, les décideurs politiques doivent prendre en compte les populations locales ainsi que leurs avis dans la gestion des mangroves.

4.3. Perception locale sur les mesures d'atténuation de la dégradation des mangroves : Fondements pour une politique de gestion efficace

Les résultats révèlent un consensus parmi les trois types de ménages concernant les mesures d'atténuation de la dégradation des mangroves. La sauvegarde, la restauration et la sacralisation de ces écosystèmes sont jugées essentielles pour leur protection. Cependant, bien que ces actions puissent réduire la pression sur les mangroves, leur mise en œuvre nécessite des ressources que la population locale ne peut gérer seule. En effet, le niveau de vie actuel empêche une gestion

efficace des ressources, en raison de l'insuffisance des fonds, du manque de personnel (Arumugam et al., 2021) et de la méconnaissance de la sylviculture pour certaines espèces. Pour que la conservation soit réussie, il est crucial de développer des activités alternatives génératrices de revenus, comme

l'écotourisme, dans les villages riverains, tout en impliquant les décideurs dans la surveillance et la production de plants pour la restauration. Les ménages de type 1 privilégient la restauration, tandis que les types 2 et 3 montrent un fort soutien à cette mesure, soulignant ainsi l'importance d'intégrer les besoins et les opinions des communautés locales dans les stratégies de gestion. En complément, les recommandations pour la restauration des mangroves devraient inclure des programmes de reboisement et de réhabilitation des zones dégradées. De plus, la protection des côtes et l'arrêt du dragage de sable sont essentiels pour préserver l'intégrité des écosystèmes de mangroves. Des initiatives de sensibilisation visant à informer les communautés sur les bénéfices écologiques et économiques des mangroves pourraient également renforcer leur engagement envers la conservation. Enfin, la sacralisation des mangroves pourrait être envisagée comme une stratégie culturelle selon la population locale. La mise en œuvre de cette stratégie doit impliquer les leaders communautaires pour promouvoir la protection de ces écosystèmes. Les autorités locales doivent collaborer avec les communautés pour établir des règlements clairs et des zones de protection.

Les résultats de cette étude ont mis en évidence que la mauvaise gouvernance constitue un facteur significatif de dégradation des mangroves. Cependant, la population locale perçoit principalement les mesures institutionnelles comme la stratégie d'atténuation appropriée. Cette perception souligne un décalage entre les réalités de la gouvernance et les attentes des communautés vis-à-vis des actions de conservation. La population locale souligne également une absence de réglementation stricte. Ce qui constitue un défi pour la protection et la conservation des mangroves dans de nombreuses régions. Par exemple, au Bénin, le site Ramsar 1017 est bordé d'habitations, de champs et de réseaux routiers, selon la perception de la population locale. Selon Akram et al. (2023), la construction de routes le long des côtes pour accéder à ces bâtiments peut considérablement compromettre les liens hydrologiques naturels entre les habitats. L'absence de réglementation pour contrôler l'expansion des infrastructures sur les îles a affecté l'équilibre naturel de l'écosystème côtier (Akram et al., 2023). Par conséquent, l'érosion chronique près de la côte va augmenter la vulnérabilité des mangroves (Castro-Jiménez et al., 2019). Cependant, le gouvernement n'a pas réussi à administrer correctement les activités de pêche, de production de sel et d'installation de champs aux niveaux local et national pour assurer la protection des mangroves au Bénin, alors que ces activités causent des dommages importants aux ressources aquatiques et perturbent la biodiversité. Des observations similaires ont été rapportées en Australie, où la complexité des compétences et l'absence de politique opérationnelle dans la gestion côtière ont rendu la

gestion inefficace et limité la restauration côtière et marine par rapport à celle des écosystèmes terrestres (Shumway et al., 2021). En Australie, la restauration des mangroves est principalement réglementée par un cadre conçu pour limiter les dommages environnementaux (par exemple, ceux causés par le développement côtier) plutôt que par un cadre visant à obtenir un bénéfice environnemental net (Griffiths et al., 2020). L'absence d'un cadre législatif facilitant la restauration et l'absence d'une juridiction claire dans les environnements marins et côtiers entravent la mise en œuvre de projets de restauration qui pourraient faciliter la réhabilitation des écosystèmes de mangrove (Vierros et al., 2021).

4.4. *Importance des facteurs anthropiques dans la dégradation des mangroves au Bénin*

Les résultats montrent que les domaines de gouvernance, économie, pollution et démographie se situent dans la catégorie « très sévère » ($0,8 \leq RII \leq 1$), attestant de leur rôle prédominant dans la dégradation ($RII \geq 0,8$). Cette importance accordée à ces facteurs est confirmée dans plusieurs études, qui décrivent l'urbanisation croissante et les activités économiques comme des moteurs majeurs de la perte de mangroves à l'échelle mondiale (e.g., Aransiola et al., 2024; Cahyaningsih et al., 2022). Au niveau spatial, les facteurs économiques sont particulièrement critiques dans les villages de Hountoun, Toligbé, Hio et Djègbadji, traduisant une exploitation intensive des ressources de mangrove à des fins de subsistance ou commerciales (collecte de bois, exploitation de matière organique, piégeage de poissons, etc.). Ce constat rejoint les analyses régionales, notamment sur le delta du Niger, où la surexploitation pour le bois de feu ou la production de charbon contribue considérablement à la déforestation (Aransiola et al., 2024). En revanche, la gouvernance apparaît comme un facteur aggravant dans les villages de Avlo et Couffonou, soulignant des lacunes institutionnelles : gestion limitée, respect faible des réglementations, et faible implication des communautés locales. Les auteurs insistent sur l'intégration communautaire dans la gestion des mangroves comme leviers de durabilité (Aransiola et al., 2024; Dayal et al., 2022). La majorité des études ont identifié la pêche comme le facteur le plus souvent mentionné. L'intensification de la pêche, souvent non réglementée, entraîne l'utilisation de techniques destructrices (filets maillants, dragages, etc.), affectant directement les habitats. Ces résultats sont en parfaite cohérence avec les analyses de services écosystémiques, où la pêche figure parmi les activités humaines les plus impactantes ($RII \approx 0,78$ pour la fourniture de poissons, notamment à des fins de subsistance) (Bhowmik et al., 2022; Gnansounou et al., 2022). La collecte de bois pour le fumage du poisson, la production de charbon ou la construction et l'expansion urbaine complètent ce paysage de pressions anthropiques. L'exploitation du bois pour usage domestique et industriel contribue à l'appauvrissement de la structure végétale et à la perte de la biodiversité (Aransiola et al., 2024; Gnansounou et al., 2022). De même, l'urbanisation croissante et les activités économiques associées intensifient la pression sur les zones côtières, réduisant la surface des mangroves (Aransiola et al., 2024; Cahyaningsih et al., 2022).

Les pressions démographiques, consécutives à une croissance démographique rapide, renforcent le besoin en habitations, infrastructures, ressources naturelles et services. Ce phénomène, largement observé dans les zones estuariennes et côtières, conduit à une exploitation accrue et souvent non durable des mangroves (Aransiola et al., 2024). Enfin, des facteurs secondaires tels que pâturage, dragage et collecte de plantes médicinales ont été également soulignés. Bien que moins fréquemment cités, ils sont néanmoins significatifs et reflètent l'exploitation multifonctionnelle de cet écosystème. La convergence entre l'analyse du RII par villages et la synthèse des études scientifiques révèlent clairement que les facteurs anthropiques, notamment économiques, de gouvernance, d'urbanisation, de pollution et démographiques, exercent une pression très sévère sur les mangroves au Bénin. Pour inverser cette tendance, il est essentiel de (i) renforcer les mécanismes de gouvernance locale, impliquant activement les communautés, (ii) réguler et diversifier les activités économiques afin de réduire la sur-exploitation, (iii) intégrer la conservation des mangroves dans les politiques d'aménagement urbain et (iv) mettre en place des actions de sensibilisation et de valorisation des services écosystémiques.

5. Conclusion

Cette étude a démontré que les populations locales perçoivent les facteurs de dégradation et de la dynamique des écosystèmes de mangrove. Ces facteurs sont de deux ordres : les facteurs anthropiques et environnementaux. Les caractéristiques démographique et économiques ont permis de catégoriser les ménages exploitant les mangroves en trois types. Le premier type, majoritairement composé de personnes âgées et de femmes, se concentre sur la production de sel et le fumage de poissons. Le second type, incluant des adultes plus instruits, est principalement dédié à la pêche. Enfin, le troisième type, composé surtout de jeunes hommes, se focalise sur l'agriculture et la pêche, avec un nombre élevé d'unités de bétail. Ces différences entre ménages a permis de ressortir l'importance cruciale des mangroves pour les communautés locales, révélant comment les caractéristiques socio-économiques des ménages influencent leur perception de la dégradation de ces écosystèmes. Pour contrer ces menaces, la population locale perçoit la conservation, restauration et la sacralisation comme mesures d'atténuation. Ces résultats soulignent la nécessité d'intégrer les connaissances et les besoins des populations dans les stratégies de gestion des mangroves. En promouvant des mesures telles que la restauration, la protection et la sacralisation des mangroves, ainsi que l'implication active des communautés, il est possible d'assurer une gestion durable de ces ressources vitales, tout en préservant les moyens de subsistance des populations riveraines des mangroves.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent toutefois que la recherche a été menée en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme d'adapter un conflit d'intérêts potentiel.

6. Références

- ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement) (2003). Plan de gestion du site Ramsar 1017 des zones humides du Sud-Bénin, Rapport définitif.
- Adite A., ImorouToko I., & Gbankoto A. (2013). Fish assemblages in the degraded mangrove ecosystems of the coastal zone, Benin, West Africa: implications for ecosystem restoration and resources conservation. *Journal of Environmental Protection* n°4, 2013.
- Agoungbome, S. M. D., Gbenontin, E., & Thiam, M. (2020). Mangroves under demographic pressure and salt production threats in the Municipality of Ouidah (Benin). In *Innovations and Interdisciplinary Solutions for Underserved Areas : 4th EAI International Conference, InterSol 2020*, Nairobi, Kenya, March 8-9, 2020, n° 4, pp. 105-118.
- Aïtondji, A., M. Toyi, J. Bogaert and B. Sinsin (2016). "Impacts des activités d'extraction de gravier au Sud du Bénin et leurs perceptions des populations locales." *Tropicultura* n° 34, pp. 166-179.
- Ajonina, G. N., Ago, E. E., Amoussou, G., Mibog, E. D., Akambi, I. D., & Dossa, E. (2014). Carbon budget as a tool for assessing mangrove forests degradation in the western, coastal wetlands complex (Ramsar Site 1017) of Southern Benin, West Africa. *The Land/Ocean Interactions in the Coastal Zone of West and Central Africa*, pp. 139-149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056569>
- Alongi D.M. (2002). État actuel et avenir des forêts de mangroves du monde. *Conservation de l'environnement*, n° 29, pp. 331-349.
- Aransiola, S.A., Zobeahia, S.S.L.-T., Ikhumetse, A.A., Musa, O.Innocent., Abioye, O.P., Ijah, U.J.J., Maddela, N.R., 2024. Niger Delta mangrove ecosystem: Biodiversity, past and present pollution, threat and mitigation. *Regional Studies in Marine Science* 75, 103568. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103568>
- Bhowmik, A.K., Padmanaban, R., Cabral, P., Romeiras, M.M., 2022. Global Mangrove Deforestation and Its Interacting Social-Ecological Drivers: A Systematic Review and Synthesis. *Sustainability* 14, 4433. <https://doi.org/10.3390/su14084433>
- Cahyaningsih, A., Deanova, A., Maylani, C., Ulumuddin, Y., KUSUMAWATI, L., SETYAWAN, A., 2022. Review: Causes and impacts of anthropogenic activities on mangrove deforestation and degradation in Indonesia. *International Journal of Bonorowo Wetlands* 12. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w120102>
- Dayal, S., Ravuiwasa, K., Bhat, J., 2022. Deforestation and Degradation in the Mangrove Ecosystem: Implication on Environment and Livelihoods. pp. 99–116. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5478-8_6

- Gnansounou, S.C., Salako, K.V., Sagoe, A.A., Mattah, P.A.D., Aheto, D.W., Glèlè Kakaï, R., 2022. Mangrove Ecosystem Services, Associated Threats and Implications for Wellbeing in the Mono Transboundary Biosphere Reserve (Togo-Benin), West-Africa. *Sustainability* 14, 2438. <https://doi.org/10.3390/su14042438>
- Arumugam, M., Niyomugabo, R., Dahdouh-Guebas, F., Hugé, J. (2021). The perceptions of stakeholders on current management of mangroves in the Sine-Saloum Delta, Senegal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 248, 107160.
- Bamba, Y., A. Ouattara, S. D. C. Kouassi and G. Gourène (2007). "Production de tilapia marchand (*Oreochromis niloticus* Linné, 1758) nourri avec des sous-produits agricoles sans adjonction de farine de poisson: Production of marketable tilapia (*Oreochromis niloticus* Linné, 1758) fed with agricultural by-products without adding fish meal." *Sciences Naturelles et Appliquées*, n°29 (1 et 2).
- Barbosa Filho, M. L. V., de Souza, G. B. G., de Faria Lopes, S., Hauser-Davis, R. A., Siciliano, S., & da Silva Mourão, J. (2021). Reef fisher perceptions acknowledge the socio-environmental effectiveness of a 20-year old Brazilian Marine Protected Area. *Marine Policy*, n°134, 104797.
- Beatley, T., Manning, K., 2013. The ecology of place: Planning for environment, economy, and community. Island Press.
- Biga I., Amani A., Soumana I., Bachir M. & Mahamane A. (2020). Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols des communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, n°14, 949-965.
- Boukahel, N., & Khelil, M. (2020). Évaluation des scores de la maladie de Crohn en utilisant la régression logistique (Doctoral dissertation, M'hamed Bougara faculté des sciences).
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith III, T.J., Offenberg, J. et Dahdouh-Guebas, F. (2008). Impact de la faune sur la structure de la végétation et la fonction des écosystèmes dans les forêts de mangrove : une revue. *Botanique aquatique*, n°89, pp. 186-200. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.01.009>
- Castro-Jiménez, J.; González-Fernández, D.; Fornier, M.; Schmidt, N.; Sempéré, R. Macro-litter in surface waters from the Rhone River: Plastic pollution and loading to the NW Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 2019, 146, 60–66.
- Detrieux V., Andrieu J., Alexandre F. & Mérang C. (2000). Enjeux socioéconomiques et écologiques des milieux humides. Rapport d'activité, Bénin, 32 p.
- Di Nitto, D., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, JG, Decleir, H. et Koedam, N. (2008). Modélisation numérique du terrain pour étudier les effets de l'élévation du niveau de la mer sur l'établissement des propagules des mangroves. Série sur les progrès de l'écologie marine, n° 356, pp 175-188.
- Duke, NC, Meynecke, JO, Dittmann, S., Ellison, AM, Anger, K., Berger, U., ... et Dahdouh-Guebas, F. (2007). Un monde sans mangroves?. *Sciences*, n° 317, pp. 41-42.
- Fogliarini, C. O., Ferreira, C. E., Bornholdt, J., Barbosa, M. C., Giglio, V. J., & Bender, M. G. (2021). Telling the same story: Fishers and landing data reveal changes in fisheries on the Southeastern Brazilian Coast. *PloS one*, n°16, e0252391.
- Folega F., Rakotondrasoa M. A., Wala K., Woegan Y. A., Kanda M., Pereki H., Polo-Akpisso A., Batawila K. & Akpagana K. (2017). Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo. *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], n° 17, consulté le 02 avril 2018. <https://doi.org/10.4000/vertigo.18791>
- Gemenne F., Blocher J., Longueville F. D. E., & Diaz S. V. (2017). Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. *Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, n°41, pp. 1-22. <https://hdl.handle.net/2268/218730>
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A.L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J.F., Stevenson, M., 2016. City planning and population health: a global challenge. *The lancet* 388, 2912–2924.
- Giri, C., Pengra, B., Zhu, Z., Singh, A. et Tieszen, LL (2007). Surveillance de la dynamique des forêts de mangroves des Sundarbans au Bangladesh et en Inde à l'aide de données satellitaires multitemporelles de 1973 à 2000. *Science des estuaires, des côtes et du plateau continental*, n° 73, pp. 91-100.
- Goebbert, K., Jenkins-Smith, H. C., Klockow, K., Nowlin, M. C., & Silva, C. L. (2012). Weather, climate, and worldviews: The sources and consequences of public perceptions of changes in local weather patterns. *Weather, Climate, and Society*, n° 4, pp. 132-144.
- Gowthorpe P. & Lamarche B. (1993). Les mangroves de la Mauritanie. In: Diop E.S., Field C. D. & Vannucci M. (Eds.). *Conservation et utilisation rationnelle des forêts de mangrove de l'Amerique Latine et de l'Afrique*. 20-22 Janvier 1993, ITTO/ISME Project PD114/90 (F), Dakar, Sénégal. pp 3-21.
- Griffiths, L.L.; Connolly, R.M.; Brown, C.J. (2020). Critical gaps in seagrass protection reveal the need to address multiple pressures and cumulative impacts. *Ocean Coast. Manag.* 183, 104946.
- Heri-Kazi A. B. & Bielders C. L. (2020). Dégradation des terres cultivées

- au Sud-Kivu, RD Congo : perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles. BASE, n° 24, pp. 99-116.
- Hossain M.Z., Tripathi N.K. & Gallardo W.G. (2009). Dynamique de l'utilisation des terres dans un système d'aires marines protégées sur la basse côte d'Andaman en Thaïlande, 1990-2005. Journal de recherche côtière : n°25, pp. 1082-1095.
- Igue, M. A., A. C. Oga, I. Balogoun, A. Saidou, G. Ezui, S. Youl, G. Kpagbin, A. Mando and J. M. Sogbedji (2016). "Détermination des formules d'engrais minéraux et organiques sur deux types de sols pour une meilleure productivité de maïs (*Zea mays* L.) dans la commune de Banikoara (Nord-Est Du Bénin)." European Scientific Journal. pp. 12- 16.
- IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.K., Allen S.K., Tignor M. & Midgley P.M. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- Jimenez J.A., Lugo A.E. & Cintron G. (1985). Tree Mortality in Mangrove Forests. *Biotropica*, n°17: 177p. <https://doi.org/10.2307/2388214>
- Kabore P., Barbier B., Ouoba P., Kiema A., Some L. & Ouedraogo A. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° 19. 27p. <https://id.erudit.org/iderudit/1065432ar>
- Katé, S., G. D. Dagbenonbakin, C. Agbangba, J. De Souza, G. Kpagbin, A. Azontondé, E. Ogouwalé, B. Tinté and B. Sinsin (2014). "Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord-Bénin. *Journal of Applied Biosciences* n° 82, pp. 7418-7435.
- Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T.K., Jones, P.J., Kerr, S., Badalamenti, F., Anagnostou, C., Breen, P., Chust, G. (2011). Ecosystem-based marine spatial management: review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & coastal management* 54, 807-820.
- Kindu, M.; Schneider, T.; Teketay, D.; Knoke, T. Land use/land cover change analysis using object-based classification approach in Munessa-Shashemene landscape of the Ethiopian highlands. *Remote Sens.* 2013, 5, 2411–2435.
- Lockwood, M., Davidson, J., Curtis, A., Stratford, E., Griffith, R. (2010). Governance Principles for Natural Resource Management. *Society & Natural Resources* 23, 986–1001. <https://doi.org/10.1080/08941920802178214>
- López-Angarita, J., Diaz, J. M., & Tilley, A. (2021). Modelling the effects of land use on mangroves in a RAMSAR site of Panamá. *bioRxiv*, 2021-10.
- M'Hamdi, N., R. Aloulou, M. Hedhly & M. B. Hamouda (2009). Évaluation de la durabilité des exploitations laitières tunisiennes par la méthode IDEA. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* n° 13, pp. 221-228.
- Ming L. T., Markowitz E. M., Howe P. D., Ko C.Y. & Leiserowitz A. A. (2015). Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *Nature Climate Change*, n°5, pp. 1014-1019. <https://doi.org/10.1038/nclimate2728>
- Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN) (2007). Rapport National sur l'Environnement Marin et Côtière du Bénin. Direction générale de l'environnement, Cotonou, Bénin. 68p.
- Mukherjee, N., Dahdouh-Guebas, F., Kapoor, V., Arthur, R., Koedam, N., Sridhar, A. et Shanker, K. (2010). De la bathymétrie aux boucliers biologiques : un examen de la recherche écologique post-tsunami en Inde et ses implications politiques. *Gestion environnementale*, n° 46, pp. 329-339.
- N'Da D.H., N'Guessan E.K., Wajda M.E. & Affian K. (2008). Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Bulletin Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, n°8, pp. 17-34. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00386032/document>
- Aransiola, S.A., Zobeashia, S.S.L.-T., Ikhumetse, A.A., Musa, O.Innocent., Abioye, O.P., Ijah, U.J.J., Maddela, N.R., 2024. Niger Delta mangrove ecosystem: Biodiversity, past and present pollution, threat and mitigation. *Regional Studies in Marine Science* 75, 103568. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103568>
- Beatley, T., Manning, K., 2013. *The ecology of place: Planning for environment, economy, and community*. Island Press.
- Bhowmik, A.K., Padmanaban, R., Cabral, P., Romeiras, M.M., 2022. Global Mangrove Deforestation and Its Interacting Social-Ecological Drivers: A Systematic Review and Synthesis. *Sustainability* 14, 4433. <https://doi.org/10.3390/su14084433>
- Cahyaningsih, A., Deanova, A., Maylani, C., Ulumuddin, Y., KUSUMAWATI, L., SETYAWAN, A., 2022. Review: Causes and impacts of anthropogenic activities on mangrove deforestation and degradation in Indonesia. *International Journal of*

- Bonorowo Wetlands 12. https://doi.org/10.13057/bonorowo/w120102
- Dayal, S., Ravuiwasa, K., Bhat, J., 2022. Deforestation and Degradation in the Mangrove Ecosystem: Implication on Environment and Livelihoods. pp. 99–116. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5478-8_6
- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A.L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J.F., Stevenson, M., 2016. City planning and population health: a global challenge. *The lancet* 388, 2912–2924.
- Gnansounou, S.C., Salako, K.V., Sagoe, A.A., Mattah, P.A.D., Aheto, D.W., Glèlè Kakaï, R., 2022. Mangrove Ecosystem Services, Associated Threats and Implications for Wellbeing in the Mono Transboundary Biosphere Reserve (Togo-Benin), West-Africa. *Sustainability* 14, 2438. https://doi.org/10.3390/su14042438
- Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T.K., Jones, P.J., Kerr, S., Badalamenti, F., Anagnostou, C., Breen, P., Chust, G., 2011. Ecosystem-based marine spatial management: review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & coastal management* 54, 807–820.
- Lockwood, M., Davidson, J., Curtis, A., Stratford, E., Griffith, R., 2010. Governance Principles for Natural Resource Management. *Society & Natural Resources* 23, 986–1001. https://doi.org/10.1080/08941920802178214
- Nchimbi, A.A., Lyimo, L.D., 2019. Socioeconomic Determinants of Mangrove Exploitation and Seagrass Degradation in Zanzibar: Implications for Sustainable Development. *Journal of Marine Sciences* 2019, 7684924. https://doi.org/10.1155/2019/7684924
- Schultz, L., Folke, C., Österblom, H., Olsson, P., 2015. Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112, 7369–7374. https://doi.org/10.1073/pnas.1406493112
- 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. *Environ Dev Sustain* 21, 1153–1169. https://doi.org/10.1007/s10668-017-0075-x
- Nfotabong-Atheull A., Din N., Longonje S.N., Koedam N., Dahdouh-Guébas F. (2009). Activités commerciales et utilisation de subsistance des forêts de mangrove autour de l'estuaire du Wouri et de la réserve de Douala-Edéa (Cameroun). *Journal d'ethnobiologie et d'ethnomédecine* n° 5, p.35. https://doi.org/10.1186/1746-4269-5-35
- Ngandu, M. (2015). Les actifs productifs influencent-ils le niveau de revenu en milieu rural? Evidence empirique issue de Shabunda/Est de la RD Congo. *Archives ouvertes*: 1-19.
- Ogouwalé E. (2015). Cadre de gestion environnementale et sociale. Rapport final du projet de compétitivité du tourisme transfrontalier, pp. 45-49.
- Padonou E.A., Gbaï N.I., Kolawolé M.A., Idohou R. & Toyi M. (2021). Dans quelle mesure les écosystèmes de mangrove au Bénin (Afrique de l'Ouest) sont-ils conservés par la Convention de Ramsar ? Politique d'utilisation des terres, n°108, 105583 p.
- Pouya, M. B., M. Bonzi, Z. Gnankambaré, K. Traoré, J. S. Ouédraogo, A. N. Somé & M. P. Sélogo (2013). Pratiques actuelles de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du Centre et de l'Ouest du Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* n° 22, pp. 282-292.
- Quinn C. H., Stringer L. C., Berman R. J., Le H. T. V., Msuya F. E., Pezzuti J. C. B., and Orchard S. E., Unpacking changes in mangrove social-ecological systems: lessons from Brazil, Zanzibar, and Vietnam, *Resources*. (2017) 6, no. 14, 2-s2.0-85018917936.
- Rehren, J., Samoilys, M., Reuter, H., Jiddawi, N., & Wolff, M. (2022). Integrating resource perception, ecological surveys, and fisheries statistics: A review of the fisheries in Zanzibar. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, n° 30, pp. 1-18.
- Semesi A. K., Mangrove management and utilization in Eastern Africa, *AMBIO*. (1998) 27, no. 8, 620–626, 2-s2.0-0032456303.
- Senthilkumar K., Bindraban P.S., de Boer W., De Ridder N., Thiagarajan TM & Giller K.E. (2009). Characterising rice-based farming systems to identify opportunities for adopting water efficient cultivation methods in Tamil Nadu, India. *Agric. Water Manage*, n° 96, pp. 1851-1860.
- Soda, M. A., N.-B. Kandala & E. K. Hamuli (2021). Facteurs de risque de l'anémie des enfants en RDC : Approche de Régression logistique ordinale du Modèle du Poids d'échantillonnage des données complexes de l'EDS-RDC II."
- Shumway, N.; Bell-James, J.; Fitzsimons, J.A.; Foster, R.; Gillies, C.; Lovelock, C.E. (2021). Policy solutions to facilitate restoration in coastal marine environments. *Mar. Policy*, 134, 104789.
- Vierros, M.; Balgos, M.; Snow, B. (2021). Assessing Progress on Ocean and Climate Action: 2020–2021: A Report of the Roadmap to Oceans and Climate Action (ROCA) Initiative; Roadmap to Oceans and Climate Action (ROCA): MA, USA.
- Tankeu, J., P. Adiaba, S. Elanga & N. Touati (2020). Comment utiliser le machine learning pour gagner des marchés publics? *Management & Datascience*, n° 4.
- Teka O., Houessou L.G., Djossa B.A., Bachmann Y., Oumorou M. & Sinsin B. (2018). Mangroves in Benin, West Africa: threats, uses and conservation opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, n°21: pp. 1153-1169.

- <http://doi.org/10.1007/s10668-017-0075-x>
- Teka, O., Houessou, LG, Djossa, BA, Bachmann, Y., Oumorou, M. et Sinsin, B. (2019). Mangroves au Bénin, Afrique de l'Ouest : menaces, utilisations et opportunités de conservation. Environnement, développement et durabilité, n° 21, pp. 1153-1169. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0075-x>
- Tittonell P., Muriuki A., Shepherd K.D., Mugendi D., Kaizzi K.C., Okeyo J., ... & Vanlauwe, B. (2010). The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa -A typology of smallholder farms. Agric. Syst., n°1035, pp. 83-97.
- Traoré, S., M. Soumaré & B. Coulibaly (2020). Sécurité alimentaire, santé et éducation dans un contexte de forte croissance démographique dans les zones cotonnières du Mali. Les zones cotonnières africaines, n° 21.
- Treviño, M., & Murillo-Sandoval, P. J. (2021). Uneven consequences: gendered impacts of shrimp aquaculture development on mangrove dependent communities. Ocean & Coastal Management, n° 210, 105688.
- Schultz, L., Folke, C., Österblom, H., Olsson, P. (2015). Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 112, 7369-7374. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406493112>
- Wondie, M.; Schneider, W.; Melesse, A.M.; Teketay, D. Spatial and temporal land cover changes in the Simen Mountains National Park, a world heritage site in north western Ethiopia. Remote Sens. 2011, 3, 752–766.
- Wong, W. Y., Al-Ani, A. K. I., Hasikin, K., Khairuddin, A. S. M., Razak, S. A., Hizaddin, H. F., ... & Azizan, M. M. (2021). Water, soil and air pollutants' interaction on mangrove ecosystem and corresponding artificial intelligence techniques used in decision support systems- a review. IEEE Access, n° 9, pp. 105532-105563.
- Zanvo M. G. S., Barima Y. S. S., Salako K. V., Koua K. A. N., Kolawole M. A., Assogbadjo A. E. & Glèlè Kakaï R. (2021). Mapping spatio-temporal changes in mangroves cover and projection in 2050 of their future state in Benin. Bois et Forêts des Tropiques, n° 350, pp. 29-42. <https://doi.org/10.19182/bft2021.350.a36828>
- Zimmer, M. (2022). Mangrove forests: structure, diversity, ecosystem processes and threats, pp. 116-127.