

## **Thème : Évaluation des impacts des changements climatiques sur la résilience des écosystèmes de mangroves au Bénin**

### **RESUME DU PROJET**

Les mangroves sont des écosystèmes uniques des régions côtières où poussent des plantes uniques et spécialisées, offrant un habitat à une incroyable diversité de faune. Cependant, en raison des effets néfastes du changement climatique et de la forte pression anthropique, elles sont fortement menacées dans le monde entier. Le Bénin est confronté aux mêmes défis ; plus de 50% des mangroves ont disparu en moins de trois décennies. La perte des mangroves impliquerait la disparition de l'identité culturelle et de nombreux services écosystémiques qu'elles offrent aux habitants des zones rurales côtières.

Jusqu'à présent, la plupart des actions de gestion menées dans le cadre de projets et de programmes ont eu des résultats mitigés sur la conservation des mangroves. L'une des principales raisons de cette situation est le manque de données scientifiques quantitatives sur le contexte socio-écologique complexe des mangroves, qui, si elles sont bien déchiffrées, fourniront des données de base substantielles pour leur gestion durable.

Ce projet de recherche vise à fournir des informations scientifiques adéquates pour la gestion durable des mangroves. Les données seront collectées à l'aide de discussions de groupe, d'entretiens individuels et d'inventaires écologiques. L'ensemble de ces données sera analysé à l'aide d'indices ethnobotaniques quantitatifs, de modélisation forestière intensive et de techniques de télédétection.

Le projet devrait aboutir à la production de deux guides techniques, trois posters, trois publications scientifiques, et contribuer à l'achèvement d'un Master en gestion des risques et des catastrophes.

### **PROBLEMATIQUE**

Les changements climatiques représentent aujourd'hui une menace majeure pour l'environnement et le développement durable (PANA-BENIN, 2008). Les liens entre les changements climatiques, le développement social et économique, la santé, et la viabilité de l'environnement sont devenus un enjeu mondial urgent et dominant. Selon le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC), les scientifiques s'accordent sur le fait que les changements climatiques s'accélèrent à un rythme alarmant. Cependant, il est difficile de prédire comment le climat évoluera, ou quand et où les effets de cette évolution se feront le plus sentir. Néanmoins, on sait que les impacts cumulatifs et la probabilité accrue de conditions météorologiques extrêmes qui caractérisent les changements climatiques posent des risques plus élevés aux populations, aux économies, et aux écosystèmes vulnérables partout dans le monde (GIEC, 2007). Ces changements entraînent une dégradation croissante des ressources naturelles, conduisant à l'insécurité alimentaire des ménages. Ainsi, les communautés pauvres seront les plus vulnérables en raison de leurs capacités d'adaptation limitées et de leur grande dépendance à des ressources à forte sensibilité climatique, notamment les ressources en eau et les systèmes de production agricole (Rabourdin, 2005).

En raison de leur position à l'interface continent-océan, les écosystèmes de mangroves sont plus susceptibles de réagir à ces dangers résultant des changements climatiques en raison des impacts potentiels sur la zone côtière (Alongi, 2008). Les mangroves sont des forêts littorales, des régions côtières tropicales et subtropicales, avec une biodiversité impressionnante formée

d'espèces d'arbres diversifiées comme les rhizophores, les palétuviers ou les mangliers, arbres dont les racines en forme d'échasses s'enfoncent dans la vase limoneuse des estuaires et des lagunes saumâtres (LEA & FAO, 2018). Elles occupent les berges lagunaires et marécageuses des régions tropicales (Orékan et al., 2018).

Au Bénin, les mangroves fournissent de nombreux services écosystémiques (Tèka et al., 2018). Elles constituent notamment des lieux de reproduction pour les espèces à valeur commerciale et récréative, des lieux de débarquement pour les oiseaux migrateurs. Elles participent à la filtration des sédiments et des polluants, ainsi qu'au stockage et à la séquestration du carbone (Hutchinson et al., 2014; Vovides et al., 2011; Donato et al., 2011; Walters et al., 2008; FAO, 2007, Scavia et al., 2002; Dahdouh-Guebas, 2001). Les populations riveraines de ces mangroves tirent d'importants revenus de l'exploitation du bois, de la pêche, de la riziculture, de l'extraction du sel, et du maraîchage (FAO, 2018). Les valeurs socio-économiques de ces services écosystémiques sont vastes et comprennent celles qui se reflètent dans les marchés, comme la réduction des coûts des catastrophes naturelles, le maintien de la santé humaine et des moyens de subsistance grâce à une meilleure sécurité alimentaire, et le maintien des valeurs culturelles et esthétiques. Les forêts de mangroves fournissent au moins 1,6 milliard de dollars par an en services écosystémiques et en soutien aux moyens de subsistance côtiers dans le monde entier (Polidoro et al., 2010).

Cependant, en occupant le littoral, qui comprend des zones densément peuplées, les mangroves sont soumises à une pression constante due à l'expansion urbaine et agricole, à diverses activités industrielles, aux changements hydrologiques dans les bassins fluviaux, aux déversements de produits chimiques, et à l'eutrophisation, malgré leur grande importance pour le maintien de la zone côtière (Medina et al., 2001, Valiela et al., 2001 ; USGS, 2004 ; Long et al., 2014). Ainsi, s'il est bien établi que les mangroves sont importantes par la nature des services écosystémiques qu'elles fournissent aux humains, leur pérennité est encore incertaine (Duke et al., 2007). Selon Orékan et al. (2018), une campagne de vérification terrain et de l'écosystème de mangrove des zones humides a révélé que la mangrove, qui occupait 16,31 % de la superficie du littoral béninois en 2005, est passée à 13,82 % de cette superficie en 2015. Face à cette même problématique, les travaux de Zanzo et al. (2021) ont signalé une perte d'environ 50 % des forêts du Bénin entre 1988 et 2001.

En dépit, des études déjà effectuées sur les mangroves, peu d'information existe sur le rôle des mangroves face aux problèmes climatiques et le risque de disparition de cet écosystème. Ainsi, cette étude vise à combler ces gaps d'informations en évaluant la perception des populations pour comprendre l'importance des mangroves et leurs rôles face au changement climatique. Les résultats de cette étude permettront aux décideurs de mieux réfléchir sur la question de la préservation et de la valorisation des mangroves dans ce contexte de changement climatique.

## **OBJECTIFS**

L'objectif général de cette recherche est d'évaluer l'effet des changements climatiques sur les services écosystémiques, la distribution spatiale, et la dynamique des populations d'arbres de mangroves au Bénin. De manière spécifique, cette étude vise à :

I - Évaluer la dynamique des services écosystémiques de la mangrove au Bénin dans ce contexte de changement climatique (Afrique de l'Ouest),

II - Cartographier la distribution spatiale de l'écosystème des mangroves au Bénin.

III - Comprendre les effets des perturbations climatiques sur la dynamique des populations de palétuviers.

IV -Estimer les potentiels socioéconomique des deux espèces principales (*R. racemosa* et *A. germinans*) des mangroves du Bénin.

## **QUESTIONS DE RECHERCHES**

I - Comment les perceptions des populations locales sur les écosystèmes de mangrove sont-elles liées aux attributs climatiques, sociodémographiques et socio-économiques au Bénin ?

II - Comment évolue la distribution spatiale de l'écosystème des mangroves au Bénin

III - Quel est la dynamique de la population de palétuvier présente dans les écosystèmes de mangroves dans ce contexte de changement climatique au Bénin ?

IV - Quels sont les facteurs qui définissent la récolte et la consommation de bois de mangrove par la population locale ?

## **REVUE DE LITTERATURE**

Plusieurs études ont été menées sur les changements climatiques. Les acteurs ont abordé différents aspects du phénomène et obtenus des réponses variables. Entre autres, les travaux de Agossou et al. (2008) portés sur le thème « Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs des communes de Glazoué et de Savalou au centre du Bénin », ont montré que les populations des zones agro écologiques les plus vulnérables ont une certaine lecture des phénomènes climatiques. Face à ce qu'ils observent comme modification du climat, ils développent des stratégies pour faire face aux effets de ces changements. Plusieurs résultats ont été obtenus suite aux travaux. Aux termes de ces travaux, il ressort qu'un accompagnement des producteurs dans la maîtrise du temps pendant la saison agricole est nécessaire. Dans ce même sens Bambara et al. (2013), ont menés des études portant sur le thème, « Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales à Tougou et Donsin, climat sahélien et sahélo-soudanien du Burkina Faso ». Les résultats ont montré que les paramètres climatiques ressentis par les producteurs sont la pluviométrie, la température et le vent. Les indicateurs de modifications de la pluviométrie étaient plus élevés que ceux de la température et du vent. Les conséquences environnementales négatives concernaient principalement l'assèchement des cours d'eau, la disparition des bas-fonds, le recul de la nappe phréatique et la dégradation du couvert végétal. Les conséquences sociales négatives ont concerné principalement l'insécurité alimentaire, les conflits, les migrations, le déclin de la solidarité rurale. En dehors de ces études spécifiquement axées sur les changements climatiques, d'autres travaux portant sur l'importance des forêts de mangroves face aux perturbations climatiques ont été soulignées dans plusieurs études. Cela a entraîné la conduite de plusieurs travaux sur cet écosystème. Dans ce sens, Gnansounou et al. (2021) ont conduit leurs travaux sur « Utilisations locales des mangroves et impacts perçus de leur dégradation dans la commune de Grand-Popo, haut lieu de la mangrove au Bénin, Afrique de l'Ouest ». Les résultats ont montré que les communautés locales de Grand-Popo pratiquent neuf activités génératrices de revenus des mangroves. La pêche, la collecte de bois, la collecte de *Cyperus articulatus*, la collecte de plantes médicinales et la production de sel sont les usages les plus fréquents. Akpoli et al. (2018) ont également

menés des recherches sur « Diagnostic de l'Inspection Forestière Atlantique - Littoral et étude ethnobotanique des plantes des écosystèmes de mangroves : Cas des villages Adoukô, Djêgbadji et Gogotinkpon ». Les résultats de ces derniers révèlent que seize (16) espèces végétales (regroupées dans treize familles) majoritairement pantropicales dominées par les héliophytes suivies des phanérophytes sont utilisées par les populations. Les valeurs d'usages ethnobotaniques montrent qu'elles sont utilisées à divers usages : bois de feu, bois de service, acadja, alimentaire, médicinal, fourrage, fabrication de natte, culturel, chasse puce, artisanat, fumage de poisson, colorant et jeux d'enfants. Par ailleurs, compte tenu de la forte pression faite sur les forêts de mangrove, les études sur la dynamique de ces forêts ont été menées. Orékan et al. (2019) ont travaillé sur l'évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois. De ces travaux, il ressort que la mangrove qui occupait 16,31 % de la superficie du littoral béninois en 2005 est passée à 13,82 % de cette superficie en 2015. Les principales causes de régression pendant ces 10 années sont l'utilisation du bois de palétuviers comme bois-énergie ou comme matériaux de construction et la saliculture. La pression pesante sur les écosystèmes de mangrove du littoral étant fortement liée à l'action de l'homme, c'est l'ensemble du système lagunaire du sud Bénin qui prend un coup. Il urge donc qu'une attention particulière soit prêtée de façon urgente aux écosystèmes de mangrove pour les préserver et pour assurer la contribution à l'équilibre environnemental des zones humides du littoral béninois. Dans cette même optique Zanvo et al. (2021) ont conduit des recherches sur les impacts des pressions anthropiques sur mangroves du Bénin. De ses travaux, il ressort que la zone de mangrove étudiée, qui occupait 5205,24 ha en 1988, a diminué de 62,07 % entre 1988 et 2001 mais a augmenté de 18,84 % de 2001 à 2019. Les mangroves sont reconnues comme des forêts qui luttent contre les CC à travers le stockage de carbone. Adjonina et al. (2014) ont quantifié le stock de carbone des forêts de mangrove du Bénin qu'ils ont estimés à 119,39 et 288,77 t/ha, pour ce qui est du stock de carbone souterrain contre une moyenne de 30,07 t/ha sur les sites non dégradés pour le carbone aérien.

## **PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE**

Échantillonnage pour l'évaluation des connaissances ethnobotaniques : Les villages seront sélectionnés le long de la région côtière de manière à maximiser la diversité ethnique et à représenter les quatre principales municipalités où se trouvent les mangroves. Pour calculer le nombre d'interviewés à échantillonner dans chaque communauté, la formule de Dagnelie (1998) sera utilisée dans chacune des communautés considérées. Échantillonnage pour la distribution spatiale : Pour cet objectif, les images ponctuelles disponibles au Centre National de Télédétection du Bénin seront prises en compte. Échantillonnage pour la consommation de la quantité de bois et l'identification des espèces de substitution : L'approche par enquête sera utilisée pour collecter les données dans les sites considérés comme les principales régions des communes d'Abomey-Calavi, Ouidah, Comè, Bopa et Grand-Popo. Pour chaque site, des informateurs composés de pêcheurs, de saliniers, de ménages et d'autorités locales seront considérés en utilisant la technique de sélection aléatoire. Différentes catégories d'âge (âge < 60 ans pour les personnes âgées) et les deux sexes (Hommes et Femmes) seront considérés suivant Assogbadjo et al. (2008). Échantillonnage pour la dynamique des populations d'arbres : Au total, huit (08) sites de mangrove seront considérés pour la collecte de données (04 sites dégradés et 04 sites non dégradés). La méthode des placettes d'échantillonnage permanentes décrite et appliquée à la forêt tropicale par Condit (1998) et adaptée aux forêts de mangrove

(Ajonina, 2014) sera utilisée. Dans chaque site, quatre (04) parcelles permanentes rectangulaires (10×25 m) avec quatre (04) sous-parcelles (2 m × 2 m) seront établies au début de l'étude, soit un total de 32 parcelles.

## **COLLECTE ET TRAITEMENT DES DONNÉES**

Concernant l'enquête ethnobotanique, les données seront obtenues à la fois par l'observation directe et par des entretiens individuels semi-structurés. Un questionnaire d'enquête sera utilisé pour collecter les informations clés : il sera composé de quatre parties principales : (i) les données biographiques des informateurs, (ii) la liste des ressources connues de la mangrove (plantes, animaux et autres), (iii) la description de l'utilisation spécifique actuelle de la mangrove par catégories d'utilisation (alimentaire, médicinale, agricole, construction, commerciale, culturelle, etc.), (iv) l'importance de l'utilisation (en attribuant un score d'importance à chaque utilisation spécifique mentionnée par catégorie d'utilisation, etc. En ce qui concerne la distribution spatiale, des images ponctuelles seront utilisées pour l'analyse des données. La dynamique des populations d'arbres, dans chaque parcelle, tous les arbres seront marqués (pour permettre une identification individuelle) avant les mesures (Azonsi et al., 2008, Gaoué et al., 2019). Le diamètre des arbres à hauteur de poitrine (Dbh) ou le diamètre au-dessus de la racine la plus haute dans le cas de *R. racemosa* supérieur à 1 cm sera enregistré selon la méthode d'inventaire forestier décrite par Kauffman et Donato (2011). Les semis (Dbh < 1 cm) seront inventoriés dans les cinq sous-parcelles (2 m × 2 m) établies dans chaque parcelle. Pour estimer la quantité de bois de palétuvier consommée, un design similaire à un stère avec 1,5 m de long, 1,5 m de large et 1 m de hauteur sera mis en place dans chaque point de collecte. Les données ethnobotaniques seront analysées à l'aide de trois paramètres : le nombre de ressources de mangrove citée comme mesure de la connaissance des ressources de mangrove par les informateurs (Amjad et al., 2016), la valeur d'usage (Philips & Gentry 1993) comme mesure de l'utilisation des ressources de mangrove, et l'indice d'importance (Houehanou et al. 2011) comme mesure de l'importance culturelle de chaque usage spécifique et catégorie d'usage pour les informateurs. Concernant la dynamique des populations d'arbres, les individus seront classés en cinq stades de vie comme suit : semis : Dbh < 1 cm, gaules :  $1 < \text{Dbh} \leq 5$  cm, juvéniles :  $5 < \text{Dbh} \leq 10$  cm, petits adultes :  $10 < \text{Dbh} \leq 15$  cm, et grands adultes : Dbh > 15 cm. Le nombre total d'individus de chaque classe pour chaque recensement sera calculé. Enfin, pour l'estimation de la quantité de bois, des statistiques descriptives seront utilisées pour calculer les moyennes, les écarts-types, les modes, les valeurs minimales et maximales des paramètres à partir de l'analyse des correspondances multiples (ACM) comme suggéré par Abdi et Valentin (2015) Toutes les analyses statistiques seront effectuées avec le logiciel R Statistical 3.2.3.

## **PERTINENCE DE LA RECHERCHE**

La connaissance des déterminants de l'utilisation et de la fréquence d'utilisation des services écosystémiques des mangroves permettra d'identifier rapidement les groupes cibles pour des actions spécifiques de conservation et /ou de sensibilisation. La cartographie des écosystèmes de mangrove fournira des informations clés sur la répartition des mangroves et constituera une référence pour les actions futures de conservation des forêts de mangrove. L'estimation du bois de palétuvier récolté et consommé par la population locale, ainsi que sa volonté d'utiliser des

espèces de substitution potentielles, sont des informations efficaces pour disposer de grandes lignes directrices sur la récolte du bois de palétuvier pour les futurs plans de conservation et pour élaborer une politique fiable d'adoption d'espèces de substitution. Comprendre comment les perturbations humaines et climatiques affectent les processus démographiques des principales espèces de palétuviers (*R. racemosa* et *A. germinans*) sur la base de recensements démographiques à long terme est donc essentiel et peut conduire à l'identification d'une gestion adéquate de cet écosystème fragile. En général, cette étude fournira des directives techniques adéquates pour minimiser le risque de la disparition de cet écosystème d'importance dans la lutte contre le changement climatique. De plus elle aidera les départements forestiers, les autorités locales, les ONG et les autres acteurs de la conservation des mangroves pour une gestion durable de cet écosystème.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ajonina G.N., Agardy T., Lau W., Agbogah K. & Gormey B. 2014. Mangrove Conditions as Indicator for Potential Payment for Ecosystem Services in Some Estuaries of Western Region of Ghana, West Africa, in: Diop S., Barousseau J.-P. & Descamps C. (Eds.), The Land/Ocean Interactions in the Coastal Zone of West and Central Africa, Estuaries of the World. Springer International Publishing, Cham, pp. 151–166. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06388-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06388-1_13)
- Alongi D.M. 2014. Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. Annual Review of Marine Science, 6: 195–219. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>
- Alongi D.M. 2015. Carbon sequestration in mangrove forests. Carbon Management, 3: 313–322. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>
- Azonsi F., Tossa A., Kpomasse M., Lanhoussi F., Zannou A. & Gohoungossou A. 2008. Atlas hydrographique du Bénin : un Système d'Information sur l'hydrographie. Direction générale de l'eau, P22
- Duke N. C. & Allen J.A. 2006. *Rhizophora mangle*, *R. samoensis*, *R. racemosa*, *R.\* harrisonii* (Atlantic– East Pacific red mangrove). Species profiles for Pacific island agroforestry, 10: 1–18.
- Duke N.C. & Schmitt K. 2012. Mangroves: Unusual Forests at the seas Edge. Biotropica, 1–24. <https://doi.org/10.1111/btp.12004>
- Duke N.C. & Schmitt K. 2015. Mangroves: Unusual Forests at the Seas Edge Mangroves : Forested Tidal Wetlands Introduction 1–24. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41554-8>
- Dagnelie P. 1998. Tome I. Statistique théorique et appliquée.
- De Boeck, Bruxelles, p 517 Giri C., Ochieng E., Tieszen L.L., Zhu Z., Singh A., Loveland T., Masek J. & Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Global Ecology & Biogeography, 20: 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Hutchison J., Manica A., Swetnam R., Balmford A. & Spalding M. 2014. Predicting Global Patterns in Mangrove Forest Biomass: Global patterns in mangrove biomass. Conservation Letters, 7: 233–240. <https://doi.org/10.1111/conl.12060>

Nguyen H.T., Stanton D.E., Schmitz N., Farquhar G.D. & Ball M.C., 2015. Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: development and function of 142 shoot hydraulic systems require saline conditions. *Annals of Botany*, 115: 397–407. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu257>

Padonou, E. A., Lykke, A. M., Bachmann, Y., Idohou, R., Sinsin, B. (2017). Mapping changes in land use/land cover and prediction of future extension of bowé in Benin, West Africa. *Land Use Policy* 69:85–92. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.015>

Polidoro B., Carpenter K., Collins L., Duke N., Ellison A., Ellison J., Farnsworth E., Fernando E., Kandasamy K., Koedam N., Livingstone S., Miyagi T., Moore G., Nam V., Eong Ong J., Primavera J., Salmo S., Sanciangco J., Sukardjo S. & Yong J. 2010- The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. *PloS one* 5, e10095. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>

Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., & Berg, A. (2011). The impact of future climate change on West African crop yields: What does the recent literature say? *Global Environmental Change*, 21(3), 1073–1083.

Spalding M., Kainuma M. & Collins L. 2010. World Atlas of Mangroves. Why are mangroves important? Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Matla, P 310. Tang W., Feng W., Jia M., Shi J., Zuo H. & Trettin C.C. 2016. The assessment of mangrove biomass and carbon in West Africa: a spatially explicit analytical framework. *Wetlands Ecology and Management*, 24: 153–171. <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9474-7>

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(3):1153–1169.

Zanvo M.G.S., Salako K.V., Gnangle C., Mensah S., Assogbadjo A.E., Glèlè Kakai R. (2021). Human disturbances have less effect on tree taxonomic, *Wetlands Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09793->