

Impacts des pressions humaines, y compris minières, sur la dynamique de l'occupation des sols dans la forêt classée de Bandia (2000-2020)

Cisse Ousmane

Doctorant à l'Université Alioune Diop (UAD), Groupe de recherche
Biodiversité et Gestion des Ressources Naturelles
Changement Climatique, Sénégal

Gaye Momar Pape

Département Productions Forestières, Institut Supérieur de Formation
Agricole et Rurale (ISFAR)

Faye Elhadji

Professeur titulaire, Département Productions Forestières, Institut Supérieur
de Formation Agricole et Rurale, Université Alioune Diop, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n27p63](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n27p63)

Submitted: 28 July 2025

Accepted: 02 September 2025

Published: 30 September 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Cisse, O., Gaye, M.P. & Faye, E. (2025). *Impacts des pressions humaines, y compris minières, sur la dynamique de l'occupation des sols dans la forêt classée de Bandia (2000-2020)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (27), 63. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n27p63>

Résumé

Cette étude analyse l'évolution de l'occupation des sols dans la forêt classée de Bandia, au Sénégal, entre 2000 et 2020, en lien avec les pressions anthropiques, notamment l'urbanisation, l'exploitation minière et l'agriculture. Pour cela, une approche méthodologique combinée a été mobilisée, s'appuyant sur des images satellitaires Landsat (ETM+ et OLI) analysées via les logiciels ENVI 5.3 et ArcGIS 10.8, une classification supervisée des sols (algorithme du maximum de vraisemblance), ainsi que des enquêtes de terrain et des inventaires écologiques. Cette approche a permis de cartographier les changements de couverture végétale et d'identifier les facteurs dominants de transformation du paysage. Les résultats montrent une dégradation marquée du couvert végétal et une expansion significative des carrières et sites miniers, surtout entre 2010 et 2020. Initialement dominée par la savane arborée à arbustive (59 % en 2000), la forêt a vu cette formation

tomber à 42 % en 2020, tandis que les zones minières ont augmenté de 0,77 % à 5 % de la surface. Une nouvelle zone agricole est également apparue en 2020. La Réserve animalière de Bandia, voisine, a montré un effet de régénération écologique, attribuable à des mesures de protection comme la clôture et la gestion partenariale, bien que cet impact reste limité spatialement. L'analyse met en évidence le rôle destructeur de l'exploitation minière, amplifié par l'absence de réhabilitation, et dénonce l'inefficacité des politiques actuelles de gestion des forêts classées. Le modèle de la Réserve de Bandia, bien qu'inspirant, ne peut être transposé tel quel, en raison de son orientation touristique à visée commerciale. Il appelle à une gestion durable, souple et adaptée aux réalités écologiques et sociales locales, pour préserver efficacement les forêts classées du Sénégal.

Mots-clés: Occupation des sols, exploitation minière, dégradation environnementale, gestion durable

Impacts of Human Pressures, Including Mining, on Land Use Dynamics in the Bandia Classified Forest (2000–2020)

Cisse Ousmane

Doctorant à l'Université Alioune Diop (UAD), Groupe de recherche
Biodiversité et Gestion des Ressources Naturelles
Changement Climatique, Sénégal

Gaye Momar Pape

Département Productions Forestières, Institut Supérieur de Formation
Agricole et Rurale (ISFAR)

Faye Elhadji

Professeur titulaire, Département Productions Forestières, Institut Supérieur
de Formation Agricole et Rurale, Université Alioune Diop, Sénégal

Abstract

This study analyses the evolution of land use in the Bandia classified forest, Senegal, between 2000 and 2020, in relation to anthropogenic pressures, notably urbanization, mining, and agriculture. To achieve this, a combined methodological approach, based on Landsat satellite images (ETM+ and OLI) analyzed using ENVI 5.3 and ArcGIS 10.8, a supervised soil classification (maximum likelihood algorithm), as well as field surveys and ecological inventories. This approach enabled us to map changes in vegetation cover and identify the dominant landscape transformation factors. The results show a degradation of the vegetation cover and a significant expansion of quarries and mining sites, especially between 2010 and 2020. Initially

dominated by wooded to shrubby savannah (59% in 2000), forest cover has fallen to 42% by 2020, while mining areas have increased from 0.77% to 5 % of surface area. A new agricultural zone also appeared in 2020. The neighbouring Bandia Animal Reserve showed an ecological regeneration effect attributable to protective measures such as fencing and partnership, although this impact remains spatially limited. The analysis highlights the destructive role of mining, amplified by the absence of rehabilitation, and denounces the ineffectiveness of current management policies. The Bandia Reserve model, while inspiring, cannot be transposed as it stands, due to its commercial tourism orientation. It calls for sustainable, flexible management adapted to local ecological and social realities, to effectively preserve Senegal's classified forests.

Keywords: Land use, Mining activities, Environmental degradation, Sustainable management

Introduction

Les forêts constituent un capital naturel inestimable, garant du bien-être des sociétés humaines et du maintien des équilibres écologiques planétaires (Ngono, 2017). Elles fournissent des biens marchands comme le bois, le gibier ou les produits forestiers non ligneux (PFNL), mais aussi des services écosystémiques non monétisables, pourtant essentiels, tels que la régulation climatique, la protection des sols et la préservation de la biodiversité (Diagne et al., 2024 ; Briot 2017) . Malgré leur valeur écologique et socio-économique, ces écosystèmes sont soumis à une pression anthropique croissante, notamment en Afrique, où le taux de déboisement est l'un des plus élevés au monde, atteignant 0,78 % par an contre 0,22 % au niveau mondial (FAO, 2001). Au Sénégal, la régression forestière est alimentée par les défrichements agricoles, les feux de brousse, l'exploitation de bois-énergie et l'urbanisation, causant la perte de près de 80 000 ha de forêts entre 1981 et 1990 (Diagne et al., 2024 ; Fao 1999). Ce phénomène est particulièrement alarmant dans la région de Thiès, où la forêt classée de Bandia illustre les tensions entre conservation et développement. Cette forêt, jadis soutenue par un projet communautaire de conservation, fait aujourd'hui face à de multiples menaces : extension des zones urbaines, multiplication des carrières et sites miniers, dégradation de la flore et raréfaction de la faune (Diagne et al., 2024 ; Solly et al., 2018-a). Des espèces emblématiques comme *Khaya senegalensis* (caïlcedrat) ou *Panthera leo* (lion d'Afrique) ont déjà disparu de la zone. Face à cette situation, des outils modernes tels que la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) apparaissent comme des moyens efficaces pour suivre les dynamiques d'occupation du sol, identifier les causes de déforestation et appuyer la planification de la restauration écologique (Biaou

et al., 2019 ; Mamane et al.,2018). Ces approches permettent de compenser l'absence de données quantitatives continues sur l'impact de l'anthropisation des milieux forestiers et de produire une analyse spatiale pertinente. La présente étude s'inscrit dans cette perspective. Elle se focalise sur la forêt classée de Bandia, dans le département de Mbour, une zone à fort enjeu écologique et économique, soumise à une urbanisation rapide et à une forte pression extractive. L'objectif principal est de caractériser les changements d'occupation des sols entre 2000 et 2020, en lien avec les pressions anthropiques, notamment l'expansion urbaine, l'exploitation minière et l'agriculture, et d'en évaluer les impacts sur la conservation de l'écosystème forestier. Ainsi, l'étude s'articule autour de la question centrale suivante : Quels sont les principaux facteurs responsables des changements d'occupation des sols dans la forêt classée de Bandia entre 2000 et 2020, et quels sont leurs impacts sur la conservation de cet écosystème ? L'hypothèse retenue postule que ces changements sont principalement dus à l'urbanisation, à l'exploitation minière et à l'agriculture, et qu'ils ont engendré une dégradation significative du couvert végétal, affectant la biodiversité et la productivité floristique de la forêt. En réponse à cette problématique, l'approche méthodologique mobilisera l'analyse diachronique à partir d'images satellitaires et d'enquêtes de terrain, afin de proposer des pistes pour une gestion durable de cet espace forestier emblématique.

Milieu d'étude

Situation géographique

Située à une soixantaine de kilomètres de Dakar (capitale du Sénégal), le long de la Route Nationale n°1, la Forêt Classée de Bandia est à cheval sur les départements de Thiès et Mbour dans la Région de Thiès (figure 1). Elle polarise les Communes de Sindia à l'Est et à l'ouest, de Diass au nord-ouest, de Tassette, de Notto Diobass au nord-est et de Nguékhokh au Sud. Les principaux types de sols rencontrés sont : sols hydromorphes, sols ferrugineux tropicaux hydromorphes, sols rouges colluviaux, sols très profonds. La population totale de la région s'élève à environ 2 105 707 habitants ayant pour ethnie majoritaire les sérères. (Plan d'Action Forestier Régional 2004).

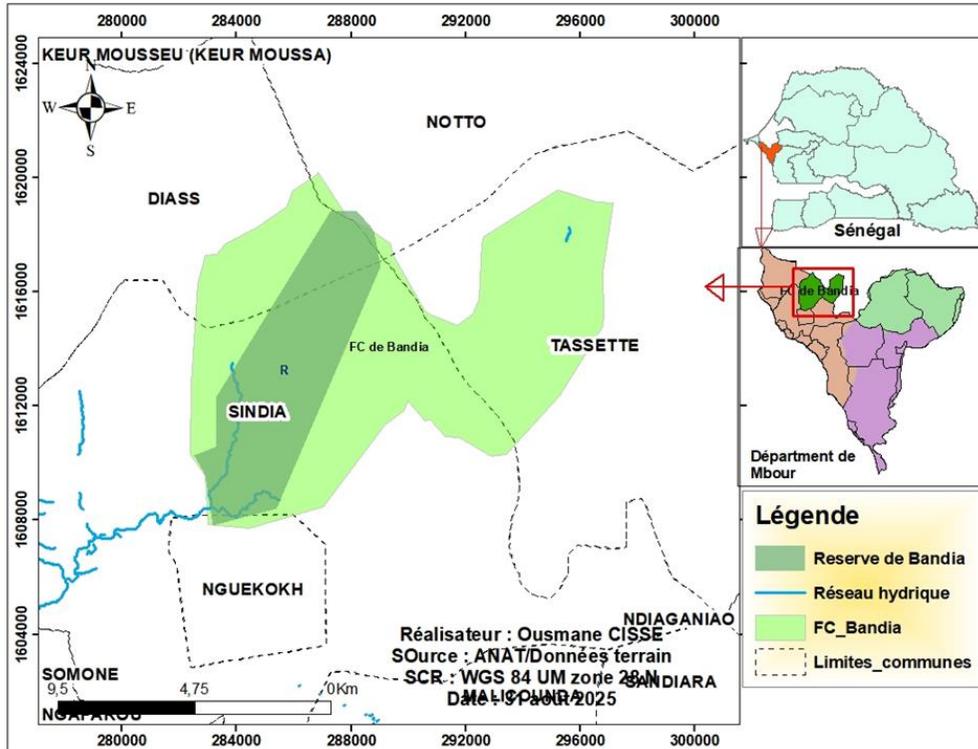


Figure 1: Carte de localisation de la forêt classée de Bandia

Collecte de données

Choix des images et prétraitement

Les images Landsat (30 m de résolution spatiale) prises en pleine saison sèche sur la période de 2000-2020, et issues des capteurs ETM+ (du 03/08/2000 ; 12/08/2010) et OLI (du 06/07/2020), ont fait l'objet d'analyse (**tableau 1**). Ces dernières ont été téléchargées sur le site : <https://earthexplorer.usgs.gov/> et choisies principalement en fonction de leur disponibilité, de la saisonnalité et de l'objectif de l'étude (Barima et al., 2009). Par ailleurs, leur utilisation a permis de couvrir une période durant laquelle, la région a connu une explosion démographique spectaculaire. Les prétraitements et traitements d'images Landsat ont été réalisés sous les logiciels ENVI 5.3 et ArcGIS 10.8. La correction des images (radiométrique) a porté sur l'application du gap Mask, qui a permis d'enlever les lignes d'erreurs sur les images Landsat ETM+.

Tableau 1 : descriptif des images Landsat

Capteurs	Date d'acquisition	Résolution spatiale (m)	Path/Row	Projection
Landsat7	08/12/2000	30x30	250/050	UTM/WGS84, 28
ETM+	20/12/2010	30x30	250/050	N UTM/WGS84, 28
Landsat8	20/10/2020	30x30	250/050	N UTM/WGS84, 28
OLI TIR				N

Source : earthexplorer.usgs.gov

Classification et identification des classes d'occupation des sols

La composition colorée d'une image est le résultat de la superposition des bandes dans les canaux Rouge, Vert et Bleu (RGB). Pour la présente étude, la composition colorée utilisée est celle dite infrarouge fausse couleur. Elle combine les bandes correspondantes aux longueurs d'ondes du PIR, R et V respectivement dans les canaux R-G-B. Il s'agit des bandes 4-3-2 des images Landsat7 ETM+ des années 2000 et de 2010, et des bandes 5-4-3 de l'image Landsat8 OLI_TIRS de l'année 2020. Cette composition colorée s'appuie sur les propriétés de la végétation qui réfléchissent très fortement le rayonnement proche infrarouge (Mesmin et al., 2025; Girard et Girard, 1999) . Après classification supervisée sur le logiciel Arcmap 10.8 sept (07) classes d'occupation des sols ont été identifiées. L'interprétation des histogrammes s'est faite en fonction des valeurs numériques des pixels et de la réflectance de la surface des objets dans les différents canaux spectraux de l'image (Andrieu et al., 2020).

Résultats

Les classes spectrales résultantes de la première classification ont fait l'objet d'une interprétation suivie d'un regroupement suivant les sept (07) classes thématiques qui composent la légende retenue (figure 2,3,4). Les classifications supervisées des images Landsat appuyées sur l'algorithme du maximum de vraisemblance ont donné des précisions globales de 82,89 % à 96,80% avec des valeurs de Kappa (κ) allant de 88 % à 91 % (tableau 2). Ces résultats sont donc acceptables et peuvent être utilisées judicieusement. Par ailleurs, l'analyse visuelle des cartes montre une régression des savanes arborées à arbustives et les carrières et mines qui ont spectaculairement augmenté (figures 2,3 et 4). De plus, la forêt classée de Bandia était majoritairement dominée en 2000 par la savane arborée à arbustive avec un taux d'occupation de 59,23% de la surface totale, suivie de la savane arbustive dégradée et de la savane boisée avec respectivement 17,77% et 17,46%. Mais en 2010 la savane arbustive dégradée a connu une augmentation fulgurante de plus de 10% atteignant 27,09% de la forêt, au moment où la savane arborée à

arborescente avec 46,23% et la savane boisée avec 16,51% affichent une régression sur la même période. Les zones de carrière et mines qui n'étaient que de 0,77% en 2000, dépassent presque de 4 fois la zone des galeries forestières en 2020. La classe zone agricole est nouvellement apparue en 2020 avec une proportion d'occupation de 2,02% de la superficie de la forêt, résultant d'une reconversion soit des savanes arborescentes dégradées, soit des sols nus et bâtis (figure 5).

Tableau 2 : Valeurs de la précision globale et du coefficient Kappa issues de la classification supervisée des images Landsat TM, ETM+ et OLY/TIRS à partir de 40 points prélevés sur le terrain

Indices	2000	2010	2020
Coefficient Kappa	88	89	91
Précision globale (%)	82,89	87,70	96,80

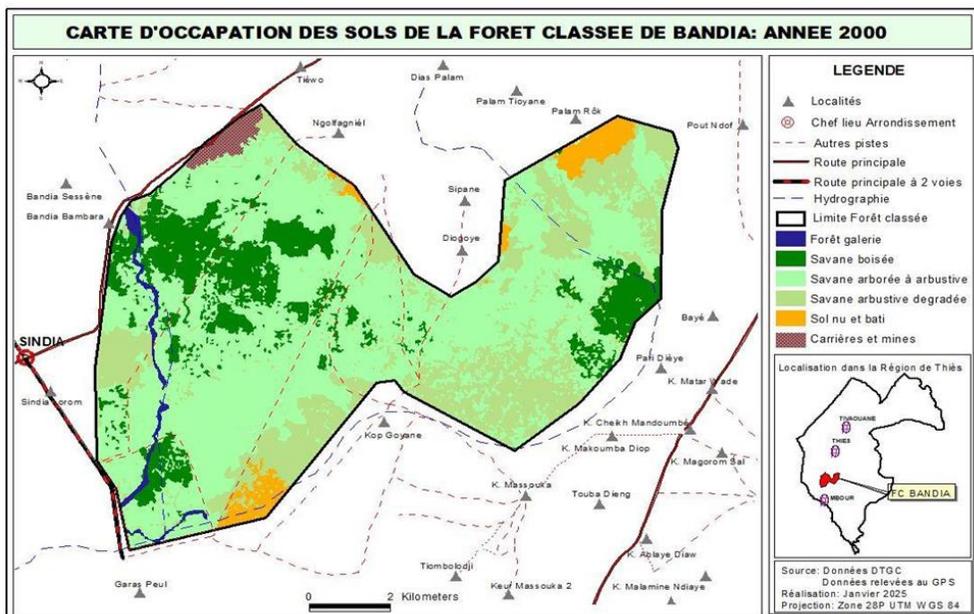


Figure 2: Carte d'occupation des sols de la FCB en 2000

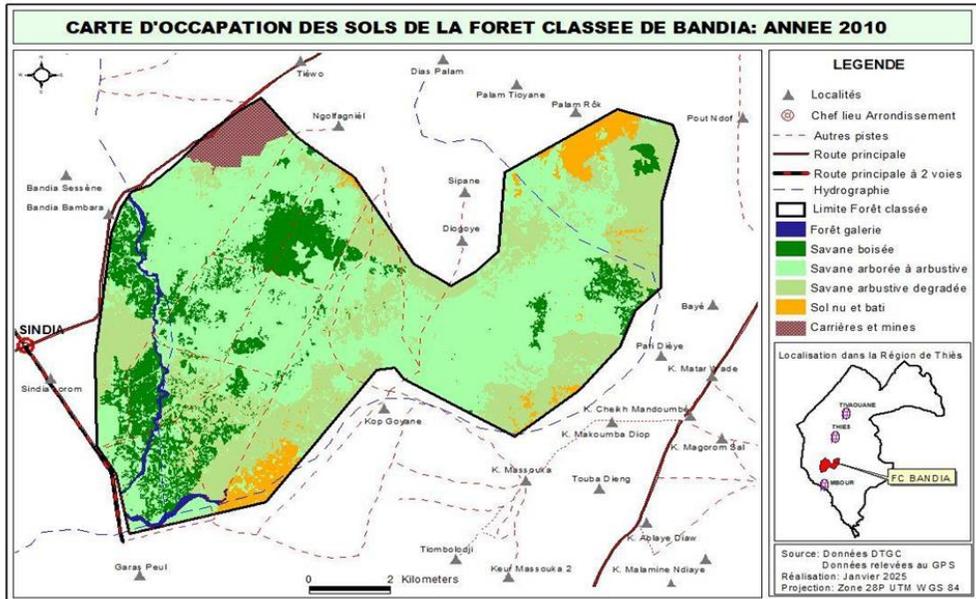


Figure 3: Carte d'occupation du sol de la FCB en 2010

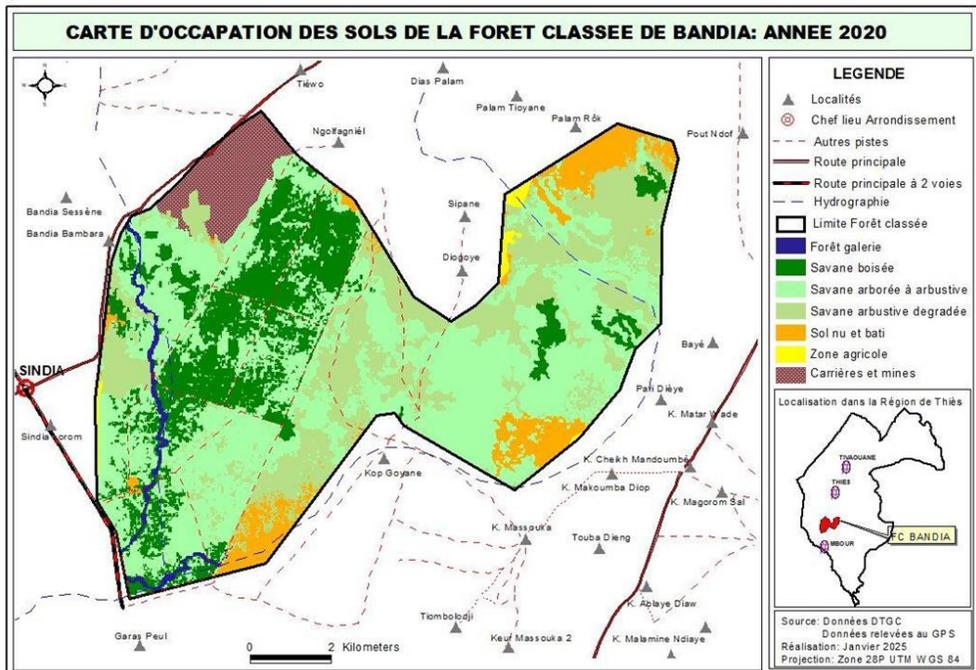


Figure 4: Carte d'occupation du sol de la FCB en 2020

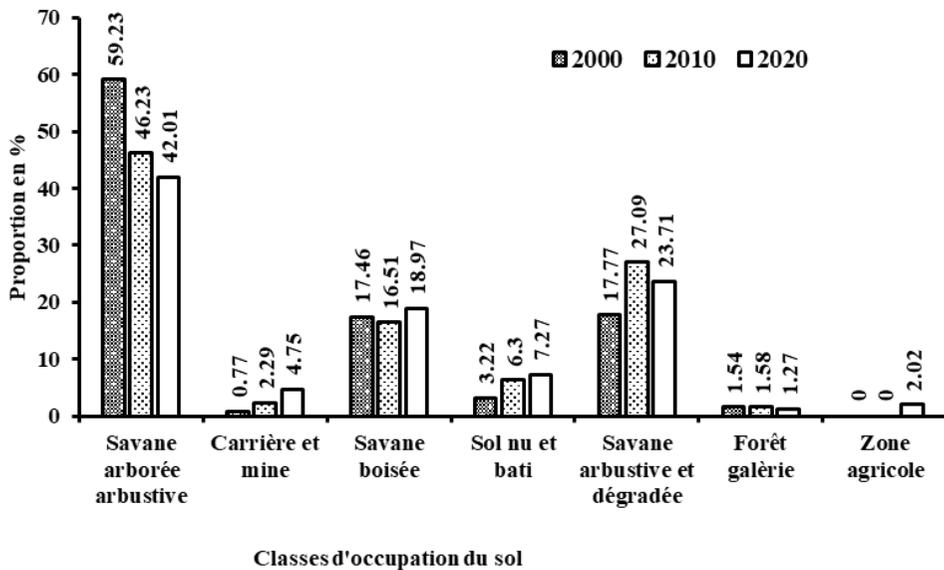


Figure 5 : Changement classe d'occupation du sol entre 2000, 2010 et 2020

Discussions

L'étude porte sur l'analyse des transformations de l'occupation des sols dans la forêt classée de Bandia (FCB), en comparaison avec la Réserve animalière voisine, face aux pressions anthropiques croissantes. Elle mobilise une approche combinée reposant sur la télédétection, les SIG et les inventaires de terrain, dans une logique d'évaluation environnementale. Les résultats obtenus dans la forêt classée de Bandia (FCB) confirment une dynamique de dégradation environnementale fortement corrélée aux activités anthropiques, notamment l'extraction minière, le surpâturage, les feux de brousse et les coupes illégales. Ces constats rejoignent les observations faites dans d'autres contextes forestiers africains soumis à la pression minière, comme le montrent les études menées dans la région de l'Est du Cameroun (Voundi, 2025). À Bandia, la perte de 17 % du couvert de savane arborée en deux décennies, combinée à l'expansion des carrières de 0,77 % à 5 %, illustre un processus rapide de transformation des écosystèmes, analogue à celui observé dans l'Est camerounais, où l'arrivée massive de compagnies minières asiatiques a conduit à une exploitation peu encadrée, destructrice pour les milieux naturels (Voundi, 2025 ; MINEPAT, 2009a ; MINEPAT, 2009b ; Ottou, 2024). Dans les deux cas, les effets de cette ruée vers les ressources sont perceptibles par une fragmentation accrue des habitats, la pollution des cours d'eau, la déforestation, et l'appauvrissement floristique. Durant la première décennie (2000–2010), l'impact dominant était la dégradation par extension de la savane arbustive. Dans la seconde période (2010–2020), la Réserve animalière

de Bandia a eu un effet régénérateur significatif sur l'écosystème, grâce à des mesures de gestion telles que l'extension de la clôture dès 2004 (Vermeulen, 1986), limitant la divagation animale et les feux. Cependant, la déforestation dans la FCB atteint un rythme élevé, estimé à 53,95 ha/an, soit 5 % de perte annuelle, bien supérieur à celui observé par Zakariyao et al. (2017) au Togo (<1 % en 60 ans). Cette dégradation s'explique par la prolifération des carrières et mines (Diagne et al., 2024), notamment celles de la SOCOIM et des Cimenteries du Sahel (236 ha), dans un contexte de grands projets d'infrastructures d'État comme l'Aéroport International Blaise Diagne (3500 ha) ou la Zone Économique Spéciale Internationale (718 ha) (Niang, 2022). L'étude révèle également que la structure floristique de la réserve est nettement plus riche et diversifiée que celle de la forêt classée. Les populations locales interrogées reconnaissent unanimement les impacts négatifs de l'exploitation minière et l'absence de mesures de réhabilitation à ce jour, ce qui menace la pérennité même de la réserve. Malgré de nombreuses tentatives d'aménagement (études scientifiques ou projets institutionnels), aucune n'a abouti de manière satisfaisante, soulignant un besoin urgent de ré forme de la gouvernance forestière.

Conclusion

Cette étude a montré que les changements d'occupation des sols dans la Réserve de Bandia entre 2000 et 2020 sont fortement influencés par les pressions anthropiques, notamment l'exploitation minière et agricole. Les résultats mettent en évidence une régression marquée des savanes arborées et arbustives, ainsi qu'une extension spectaculaire des carrières et mines. Toutefois, le système de protection de la réserve a permis une certaine restauration des formations végétales, illustrant son efficacité locale mais limitée. La Réserve de Bandia peut inspirer des modèles de gestion durable, à condition d'adapter ses mécanismes aux réalités écologiques et sociales des autres forêts protégées. L'enjeu majeur demeure la nécessité d'une gouvernance forestière intégrée, combinant régulation stricte des activités extractives, participation des acteurs locaux et stratégies innovantes de conservation, afin d'assurer la durabilité des écosystèmes forestiers au Sénégal.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Amy, D., Bruno, K. K., Bineta, N., Badara, D. A., Ousmane, C., Birahim, F., Youssoupha, D., Ismaïla, N., Awa, F., & Raoul, S. K. (2024). *Dynamique spatiale et temporelle de l'occupation de sol de la forêt classée de Bandia au Sénégal entre 2000 et 2020 Spatial and temporal dynamics of land use in the Bandia classified forest in Senegal between 2000 and 2020*. 4(2), 1–17.
2. Andrieu, J., Lombard, F., Fall, A., Thior, M., Ba, B. D., & Dieme, B. E. A. (2020). Botanical field-study and remote sensing to describe mangrove resilience in the Saloum Delta (Senegal) after 30 years of degradation narrative. *Forest Ecology and Management*, 461(December 2019), 117963. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117963>
3. Barima, Y. S. S., Barbier, N., Bamba, I., Traoré, D., Lejoly, J., & Bogaert, J. (2009). Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois & Forêts Des Tropiques*, 299(299), 15. <https://doi.org/10.19182/bft2009.299.a20419>
4. Biauou, S., Houeto, F., Gouwakinnou, G., Honoré, S. S., Biauou, S., Houeto, F., Gouwakinnou, G., Sorotori, S., Biauou, H., & Awes, B. (2019). Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord Bénin To cite this version : HAL Id : hal-02189367 Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord Bénin. *Hal-02189367*, 2, 1–20. <https://hal.science/hal-02189367>
5. Ottou M., 2024. La recomposition du secteur minier artisanal au Cameroun : contestation et négociation de l'accès dans les sites d'extraction de l'or dans les municipalités de Bétaré-Oya et Batouri. *Afrique contemporaine*, n° 277, p. 149-171.
6. Mesmin, T., Frédéric, S., Eric, V., Fendoung Philippes, M., Makak Rose, N., Ismaël, I., & Frédéric Sédric, T. (2025). Land Use and Land Cover changes in the Centre Region of Cameroon. *Journal of Advance Research in Social Science and Humanities (ISSN 2208-2387)*, 10(9), 36–70. <https://doi.org/10.61841/ta2n8a56>
7. Minepat (ministère de l'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire), 2009a. *Document de stratégie pour la croissance et l'emploi*, République du Cameroun, Yaoundé, Minepat. <https://www.minepat.gov.cm>
8. Ngonu, F. A. (2017). La forêt, un patrimoine commun de l'humanité ? Réflexion sur les conflits de représentations de la forêt à l'aune de sa patrimonialisation. *Éthique Publique*, vol. 19, n° 2. <https://doi.org/10.4000/ethiquepublique.2999>
9. Sidy NIANG. (2022). *Année universitaire : 2020 / 2021*.

10. Zakariyao Koumoi, Tchaa Boukpassi, Koffi Djagnikpo Kpedenou. PRINCIPAUX FACTEURS EXPLICATIFS DE LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL DANS LE CENTRE-TOGO : APPORT DES SIG ET DES STATISTIQUES SPATIALES . Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes (RIGES), 2017, 3, pp.252-273. (hal-01672684)
11. Vermeulen, C. (1986). *La réserve faunique de Bandia (Sénégal) : modèle ou contre-modèle pour l ' Afrique de l ' Ouest ?* January 2006, 23–27.
12. Voundi, E. (2025). *La forêt dans les territoires miniers du Cameroun oriental Forests in Eastern Cameroon ' s mining territories La forêt dans les territoires miniers du Cameroun oriental Controverses entre exploitation et préservation.*