

Évaluation de la durabilité des services écosystémiques et stratégies de conservation dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann (Senegal) : vers une gestion intégrée des ressources naturelles en milieu urbain

Assessment of Ecosystem Service Sustainability and Conservation Strategies in the Hann Forest and Zoological Park (Senegal): Towards Integrated Natural Resource Management in Urban Areas

Ndiaye Baye Bilal^{1*}, Kokou Kokouvi Bruno^{1,2,3*}, Teteli Soloum Clément^{1,4}, Koffi N'dere Aoufoh², Fagnibo Adélaïde Hinhami^{5,6}, Diop Alioune Badara¹, Sambieni Kouagou Raoul^{1,7}, Faye Elhadji⁸, Riera Bernard^{1,9}

¹Ecole Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et Territoires tropicaux, Université de Kinshasa, Commune de Lemba, - B.P. 15.373 - Kinshasa, République Démocratique du Congo

²Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale (LBEV), Département botanique, Faculté des sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 01 BP 1515, Lomé 1, Togo

³African Centre of Excellence in Neglected and Underutilised Biodiversity (ACENUB), University of Mzuzu, P/BAG 201 LUWINGA, Mzuzu, Malawi

⁴Unité de Recherche en Mycologie Tropicale et Interaction Plantes-Champignons du Sol, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

⁵Laboratory of Plant, Horticultural and Forestry Sciences, National University of Agriculture, BP 43 Kétou, Benin.

⁶Research Unit in Microbiology, Microbial Ecology, Water and Soil Conservation (UR- MEMCES), Soil Sciences Laboratory, Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi; 01 BP 526, Cotonou, Benin.

⁷Faculté d'Architecture, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République Démocratique du Congo

⁸Université Alioune Diop (UAD), Bambey – Sénégal.

⁹Muséum National d'Histoire Naturelle, France

*Corresponding author : bayebilendiaye@gmail.com ; kokoubruno7@gmail.com

ORCID des auteurs

Ndiaye Baye Bilal : <https://orcid.org/0009-0004-6744-9811> ; Kokou Kokouvi Bruno: <https://orcid.org/0009-0006-0852-1232> ; Teteli Soloum Clément : <https://orcid.org/0000-0002-5714-2144> ; Koffi N'dere Aoufoh; Fagnibo Adélaïde Hinhami : <https://orcid.org/0009-0000-5530-4835> ; Diop Alioune Badara : <https://orcid.org/0009-0009-1547-8350> ; Sambieni Kouagou Raoul : <https://orcid.org/0000-0001-5062-0791> ; Faye Elhadji : <https://orcid.org/0000-0002-8959-3898> ; Riera Bernard : <https://orcid.org/0000-0003-1294-874X>

How to cite article : Ndiaye Baye Bilal, Kokou Kokouvi Bruno, Teteli Soloum Clément, Koffi N'dere Aoufoh, Fagnibo Adélaïde Hinhami, Diop Alioune Badara, Sambieni Kouagou Raoul, Faye Elhadji, Riera Bernard (2024). Analyse de la Durabilité des Services Écosystémiques dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann (Sénégal). *Revue Écosys-*

Résumé

Cette étude évalue la durabilité des services écosystémiques fournis par le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) à Dakar, Sénégal, en tenant compte de la pression démographique et des activités anthropiques qui affectent les aires protégées urbaines. Les objectifs de cette recherche sont de dresser un état des lieux de la gestion durable des services écosystémiques dans le PFZH, de cartographier les différents services, et d'analyser

tèmes et Paysages, 4(2) : 1-16, e-ISSN (Online) : 2790-3230

Doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4208>

Reçu : 30 septembre 2024

Accepté : 15 décembre 2024

Publié : 30 décembre 2024



Copyright: Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

les pressions ainsi que les acteurs qui influencent leur gestion. La méthodologie combine la cartographie et des enquêtes aléatoires stratifiées pour spatialiser et caractériser les services écosystémiques les plus importants, tout en analysant la dynamique de la superficie du parc. En comparant l'évolution de sa taille, passée de 80 hectares en 1935 à 58 hectares en 2023, l'étude met en lumière l'impact des aménagements, tels que les constructions administratives et les infrastructures gouvernementales. Les résultats révèlent que les inondations, impactant 40,23 % de la gestion du parc, représentent la principale menace, suivie de la pollution (22,99 %) et les changements climatiques (11,48 %). Ces inondations, causées par les fortes pluies à Dakar, envahissent une grande partie du PFZH, posant ainsi un risque majeur pour la conservation de la biodiversité. Pour contrer ces défis, l'étude recommande la construction de canaux de drainage et le reboisement pour renforcer la résilience du parc, contribuant ainsi à une gestion intégrée et durable des ressources naturelles en milieu urbain.

Mots clés : Ecosystème urbain, Biodiversité, Conservation, Cartographie, Dynamique, Parc zoologique forestier de Hann, Dakar

Abstract

Protected areas, including forest parks, provide many ecosystem services that are economic, protective or regulatory, etc. However, in recent decades, due to demographic pressure, most protected areas have continued to suffer from human actions. This study is a contribution to the state of sustainable management of ecosystem services in the Hann Forest and Zoological Park (Dakar/Senegal). It made a spatialization of the different ecosystem services of the PFZH, analyzing the pressures and actors that influence the management of ecosystem services in the PFZH. The mapping coupled with the surveys made it possible to highlight 14 of the most important ecosystem services in the PFZH. In addition, the analysis of dynamics reveals that the area has increased from 80 ha in 1935 to 58 ha in 2023, this is driven by development work (construction of the Ministry of the Environment, administrative buildings, houses and the Institute of Food Technology, etc.). The results show that flooding, with a proportion of 40.23%, is the greatest factor influencing the management of the PFZH. It is followed by pollution and climate change with respective proportions of 22.99% and 11.48%. This is explained by the fact that due to the heavy rains that the city of Dakar has suffered, most of the surface water has occupied most of the PFZH. This constitutes a great threat to the conservation of biodiversity, so measures such as the construction of drainage channels and reforestation must be taken.

Keywords: urban Ecosystem, Biodiversity, Conservation, Mapping, Dynamics, Hann forest zoological park, Dakar

1. Introduction

Les services écosystémiques, définis comme « les conditions et processus par lesquels les écosystèmes naturels et les espèces qui les construisent soutiennent et permettent la vie humaine » (Costanza, et al. 2017), représentent les principaux produits fournis par les aires protégées. Ces dernières, à l'instar des parcs forestiers, offrent de nombreux services tels que l'approvisionnement, la régulation, etc. (Pramova et al. 2012 ; Madzous et al. 2020 ; Folega et al. 2010). L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire a légitimé le concept de services écosystémiques, en aidant à mieux comprendre les relations complexes entre la nature et la société (Sukhdev, 2008). En effet, l'humanité bénéficie de l'environnement naturel par un large éventail de biens et services tels que la nourriture, le bois, l'eau potable, l'énergie, ou encore la protection contre les inondations et l'érosion des sols. Ces nombreux services écosystémiques constituent pour de nombreux États de véritables sources de revenus (Kokou et al. 2023 ; Teteli et al. 2022 ; Kakule et al. 2024 ; Koffi n'dere et al. 2024 ; Folega et al. 2014). Ils sont indispensables à la survie de l'humanité ainsi qu'à son développement social et économique. Peu de groupes ou de secteurs échappent à cette dépendance, sous une forme ou une autre. Le bien-être et la croissance des individus, des foyers, des entreprises et des industries dépendent

presque toujours des services écosystémiques, dont la dégradation peut entraîner des pertes et des coûts significatifs (Kosmus *et al.*, 2013, Mugisho *et al.*, 2022 ; Teteli *et al.*, 2023). L'explosion démographique de ces dernières années a considérablement accru la pression sur les aires protégées dans le monde et a réduit drastiquement leurs ressources. Cette dégradation est particulièrement marquée dans les parcs urbains, comme le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH). Ces espaces forestiers, situés au cœur des villes, sont convoités pour des raisons sociales et économiques. Ils contribuent à l'amélioration du microclimat urbain, offrent des services de santé et de loisirs aux résidents, et assurent un habitat dynamique, s'adaptant de plus en plus à la vie urbaine (Papillon et Dodier, 2011 ; Folega *et al.* 2012).

En effet, créé en 1903 par le Gouverneur Merlin sous la forme d'un jardin public relevant du service de l'agriculture, le Parc Forestier et Zoologique de Hann a une vocation socio-éducative, récréative et scientifique. Sous la tutelle de la Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS), le Parc Forestier et Zoologique de Hann possède des potentialités environnementales qui devraient lui permettre de préserver cette vocation. Il constitue le plus grand espace vert du département de Dakar et contribue à l'enrichissement du patrimoine de la biodiversité du Sénégal (Ndiaye, 2020). Cependant, la conservation des ressources du Parc Forestier et Zoologique de Hann est de plus en plus compromise en raison du manque de financements et d'équipements nécessaires pour maintenir sa biodiversité, malgré les nombreux services écosystémiques qu'il offre. Le parc est confronté à divers défis, notamment la croissance démographique, les inondations, la perte de zones boisées et la pollution. L'augmentation des précipitations dans la région de Dakar entraîne des inondations récurrentes, menaçant ainsi la survie des espèces végétales non adaptées à ces conditions d'humidité (Ndiaye, 2020). La construction illégale d'habitations à proximité, au lieu de zones tampons, aggrave cette situation en obstruant le réseau d'évacuation des eaux pluviales. Par ailleurs, l'expansion urbaine dans les communes voisines de Hann Mariste, Pikine et Guédiawaye exerce une pression supplémentaire sur les ressources du parc. De plus, l'État utilise également ces ressources forestières et animales pour des projets d'intérêt public, tels que le passage du Train Express Régional (TER) derrière le parc zoologique, et l'implantation de structures comme le ministère de l'Environnement et l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA). Ces interventions ont réduit la superficie du parc, passée de 60 hectares à moins de 56 hectares (Ndiaye, 2020).

Cette étude contribue à une évaluation de la durabilité des services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann et de proposer des stratégies de gestion intégrée qui permettent de concilier la conservation de la biodiversité avec les besoins socio-économiques des populations locales et les dynamiques de développement urbain. Plus spécifiquement, elle vise à évaluer l'état actuel des services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann, ensuite proposer des stratégies de gestion durable et des politiques de conservation.

2. Méthodes

2.1. Description du milieu d'étude

Située entre le 14°40'30'' Latitude Nord et le 17°25'20'' Longitude Ouest avec des altitudes variant de 1 à 5 m, le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) constitue la zone principale de l'étude. Il se localise dans la région de Dakar à 6km du Centre-ville. Il est délimité par la route des Pères Maristes à l'ouest, les rails du chemin de fer à l'est, la route passant de l'école des Maristes à l'institut de Technologie Alimentaire (ITA) au nord et la route du front de terre au sud. Il s'étend sur une superficie de 56 hectares environ (Ndiaye, 2020).

Le climat est de type sahélo soudanien, côtier. C'est un climat exceptionnel dû à l'influence des alizés maritimes pendant une bonne partie de l'année et de la mousson guinéenne de courte durée. La pluviométrie est caractérisée par une durée relativement courte de l'hivernage, variant entre trois et quatre mois de juin à octobre. Elle est marquée, d'une part, par une inégale répartition des pluies dans le temps et dans l'espace et, d'autre part, par une faiblesse des quantités d'eau enregistrées. La moyenne des précipitations est de 515 mm par an. La température varie entre 17 et 25°C de décembre à avril et de 27 à 30 °C de mai à novembre (ANSD, 2014). Le climat est de type sahélo soudanien, côtier. C'est un climat exceptionnel dû à l'influence des alizés maritimes pendant une bonne partie de l'année et de la mousson guinéenne de courte durée (APIX, 2008).

La couverture végétale de la région de Dakar en particulier dans le parc forestier et zoologique de Hann. Les espèces rencontrées dans les forêts sont *Faidherbia albida*, *Nerocarya macrophylla*, *Adansonia digitata*, *Maytenus senegalensis*, *Ximenia americana*, *Elaeis guineensis*. Il existe également des espèces plantées telles que *Anacardium occidentale*, *Eucalyptus sp* et *Casuarina equisetifolia*.

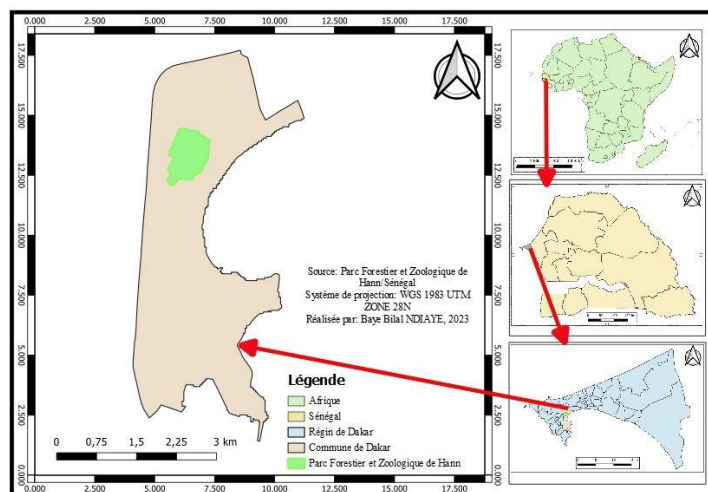


Figure 1 : Localisation du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH)

2.2. Matériel d'étude

2.2.1. Collecte des données

La collecte des données pour cette étude a été réalisée en différentes étapes, en respectant les objectifs précis établis. Nous avons opté pour une approche mixte, combinant des méthodes quantitatives et qualitatives, afin de mieux comprendre la répartition spatiale des services écosystémiques (SE) et les pressions qui s'exercent sur eux au sein du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH).

Tout d'abord, afin de dresser une carte de répartition des principaux SE, des enquêtes et des entretiens individuels et focus groupes ont été menés auprès de divers acteurs, tels que les usagers, les visiteurs du parc, ainsi que des techniciens et des agents des eaux et des forêts. En utilisant une méthode aléatoire à plusieurs degrés (Hahsler & Hornik, 2021)), l'échantillonnage a été effectué dans les différentes zones du parc, ce qui a permis de choisir un échantillon représentatif de 87 visiteurs, calculé à l'aide de la formule de Fisher (Daniel, 2012).

$nf = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$; nf la taille de l'échantillon ; n le degré de représentativité de l'échantillon ; n est donné par la formule $n = \frac{1}{d^2}$, Avec : d la marge d'erreur tolérée qui est de 10% pour cette étude ; N la taille de la population.

Ce processus a été précédé d'une enquête préliminaire sur une semaine, qui a estimé la population mère des visiteurs du parc à environ 696 personnes par jour. Cela a permis d'extrapoler les résultats à tous les usagers. La collecte des données a été facilitée par l'utilisation de *KoboToolbox*, une plateforme numérique permettant de structurer les questionnaires, qui ont été articulés autour de questions sur les perceptions des SE, leur importance relative et les impacts des pressions anthropiques. En parallèle, une étude approfondie des pressions exercées sur les services écosystémiques a été menée par le biais d'interviews semi-structurées avec les techniciens du parc et les acteurs locaux (Bryman, 2016).

Enfin, pour l'identification des acteurs influençant la gestion des SE, des entretiens ciblés ont été conduits avec des gestionnaires du parc, des responsables d'organisations locales, ainsi que des représentants de la société civile, permettant de mieux comprendre les dynamiques de gouvernance (Ostrom, 2009).

2.2.2. Traitement des données

Les données collectées ont été traitées selon une procédure rigoureuse. Le logiciel QGIS (Quantum GIS) a été utilisé pour importer et analyser les données spatiales collectées à l'aide de GPS, afin de créer des cartes de répartition spatiale des services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH). GPS Track Maker a été utilisé pour traiter les points géographiques des services identifiés, permettant ainsi de localiser avec précision les principales zones de services écosystémiques du parc. Les données sur l'utilisation des terres et les services écosystémiques enregistrés ont ensuite été combinées. Le tableur Excel a été employé pour traiter les données quantitatives issues des questionnaires réalisés auprès des visiteurs et des acteurs locaux. Des analyses descriptives (fréquences, moyennes, écarts-types) ont permis d'identifier les services écosystémiques considérés comme les plus importants, ainsi que les principales pressions exercées sur ces services. Le logiciel R et le tableur Excel sont utilisés pour les analyses statistiques de données.

Les données qualitatives recueillies à travers les entretiens et les observations directes ont été analysées via une approche d'analyse thématique (Braun & Clarke, 2006). Cette technique a permis d'extraire les thèmes récurrents liés aux pressions anthropiques sur les services écosystémiques et aux rôles des différents acteurs impliqués dans la gestion du parc. Ces résultats ont été utilisés pour définir les axes stratégiques de gestion durable du PFZH.

Enfin, afin de rendre les résultats plus accessibles, des graphiques ont été créés dans Excel pour illustrer les liens entre les services écosystémiques et les différentes pressions identifiées. Le PFZH a également produit des cartes interactives et des tableaux de synthèse pour mettre en évidence les répartitions spatiales et les principales zones de pression, facilitant ainsi l'identification des actions prioritaires à entreprendre pour améliorer la gestion des services écosystémiques.

3. Résultats

3.1. Spatialisation des principaux services écosystémiques du PFZH

L'étude de l'utilisation de l'espace par les principaux services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) révèle une répartition variable des surfaces dédiées à différentes fonctions écologiques, récréatives et éducatives (Figure 2 et tableau 1). La végétation du parc, couvrant 46 % de la superficie totale (25,91 ha), joue un rôle essentiel dans la préservation de la biodiversité et la prestation de services écosystémiques. La zone d'inondation, qui représente 23,08 % (13 ha), contribue de manière significative à la régulation des eaux de surface. Ce rôle hydrologique est renforcé par la présence du lac, qui occupe 2,13 % (1,2 ha) du parc.

Les services écosystémiques dédiés aux activités récréatives et culturelles sont également bien représentés. Le parc zoologique, qui s'étend sur 12,43 % de la superficie (7 ha), est un élément clé pour la sensibilisation à la conservation des espèces. D'autres zones, telles que les espaces de détente et de sport (3,73 %, soit 2,1 ha), le jardin botanique (2,49 %, soit 1,4 ha), et le coin des arts et cultures (0,12 %, soit 0,07 ha), offrent des services récréatifs variés.

Les services écosystémiques liés à la production et à la conservation sont représentés par la pépinière, qui occupe 4,44 % (2,5 ha) de la superficie, ainsi que par les zones de maraîchage (1,72 %, soit 0,97 ha), témoignant de l'intégration de pratiques durables dans la gestion du parc. Enfin, des infrastructures spécialisées telles que le poney club (3,02 %, soit 1,7 ha), le vivarium (0,28 %, soit 0,16 ha) et le terrain de football (0,16 %, soit 0,09 ha) contribuent à la diversité des services fournis par le parc, permettant une utilisation multifonctionnelle de l'espace.

Cependant, certaines zones, comme celle dédiée à la statue du lion (0,04 %, soit 0,02 ha), occupent une superficie minime mais restent symboliques dans l'aménagement global.

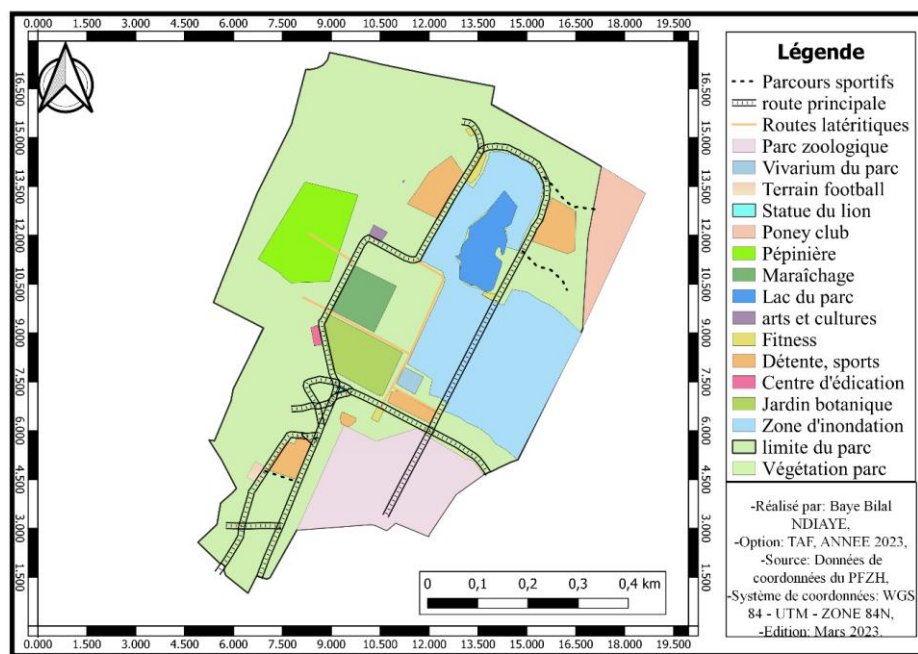


Figure 2 : Occupation spatiale des principaux services écosystémiques du PFZH.

Tableau 1 : Types de services écosystémiques avec leurs superficies correspondantes dans le PFZH

Types de services écosystémiques	Superficies (ha)	Pourcentages (%)
Végétation du parc	25,91	46
Zone d'inondation	13	23,08
Jardin botanique	1,4	2,49
Aire de détente, sport	2,1	3,73
Fitness	0,2	0,36
Coin des arts et cultures	0,07	0,12
Lac	1,2	2,13
Maraîchage	0,97	1,72
Pépinière	2,5	4,44
Poney club	1,7	3,02
Statut du lion	0,02	0,04
Terrain de football	0,09	0,16
Parc zoologique	7	12,43
Vivarium du parc	0,16	0,28
Total	56,32	100

3.2. Répartition de l'ensemble des bénéfices qu'offrent les SE et leurs localisations

Les services écosystémiques (SE) du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) sont répertoriés dans le tableau 2, ainsi que leur localisation au sein du parc. Il est clair que le parc offre une grande diversité de services répondant à des usages variés. Par exemple, le parc zoologique abrite des animaux, tandis que la végétation contribue à la purification de l'air. Les circuits sportifs et les espaces de détente sont des lieux prisés pour la pratique d'activités physiques, comme la course ou le fitness. De plus, le parc propose des espaces dédiés aux loisirs, tels que le poney club et les aires de jeux pour enfants, ainsi qu'à l'éducation, notamment avec le jardin botanique et le parc d'attractions.

Tableau 2 : bénéfices offerts par les SE et leurs localisations dans le PFZH

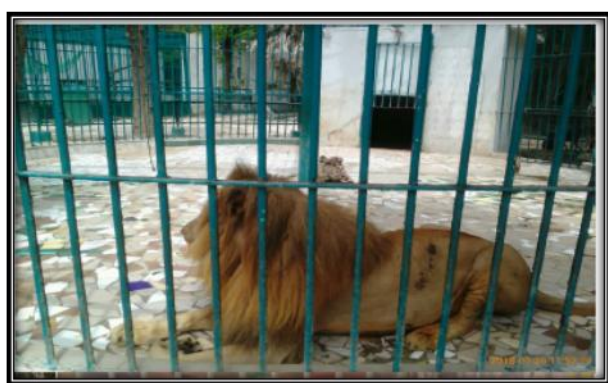
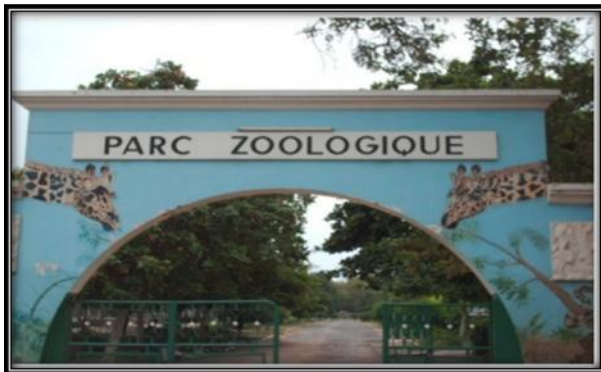
Bénéfices offerts par les SE	Localisation des SE
Animaux	Parc zoologique
Aire pure	Végétation du parc
Pratiquer du sport	Parcours sportifs
Organiser des fêtes	Halloween
Se reposer ou se détendre	Aire de pique-nique ou de détente
Jeux pour les enfants	Aire de jeux pour enfant
Objets d'arts	Coin des arts et cultures
Pour réviser des cours	Aire de pique-nique ou de détente
Faire des courses sportives	Parcours sportifs
Espèces botaniques	Jardin botanique
Fitness	Aire de fitness
Acheter des espèces forestières	Jardin forestière
Faire du marche	Parcours sportifs
Faire des prières	Bois sacré
Kids moto	Aire de détente
Pratiquer du football	Terrain de football
Poney club	Coin des arts et cultures

3.3. Services écosystémiques et leurs impacts dans le PFZH

L'analyse des données collectées auprès des enquêtés met en évidence le classement des services écosystémiques (SE) les plus importants dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) et leurs impacts. L'aire de détente est l'un des principaux espaces de divertissement du parc, offrant un cadre pour diverses activités telles que des concours de costumes, des spectacles pour enfants, et des événements comme le paintball, tout en permettant aux visiteurs de profiter d'un environnement naturel. Les jardins botaniques et forestiers jouent un rôle crucial dans la préservation de la biodiversité et le développement d'études en biologie végétale. Les circuits sportifs et les espaces de fitness contribuent à l'amélioration de la santé des visiteurs en proposant des installations adaptées à l'exercice physique. Selon les enquêtés, le parc zoologique constitue un moteur économique pour la ville en générant des recettes importantes.

La végétation du parc remplit une fonction environnementale essentielle, réduisant la pollution, stockant le carbone et atténuant la température de surface, contribuant ainsi à la lutte contre les changements climatiques. L'aire de pique-nique, quant à elle, attire un large éventail de visiteurs, allant des étudiants aux familles. Les aires de jeux pour enfants favorisent le développement moteur des plus jeunes et participent à l'économie du parc. En outre, des événements tels qu'Halloween génèrent des revenus supplémentaires grâce à l'organisation de spectacles et d'activités ludiques, selon les enquêtés.

Le coin des arts et cultures permet de valoriser les œuvres d'art tout en contribuant à l'économie du parc. Le terrain de football, de son côté, permet aux clubs de football de pratiquer leurs activités dans un cadre naturel. Enfin, le bois sacré joue un rôle multifonctionnel, à la fois spirituel, culturel et environnemental, en assurant la conservation de la biodiversité et en apportant une contribution économique au parc, selon les enquêtés.



Photos : quelques zones de services écosystémiques dans le PFZH. (Source : données de terrain, 2023).

3.4. Caractérisation des usagers dans le parc forestier et zoologique de Hann

La distribution par sexe et âge des personnes interrogées dans l'étude est illustrée dans la figure 3. La tranche d'âge de 16 à 35 ans est dominée par les hommes, avec 31 individus, contre 15 femmes dans la même tranche. Les proportions dans les autres tranches d'âge sont plus équilibrées. Chez les moins de 16 ans, on recense 7 femmes et 2 hommes. Les personnes âgées de 36 à 60 ans sont réparties de manière égale, avec 10 femmes et 10 hommes. Enfin, parmi les plus de 60 ans, on compte 6 femmes et

6 hommes. Ce graphique met en évidence une répartition inégale selon les tranches d'âge, avec une forte proportion de personnes âgées de 16 à 35 ans, notamment des hommes.

Le parc forestier et zoologique de Hann attire en moyenne 696 visiteurs par jour, offrant un espace de détente et de loisirs pour tous les âges. Les activités y sont variées : certains visiteurs viennent pour une simple promenade au cœur de la nature, d'autres profitent des lieux pour pratiquer du sport ou se plonger dans un moment de lecture. Le parc, avec ses paysages verdoyants et apaisants, invite également à la contemplation et au ressourcement. De nombreux groupes se rassemblent pour des pique-niques en famille ou entre amis, tandis que les parents veillent sur leurs enfants qui explorent le parc en toute sécurité. Pour parfaire l'expérience, une buvette permet aux visiteurs de se rafraîchir et de se reposer après une journée riche en activités.

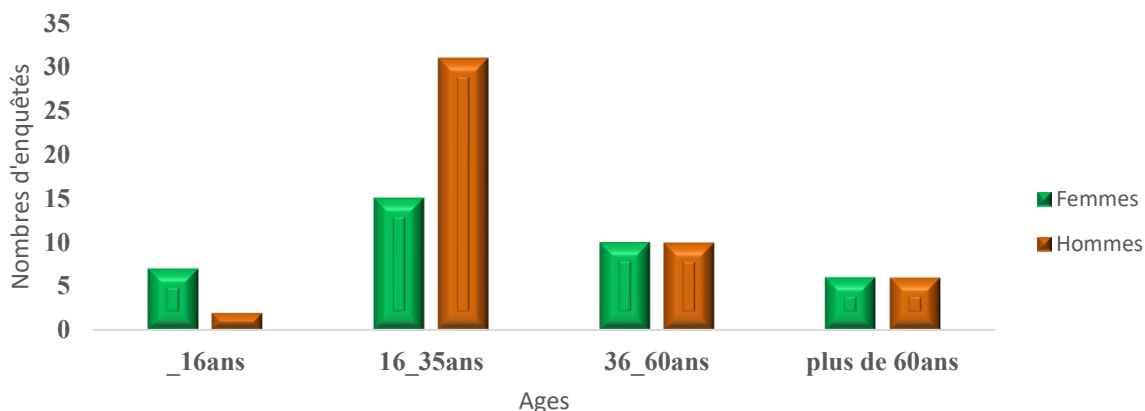


Figure 3 : Evolution du genre des visiteurs en fonction de leurs classes d'âges.

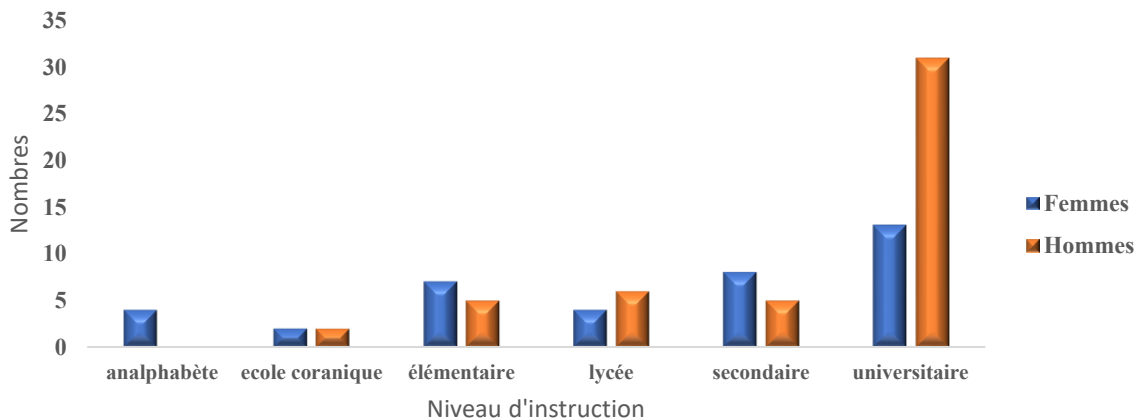


Figure 4 : Niveau d'instruction des visiteurs en fonction du genre

3.5. Pratiques de gestions dans les différents sites du parc de hann

Pressions sur les services écosystémiques du PFZH

L'analyse des résultats met en évidence que les menaces environnementales, telles que les inondations et la pollution, sont perçues comme les plus préoccupantes pour la durabilité des écosystèmes du PFZH (figure 5). Les inondations apparaissent comme la menace la plus importante, représentant 40,23 %, suivies de la pollution (22,99 %). Le réchauffement climatique est également considéré comme une menace significative, atteignant 11,48 %. D'autres menaces incluent la disparition progressive des espèces forestières (8,05 %), la présence de moustiques (5,75 %), les impacts du projet du Train Express Régional (TER) (6,9 %) et le manque de moyens (4,6 %).

Les investigations révèlent une dégradation progressive des différentes zones en fonction de leurs causes. Le parc zoologique apparaît comme la zone la plus touchée, avec un taux de dégradation de 43,68 %, principalement attribué à la pollution et aux inondations. Il est suivi des parcours sportifs, qui enregistrent 24,14 % de dégradation, et des routes, affectées à hauteur de 19,54 %, principalement en raison des inondations. Le parc forestier, quant à lui, subit une dégradation à 8,05 %, sous l'effet combiné des inondations et de la pollution. Enfin, le lac est le moins impacté, avec 4,60 % de dégradation, principalement liée aux changements climatiques.

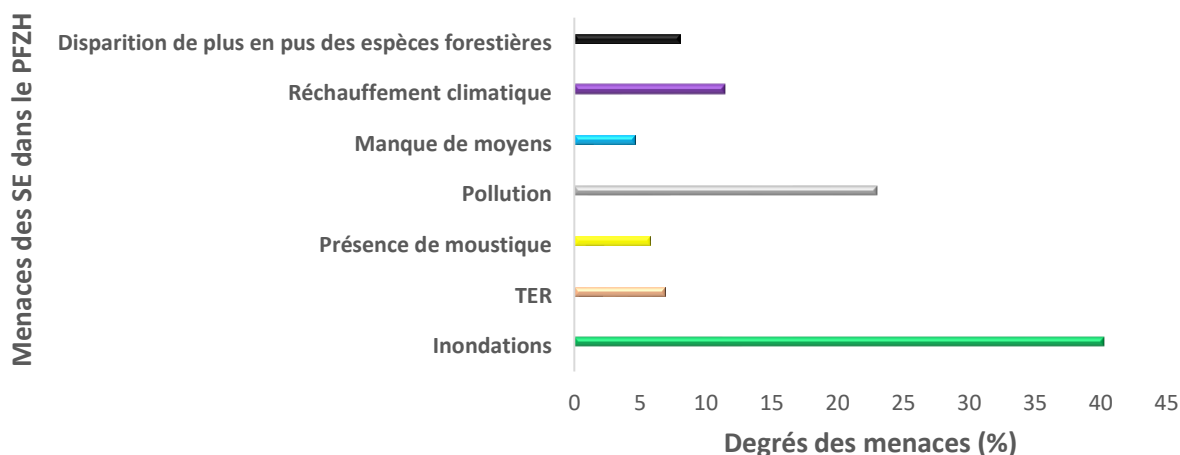


Figure 5 : Types de menaces sur les services écosystémiques dans le parc de hann

Les investigations auprès des enquêtés sur la dynamique de la végétation, indiquent une perception majoritaire de dégradation des ressources naturelles au sein du PFZH, avec une baisse notable tant de la couverture végétale que de la diversité faunique. Sur 87 personnes enquêtées sur la dynamique de la végétation et de la faune dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH), il révèle que 75 répondants constatent une diminution de la végétation dans le parc, tandis que 25 affirment observer une augmentation. En ce qui concerne la faune, 92 % des personnes interrogées confirment une diminution du nombre d'individus et d'espèces, alors que seulement 8 % estiment qu'il y a une augmentation de ces populations.

Les principales contraintes qui impactent la gestion durable du parc sont présentées dans la figure 6 classées par ordre de gravité. Selon la perception des enquêtés, la question des ressources financières semble être le défi le plus crucial. Les inondations récurrentes, qui touchent plusieurs zones du parc, sont le résultat de ce problème. Des difficultés majeures sont également le manque d'investissement dans le parc zoologique et le nombre insuffisant d'animaux. De plus, il y a une mauvaise gestion au sein du parc zoologique et des problèmes de régénération des peuplements forestiers. On identifie également comme des obstacles le manque de personnel qualifié et l'absence d'électricité dans certaines parties du parc. Finalement, le bruit produit par le Train Express Régional (TER) qui perturbe la faune est un autre élément de perturbation.

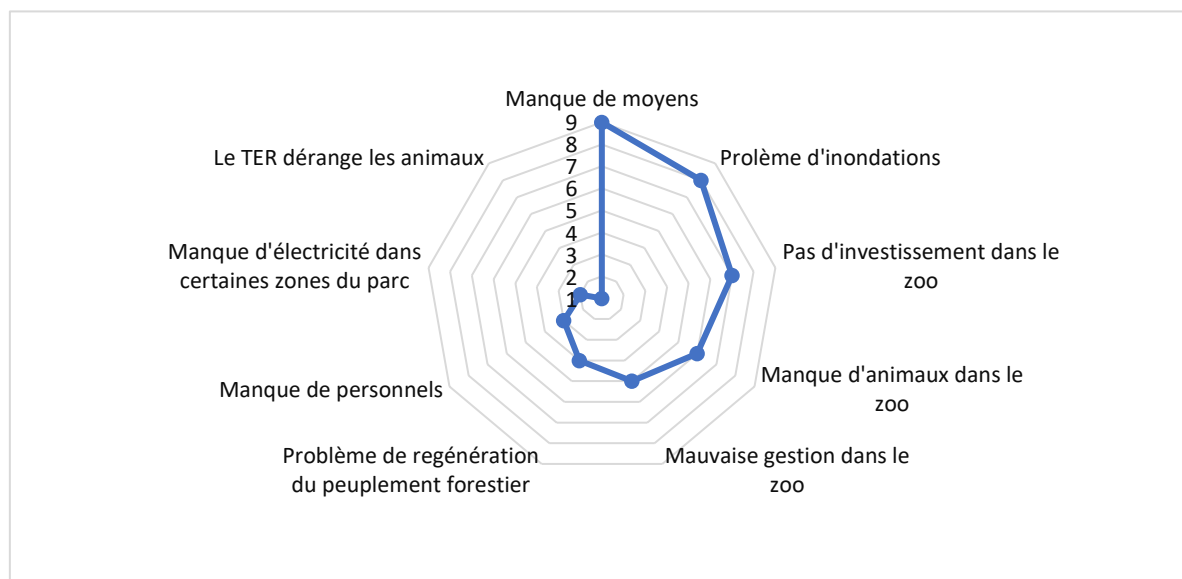


Figure 6 : Hiérarchisation des limites de la gestion durable dans le parc forestier et zoologique de Hann.

4. Discussion

4.1. Analyse sur la répartition spatiale du paysage des principaux services écosystémiques du PFZH

Selon l'analyse des résultats, il est souligné que le paysage, défini comme un espace visuellement perçu dont les caractéristiques découlent de l'interaction entre les facteurs naturels et humains, doit être considéré comme un service écologique. Cette interaction justifie que la qualité paysagère et esthétique, même dans des espaces influencés par l'activité humaine, contribue à l'amélioration du cadre de vie des populations (Tenberg et al. 2012). En ce sens, les paysages dits « naturels » fournissent un agrément visuel aux résidents et jouent un rôle essentiel dans leur bien-être quotidien (Maresca et al. 2014).

Les résultats de l'étude montrent une répartition spatiale spécifique des services écosystémiques dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH), structurée autour de deux zones principales : le parc forestier, couvrant une superficie de 49,32 hectares, abrite la majorité des services écosystémiques du parc, notamment la végétation naturelle, le jardin botanique, des espaces de détente et de sport, l'aire de fitness, des espaces culturels et artistiques, le lac, des zones de maraîchage, la pépinière, le poney club, ainsi que diverses installations récréatives et sportives (terrain de football, vivarium). Le parc zoologique, couvrant 7 hectares, est entièrement consacré à la faune sauvage, constituant une réserve pour les espèces animales présentes dans le parc. Ces données confirment l'hypothèse selon laquelle le PFZH offre une diversité de services écosystémiques, organisée spatialement suivant un zonage spécifique.

Situé au cœur de la ville de Dakar, le parc joue un rôle essentiel dans la dynamique écologique et sociale. Sa pertinence est mise en évidence par sa fréquentation régulière par les résidents et par les multiples fonctions qu'il remplit, tant en tant qu'espace de loisirs que de préservation de la biodiversité. En outre, la présence de forêts dans le parc joue un rôle important dans la résilience écologique des zones urbaines et périurbaines, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement. Les forêts urbaines, comme celle de Hann, jouent un rôle essentiel dans l'amélioration des conditions de vie en milieu urbain (Nowak et al. 2014 ; FAO, 2016).

Outre les biens matériels (aliments, énergie, bois), elles proposent des services intangibles tels que l'amélioration de la qualité de l'air et la régulation des températures en milieu urbain. Effectivement, la présence de végétation en milieu urbain représente une approche efficace pour combattre la pollution atmosphérique, en diminuant la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (Kuchelmeister, 1998 ; Nowak et al. 2006). Il est particulièrement important de souligner cette dimension dans un environnement urbain dense tel que celui de Dakar, où la plantation d'arbres joue un rôle direct dans la réduction des conséquences du changement climatique.

Enfin, ces observations rejoignent les conclusions de travaux antérieurs, notamment ceux de Maresca et al. (2014), qui ont souligné le rôle central des services écosystémiques dans la gestion des parcs urbains, comme illustré dans l'étude du parc naturel régional Scarpe-Escaut. Cela renforce l'idée que les espaces verts urbains ne sont pas seulement des refuges de biodiversité, mais aussi des infrastructures écologiques essentielles pour le bien-être des populations urbaines et la résilience des villes face aux enjeux environnementaux.

4.2. Caractérisation des visiteurs dans le parc de Hann

En examinant la description des visiteurs du parc de Hann, il est clair que ce site attire quotidiennement des milliers de personnes provenant de différentes nationalités, âges et niveaux d'éducation. La fréquentation du parc zoologique est en partie due à la présence d'animaux, mais également à l'environnement exceptionnel qu'il offre, en plein cœur de Dakar. Les parcs urbains sont généralement fréquentés par de nombreux visiteurs pour diverses raisons, telles que la relaxation, la promenade ou les activités de loisirs. Différents éléments influencent l'attrait d'un parc urbain : sa taille (plus un parc est grand, plus il attire des visiteurs venant de loin), sa qualité environnementale (qu'il soit bien entretenu ou à l'état sauvage), son accessibilité, son niveau de végétation et les aménagements récréatifs disponibles (Hémon, 2014).

Les résultats de l'étude montrent que les jeunes adultes représentent la majorité des visiteurs, avec 35,63 % d'hommes et 17,24 % de femmes. Ce groupe visite principalement le parc pour des activités telles que la révision des cours, le sport et les promenades. En revanche, les adultes, hommes (11,49 %) et femmes (11,49 %), ainsi que les adolescents, garçons (8,05 %) et filles (2,30 %), fréquentent le parc pour des activités sportives et des visites au parc zoologique. En outre, il convient de souligner que le parc est plus fréquenté par les hommes (35,63 %) que par les femmes (14,94 %), notamment par ceux ayant un niveau d'études universitaire. Ce phénomène peut être expliqué par la participation élevée des hommes aux activités sportives dans le parc, ce qui est en accord avec les résultats des études menées par Ndiaye (2018) et Ndiaye (2020). Ces recherches soulignaient la pertinence de l'utilisation directe des services écosystémiques dans le parc forestier et zoologique de Hann, ainsi que les suggestions pour améliorer l'offre de services écosystémiques sociaux dans le parc. L'importance du parc de Hann en tant que lieu d'activités éducatives, sportives et récréatives est confirmée par ces résultats, mettant en évidence son rôle multifonctionnel dans la gestion des services écosystémiques en milieu urbain.

4.3. Menaces sur les services écosystémiques du PFZH

De multiples services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann (PFZH) jouent un rôle important dans le bien-être des habitants de Dakar. Selon Ndiaye (2020), ces services impactent la qualité de vie des résidents, ainsi que le bon fonctionnement des entreprises et des industries. Cela souligne l'importance d'une gestion durable des écosystèmes afin d'éviter leur détérioration et les coûts associés. Toutefois, la préservation des ressources naturelles du PFZH devient de plus en plus difficile en raison de l'absence de formations et d'équipements appropriés. Les principaux risques identifiés comprennent les inondations, la diminution de la végétation et la pollution. En effet, les conclusions de l'étude révèlent que les inondations représentent 40,23 % des risques les plus importants pour les services écosystémiques du parc, suivies de la pollution (22,99 %) et du réchauffement climatique (11,48 %). Il est également inquiétant de constater la diminution progressive des espèces forestières, qui représentent 8,05 % des dangers. Ces résultats pourraient être dus, en particulier, aux changements climatiques qui ont provoqué des précipitations torrentielles dans la région de Dakar, inondant une grande partie du parc, y compris des zones de peuplement forestier et zoologique. Les inondations récurrentes dans le parc ont conduit à la mortalité d'espèces d'arbres, provoquant ainsi un déclin du couvert forestier. De plus, ces inondations favorisent la prolifération des moustiques, aggravant les conditions sanitaires dans le parc. Ces résultats corroborent l'hypothèse selon laquelle les menaces qui pèsent sur le PFZH sont multiformes et en grande partie liées aux activités humaines à proximité du parc. Par ailleurs, les usagers du parc suggèrent des mesures concrètes pour atténuer ces menaces, notamment l'organisation de journées régulières de désinfection des zones les plus touchées et la construction de canaux supplémentaires pour évacuer les eaux d'inondation. Ils proposent également des campagnes de reboisement avec des espèces végétales mieux adaptées aux conditions humides (Ndiaye, 2018). Ces recommandations sont cohérentes avec les études antérieures qui mettent en évidence la nécessité d'une gestion durable et proactive des services écosystémiques dans le PFZH.

4.4. Evolution des zones dégradées dans le parc forestier et zoologique de hann

D'après l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005), il est estimé que 60 à 70 % des fonctions écosystémiques mondiales se dégradent plus rapidement qu'elles ne se restaurent. Selon Dieng (2011), les services écosystémiques essentiels tels que la restauration des forêts, la pollinisation des cultures, la lutte contre les nuisibles et la filtration de l'eau sont gravement menacés. L'analyse de l'évolution des zones dégradées dans le Parc Forestier et Zoologique de Hann montre que le parc zoologique est la zone la plus touchée, avec une dégradation de 43,68 %, principalement causée par la pollution et les inondations. Les parcours sportifs et les routes sont également affectés, représentant respectivement 24,14 % et 19,54 % des zones dégradées, principalement en raison des inondations. De plus, 8,05 % des usagers signalent la dégradation du parc forestier, et 4,60 % mentionnent la détérioration du lac, souvent liée aux effets du changement climatique. Ces résultats montrent que les causes de ces dégradations sont multiples, incluant des facteurs naturels et anthropiques. Par ailleurs, les conditions climatiques au Sénégal, tout comme dans de nombreux pays sahéliens, se détériorent continuellement. D'après les études, la pollution a perturbé les schémas pluviométriques, provoquant des précipitations abondantes à Dakar. Ces inondations ont causé d'importants dégâts dans toute la ville, y compris dans le parc, entraînant l'arrachage d'eucalyptus et de filaos, la prolifération de plantes envahissantes (niaouli, typha et leucaena), ainsi que la mort d'arbres dans les zones inondées, ce qui a conduit à une perte significative de

biodiversité (Ndiaye, 2018, Teteli et al., 2023). Les facteurs anthropiques identifiés comprennent des pressions accrues sur les ressources forestières et la mort de plusieurs animaux dans le parc zoologique. En raison des conditions de vie médiocres des animaux, notamment des cages exiguës et des inondations, le bien-être animal est fortement compromis. La superficie totale du Parc Forestier et Zoologique de Hann est passée de 80 hectares en 1935 (Salah, 2001) à 58 hectares aujourd'hui, en raison de l'amputation de certaines parcelles pour des constructions, telles que celles du ministère de l'environnement, des bâtiments administratifs et de l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) (Ndiaye, 2020). Cette réduction de la superficie et les dégradations ont entraîné le déplacement des oiseaux migrateurs vers d'autres zones humides, la destruction d'habitats naturels et la disparition de certaines espèces forestières. Ces changements irréversibles contribuent à une dégradation progressive de l'écosystème naturel du PFZH. Le Millenium Ecosystem Assessment (MEA) en 2005 a d'ailleurs souligné que « l'humanité a modifié les écosystèmes plus rapidement et intensivement au cours des cinquante dernières années qu'à toute autre période de l'histoire humaine. Si ces changements ont contribué à une amélioration du bien-être humain et au développement économique, ils ont aussi dégradé les services écosystémiques, entraîné des risques de changements non linéaires et exacerbé la pauvreté » (Dieng, 2011). Les résultats de cette étude s'alignent avec les travaux de Dieng (2011), qui ont également identifié les principales menaces pesant sur les écosystèmes du PFZH et souligné la nécessité d'une gestion durable pour protéger ces services critiques.

5. Conclusion

L'analyse de la gestion durable des services écosystémiques du Parc Forestier et Zoologique de Hann a révélé 14 services prioritaires, en évaluant leurs caractéristiques à l'aide d'indicateurs pour mesurer l'état de l'écosystème. Les services offerts incluent la fourniture de matériaux, la surveillance environnementale et le soutien d'activités de loisirs non productives. L'importance des espaces verts, tels que le parc de Hann, est mise en avant en raison des avantages écologiques, économiques et sociaux essentiels qu'ils offrent. Toutefois, le parc de Hann est de plus en plus confronté à des menaces, notamment la pression foncière due à la localisation de Dakar, les inondations, la déforestation et la pollution. Il est crucial de sensibiliser les utilisateurs et de mettre en œuvre un plan d'aménagement intégrant la gestion durable des services écosystémiques pour faire face à ces défis. Les infrastructures du parc, telles que les zones boisées, les zones inondables et les installations récréatives, jouent un rôle central dans cet équilibre, mais la gestion est limitée par le manque de ressources et d'équipements adéquats. Il est recommandé de développer un plan d'aménagement à long terme afin d'assurer la pérennité des services écosystémiques du parc. Par ailleurs il serait plus judicieux de mener un inventaire floristique et faunique dans le parc pour évaluer la biodiversité et identifier les espèces endémiques, menacées ou envahissantes afin de comprendre les dynamiques écologiques présentes.

Remerciement

La présente étude a été subventionnée par l'Union Européenne sous Agrinatura, dans le cadre du programme de formation de master visant à catalyser la recherche, l'innovation et le renforcement des capacités des jeunes chercheurs africains. Le bénéficiaire local de cette subvention est l'École Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée (ERAIFT), basée en République Démocratique du Congo (RDC). Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'ERAIFT pour l'organisation des cours, ainsi qu'au Pr Baudouin MICHEL, Directeur de l'ERAIFT, et au Pr Jean-Pierre MATE, Secrétaire Académique et à la Recherche, pour toutes les ressources fournies pour mener à bien cette formation. Nous adressons nos remerciements les plus profonds à toute la communauté locale et aux gestionnaires du parc de la zone d'étude. Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont lu cet article et ont contribué à son perfectionnement.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Ndiaye Baye Bilal, Kokou, Kokouvi Bruno, Teteli Soloum Clément
Gestion des données	Ndiaye Baye Bilal, Kokou Koukouvi Bruno
Analyse formelle	Ndiaye Baye Bilal
Acquisition du finance-	ERAIFT
Enquête et investigation	Ndiaye Baye Bilal
Méthodologie	Ndiaye Baye Bilal, Kokou Kokouvi Bruno, Teteli Soloum Clément, Fagnibo Adélaïde Hinhami, Diop Alioune Badara, Sambieni Kouagou Raoul, Faye Elhadji, Biera Bernard
Gestion de projet	ERAIFT/ Union Européenne

Ressources	ERAIFT
Logiciels	Ndiaye Baye Bilal
Supervision	Sambieni Kouagou Raoul, Faye Elhadji, Biera Bernard
Validation	Sambieni Kouagou Raoul, Faye Elhadji, Biera Bernard
Visualisation	Kokou Bruno , Teteli Soloum Clément
Écriture – Préparation	Kokou Kokouvi Bruno, Teteli Soloum Clément, Fagnibo Adélaïde Hinhami, Diop Alioune Badara, Koffi Aoufoh
Écriture – Révision	Kokou Kokouvi Bruno, Teteli Soloum Clément, Fagnibo Adélaïde Hinhami, Diop Alioune Badara

Références

- Agriculture et Développement Rural 2003 *Amélioration de la gestion des ressources naturelles : solutions durables pour une réduction effective de la pauvreté*.
- Alvares DL, Pierre-Alexandre L 2007 *L'éthique des paiements pour services écosystémiques*, 23 pages.
- ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) 2014 *Situation économique et sociale régionale de la région de Dakar*, 23 p.
- APIX (Agence pour la Promotion des Investissements et des Grands Travaux) 2008 *Plan d'Aménagement de la Forêt Classée de Mbao (PAFCM)*, pp. 3-11.
- Barnaud C, Antona M, Marzin J, 2011 "Vers une mise en débat des incertitudes associées à la notion de service écosystémique." *VertigO*, vol. 11, numéro 1, 22 p.
- Bishop J, Bertrand N, Evison W, Gilbert S, Grigg A, Hwang L, Kallesoe M, Vakrou A, Van der Lugt V, Vorhies F 2010 *TEEB – Économie des écosystèmes et de la biodiversité Rapport pour les entreprises – Résumé 2010*.
- Bougé F 2008. *Caractérisation des espaces verts publics en fonction de leur place dans le gradient urbain. Rural, Journal Génie de l'Aménagement*, 5 p.
- CDB 1992 *Convention sur la diversité biologique*, 30 p.
- CDB 2015 *Stratégie Nationale & plan d'actions pour la biodiversité*, 89 p.
- CERTU 2001 *Composer avec la nature en ville*, Lyon, Certu collections, 371 p.
- Coralie H 2014 *Le parc urbain : appropriations et pratiques au cœur d'un paysage de « nature »*.
- Costanza R, Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Naeem S, Limburg K, Paruelo J, O'Neill RV, Raskin R, Sutton P, Van Den Belt M 1997 "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Nature*, vol. 387, p. 253-260.
- Costanza R, De Groot R, Braat L, Kubiszewski L, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso M 2017 "Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?" *Ecosystem Services*, 28: 1-16.
- Gueye D, 2019. *Évaluation des biens et services écosystémiques de l'aire marine communautaire protégée de Bamboung (AMCPB)*.
- Daniel J 2012 *Sampling Essentials: Practical Guidelines for Making Sampling Choices*.
- Dieng FK 2011 *Analyse des principaux services écosystémiques rendus aux riverains de la forêt classée périurbaine de Mbao : Cas du village de Kamb*.
- Dieng O 2011 *Évaluation économique de la contribution des services écosystémiques au développement local : Cas de la réserve naturelle communautaire de Gandon (Région de Saint-Louis)*.
- FAO 1996 *Burkina Faso : Rapport de pays pour la conférence technique Internationale de la FAO sur les ressources phylogénétiques*. Note d'information de la FAO, 38 p.
- Folega, F., Zhang, C.Y., Woegan, Y.A., Wala, K., Dourma, M., Batawila, K., Seburanga, J.L., Zhao, X.H., Akpagana, K. (2014): Structure and ecology of forest plant community in Togo. *Journal of Tropical Forest Science*, 26 (2): 225–239.
- Folega, F., Dourma, M., Wala, K., Komlan, B., Zhang, C.Y., Zhao, X.H., Koffi, A. (2012): Assessment and impact of anthropogenic disturbances in protected areas of northern Togo. *Forestry Studies in China* 14(3): 216–223.
- Folega, F., Zhao, X.H., Zhang, C.Y., Wala, K., Akpagana, K. (2010): Ecological and numerical analyses of plant communities of the most conserved protected area in North-Togo. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2(11):359-369.
- Fisher B, Bateman I, Tuner RK 2011 *Valuing ecosystem services: benefits, values, space and time*, UNEP, UNON, Nairobi-Kenya, ISO 14001:2004, 14 p.
- Gheries F 2016 *Conception écologique des parcs urbains paysagers*.

- Gheries NW, Ferkhi L 2016 *Conception écologique des parcs urbains paysagers*.
- Gueye A 2020 *Evaluation des services écosystémiques par l'outil RAWES : cas du Parc National des Oiseaux du Djoudj*.
- Hahsler M, Hornik K 2021 *Multistage sampling for stratified random sampling: Application and evaluation*. *Journal of Statistical Software*, 101(5), 1-15.
- Hemon C 2014 *Le parc urbain : appropriations et pratiques au cœur d'un paysage de « nature »*.
- Kakule MS, Kalambulwa NA, Mbavumoja ST, Teteli SC et al. 2024 *Land Use and Land Cover Change in the Urban Landscape of Butembo, Democratic Republic of the Congo (DRC)*. *International Journal of Advanced Research*, 7(1), 386-402. <https://doi.org/10.37284/ijar.7.1.2466>.
- Koffi N'dere A, Kokou KB, Atakpama W, Kombate B, Egbelou H, Kanda M, Sambieni KR, Batawila K 2024 *Empreinte anthropique sur la dynamique des écosystèmes de la forêt classée d'Amou-Mono au Togo*. *Revue Nature et Technologie*, 16(1): 51-62.
- Kokou KB, Atakpama W, Kombate B, Egbelou H, Koffi N'Déré A, Elangilangi MJ, Ganyo KK, Sambieni KR, Bogaert J, Batawila K 2023 *Dynamique et modélisation du stock de carbone de la Forêt Classée d'Amou-Mono au Togo*. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 3(2): 15.
- Kosmus M, Renner R, Ullrich S 2013 *Intégration des services écosystémiques dans la planification du développement*.
- Kuchelmeister G 1998 *Urban forestry in the Asia-Pacific Region - status and prospects. Étude des perspectives du secteur forestier en Asie et dans le Pacifique - Document de travail no 44*, FAO, Rome.
- Maresca B, Vandebroucke S, Mercurio G, Brice L 2014 *Les Services Ecosystémiques du parc naturel régional Scarpe-Escaut : Évaluation et approche Prospective (SESEEP)*.
- MEA 2005 *Rapport de synthèse de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire*, 59 p.
- Mugisho SM, Muhindo DI, Balezi AZ, Ndeko JB, Imani GM, Teteli CS, Cizungu LN 2022 *Exploitation of Non-Timber Forest Products in the Eastern Part of DR Congo*.
- Ndiaye A 2014 *Contribution à l'évaluation socioéconomique des biens et services écosystémiques de la Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire de la Somone (RNICS)*.
- Ndiaye BB 2020 *Proposition d'une stratégie d'amélioration de l'offre des services écosystémiques socio-culturels dans le parc forestier et zoologique de Hann Dakar, Sénégal*, 4 p.
- Ndiaye Y 2018 "Contribution à l'évaluation de la valeur d'usage direct des services écosystémiques du parc forestier et zoologique de Hann DAKAR/SENEGAL."
- Papillon P, Dodier R 2011 *Les forêts périurbaines : des usages récréatifs à l'espace prophylactique*. *Journal alpine research*, 99(3).
- Razer N 2014 *Cartographie des services écosystémiques à partir des données de sciences participatives et citoyennes*.
- Rouchiche S 2001 *La foresterie urbaine et périurbaine en Afrique : une étude de cas sur le sahel (Dakar, Niamey, Nouakchott and Ouagadougou)*.
- Sukhdev MP 2008 *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité*, consulté en ligne le 22 février 2019.
- Tebani M (année non déterminée). *Cours à l'Université de Hassiba Ben Bouaali d'Algérie, Faculté des sciences de la nature et de la vie et dans le Département : Eau, environnement et développement durable*, 3 p.
- Tengberg A, Fredholm S, Eliasson I, Knez I, Saltzman K, Wetterberg O 2012 *Cultural ecosystem services provided by landscapes: Assessment of heritage values and identity*. *Ecosystem Services*, 2, 14-26.
- Teteli SC, Padonou EA, Akakpo BA 2022 *Priorisation des pratiques anti-érosives de conservation des sols dans la zone soudanienne au Bénin(Afrique de l'Ouest)*. *Tropicultura* 40 (3/4) : 1-16
- Teteli CS, Padonou EA, Langa AM, Akabassi GC, Mukotanyi SM, Kokou BK 2023 *Pratiques agroforestières prioritaires de conservation des sols dans la zone soudanienne au Bénin*. *Alternatives Rurales* (9).