



Dynamique de la Forêt Classée de Mbao de 1990 à 2020 dans le contexte de l'urbanisation de la ville de Dakar (Sénégal)

Kouagou Raoul SAMBIENI¹, Fallou SECK², Daouda NGOM²

¹Université de Lubumbashi (République Démocratique du Congo), ²Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)

Résumé : Cette étude a pour objectif d'analyser la dynamique du paysage de la forêt classée de Mbao afin d'apporter des informations essentielles pour une gestion durable de ses ressources en adéquation avec un aménagement intégré de la ville de Dakar. Pour sa réalisation, les logiciels de Système d'Information Géographique ont permis de traiter les images satellitaires LANDSAT en faisant des classifications supervisées avec l'algorithme *maximum likelihood algorithm*. Puis, le logiciel FRAGSTATS a servi au calcul de certains indices de composition et configuration spatiales. Enfin, les statistiques calculées à partir de ces logiciels ont été exportées dans le tableur Excel pour traitement et analyse. Ainsi, il en est ressorti que 45% de toute la surface des communes environnantes de cette forêt étaient urbanisées en 2020 contre 31% de 1990 à 2000. Cette situation a entraîné l'augmentation des surfaces bâties au sein de cette forêt. En effet, le bâti qui occupait environ 1% de sa surface en 1990 est passé en 2020 à environ 36% y compris les champs. Par conséquent, les surfaces occupées par les végétaux sont passées d'environ 99% en 1990 à près de 62% en 2020. En effet, avec une population dakaroise et sa densité qui ont pratiquement triplées en 30 ans, la superficie boisée est passée d'environ 568 ha en 1990 à près de 403 ha en 2020. Tandis que les superficies anthropisées sont passées d'environ 10 ha en 1990 à 282 ha en 2020. Ceci traduit une fragmentation de cette forêt classée sous la pression démographique.

Mots-clés : Forêt urbaine, anthropisation, urbanisation, dynamique paysagère, Forêt Classée de Mbao, Sénégal

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20555853>

1 Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'écologie du paysage qui est une science pluridisciplinaire qui constitue une réponse aux questions environnementales actuelles [69, 43]. En effet, afin de pouvoir répondre aux questions sur les mesures de protection de l'environnement face aux effets de la fragmentation des forêts sur le déclin des populations animales, et sur les conséquences écologiques des transformations des zones agricoles, l'étude des écosystèmes a laissé place à l'étude de systèmes plus complexes pour lesquels des approches pluridisciplinaires se sont avérées indispensables [27]. Donc, elle intègre la prise en compte de l'impact des activités humaines sur le paysage [37], d'où son approche systémique.

L'organisation de l'espace et la structure spatiale constituent des mesures principales de l'écologie du paysage. La structure spatiale des écosystèmes paysagers contribue à éclairer les processus écologiques qui s'y déroulent [40]. Trois éléments clés interdépendants caractérisent chaque système écologique : la configuration, la composition et le fonctionnement. Ces trois caractéristiques sont nécessaires pour identifier l'état d'un système écologique [19]. Dès lors, l'analyse des structures du paysage et de leur dynamique connue sous le terme « pattern/process paradigm », est une hypothèse centrale de l'écologie du paysage [19]. En effet, lorsque la composition et/ou la configuration changent, le fonctionnement écologique du paysage en est modifié également [22]. Ce principe justifie l'importance donnée en écologie du paysage à l'étude des structures spatiales des paysages [25]. Par



ailleurs, les relations spatio-temporelles existantes entre les sociétés et leur environnement permettent de comprendre la dynamique qui s'opère dans un paysage. Ainsi, elles créent des structures qui changent dans l'espace et dans le temps [27]. Alors, une étude de la configuration spatiale des paysages et de leur dynamique peut révéler l'impact des activités humaines sur ces paysages [22]. C'est ainsi qu'afin d'étudier les rapports entre la configuration du paysage et les processus écologiques, il est utile de décrire ces structures en termes quantifiables ce qui a exigé des paramètres facilement mesurables et a porté essentiellement sur des mesures qui se basent, tout d'abord, sur la taille et le périmètre des taches [19]. Néanmoins, puisque aucune mesure ne peut résumer à elle seule toute la complexité de l'arrangement spatial des taches, cela justifie qu'un ensemble de mesures doit généralement être effectué [33]. Cette idée a causé l'existence d'une abondance d'indices. Dès lors, la nécessité d'utiliser plusieurs indices pour caractériser la structure spatiale d'un paysage semble logique et beaucoup en sont à la disposition des écologues pour cet objectif [19]. Ces indices servent souvent d'indicateurs de l'impact humain sur la morphologie du paysage et sur les processus spatiaux de transformation [13]. A cet effet, la matrice de transition et l'identification des processus de transformation spatiales sont des éléments incontournables permettant de comprendre une dynamique qui s'opère dans un paysage.

En effet, une matrice de transition révèle les échanges de surface entre des classes d'occupation du sol considérées afin de comprendre les dynamiques observées [26]. Ainsi, le changement de composition du paysage est de préférence évalué par une matrice de transition [15]. Elles ont été créées afin d'identifier la fréquence à laquelle une transition s'est produite entre les classes au cours de chaque période de temps de l'étude [17]. Il s'agit d'un graphique présentant les transitions entre classes sur une période donnée, donc les pourcentages de transition observés en un temps fini [78]. Il constitue donc un résumé exact et très condensé de l'ensemble des changements survenus au cours d'une période d'étude [17]. Elle comporte deux entrées dans une analyse diachronique, une pour chaque carte d'occupation du sol [23]. Plusieurs auteurs dans leurs études ont utilisé des matrices de transition en vue de caractériser la dynamique dans la composition du paysage [12, 15, 16, 23, 17, 51, 3].

Par ailleurs, la conversion de paysages naturels en paysages anthropiques entraîne des changements généralisés dans les structures spatiales du paysage [30]. Les principaux moteurs de l'anthropisation du paysage agissant sur la dynamique de la couverture terrestre, ont généré dix processus de transformation spatiale bien définis au sein du paysage [25]. Ainsi, l'attrition, la déformation, la dissection, la fragmentation, la perforation et/ou le rétrécissement caractérisent les types de parcelles naturelles. Alors que les effets anthropiques sur la configuration du paysage comprennent l'agrégation, la création, l'expansion et l'éloignement [25, 22]. Autrement dit, l'augmentation de la superficie du ou des types anthropiques est principalement causée par la création, l'agrandissement et l'agrégation de taches. Tandis que la diminution de la surface globale pour les types de taches naturels est la conséquence de la perforation, de la dissection, de la fragmentation, du rétrécissement et de l'attrition [26].

Des études comme celles menées par [21, 23] démontrent à quel point l'écologie du paysage joue un rôle fondamental dans le développement durable. En effet, il en est ressorti de ces études, l'urgence d'une gestion des forêts afin de conserver leur biodiversité en évitant leur fragmentation. Également, dans le cadre d'un développement durable pour la protection de l'environnement, en France, les applications de l'écologie du paysage se sont développées dans le cadre d'études d'impact depuis 1976 [27]. Aussi, une étude sur la dynamique paysagère effectuée au Sénégal a montré comment une analyse de la dynamique des paysages à l'échelle locale et régionale peut participer, à sa manière, à la réflexion et à l'action autour de l'objectif d'un développement durable [1].

L'élimination de la végétation (déforestation) et l'exposition qui en résulte ont des conséquences importantes sur la structure et la composition des communautés végétales [4]. C'est ainsi que la modification des paysages par l'action humaine conduit à des paysages anthropiques, dans lesquels les caractéristiques artificielles dominent et les types de parcelles naturelles d'origine sont souvent réduits à un modèle dispersé [26]. Le développement urbain fragmente, isole et dégrade les habitats naturels, simplifie et homogénéise la composition des espèces, perturbe les systèmes hydrologiques et modifie le flux d'énergie et le cycle des nutriments. En effet, les forêts peuvent être fragmentées par un certain nombre d'activités ou d'événements, tels que la construction de routes [81]. Selon Maréchal et al. [54], l'urbanisation croissante tend à fragmenter et isoler ces espaces verts. Cette fragmentation des forêts conduit à long terme à leurs dégradations car réduisant l'offre potentielle globale de biens et services, y compris le stockage du carbone, la production de bois et la conservation de la biodiversité [2]. En effet, les principales conséquences écologiques de la fragmentation de l'habitat sont la perte d'espèces végétales et animales indigènes, l'invasion d'espèces exotiques, l'augmentation de l'érosion des sols et la diminution de la qualité de l'eau [30]. La densité de la population impacte sur la dégradation de l'écosystème naturel par le biais de la fragmentation des habitats forestiers qui constitue l'une des menaces majeures pour le maintien de la biodiversité [11]. Alors que la biodiversité est essentielle au fonctionnement et à la pérennité d'un écosystème [4]. Au Bénin par exemple, la fragmentation et l'anthropisation de la Forêt Classée de l'Alibori Supérieur (FC-AS) a conduit inexorablement vers un déclin de la biodiversité [51]. En plus, plusieurs études ont démontré la dégradation et/ou la déforestation causées par l'anthropisation des milieux naturels. En effet, dans une étude menée autour de la ville de Lubumbashi (République Démocratique du Congo), Useni et al. [78] ont démontré qu'en raison de la coupe de bois pour la

production de charbon de bois qui a conduit à la savanisation et de l'expansion du complexe de sols nus-bâti, l'écosystème du Miombo a diminué considérablement de 2002 à 2017. Au cours du processus d'urbanisation, les routes entraînent la diminution de la proportion de l'habitat forestier environnant par l'augmentation de l'accessibilité des populations dans ces paysages. Ainsi, les villes constituent des noyaux de dégradation des zones forestières à partir desquels l'activité humaine se diffuse [13]. Pour exemple, la province du Bas-Congo (R.D. Congo) qui se trouve proche de Kinshasa est l'une de ses principales pourvoyeuses en produits vivriers. Par conséquent, l'augmentation de la pression sur les ressources naturelles s'accroît. En effet, les forêts secondaires y se sont dégradées au profit des savanes, des jachères et des champs [12].

Avec l'urbanisation qui est un phénomène social et économique universel et important se déroulant partout dans le monde, ce processus est peut-être la force anthropique la plus puissante et la plus visible qui a entraîné des changements fondamentaux dans l'utilisation des terres et la configuration des paysages à travers le monde [35]. Son accélération entraîne des changements de plus en plus drastiques dans les structures paysagères naturels et humains contribuant à la dégradation des écosystèmes [28]. En effet, l'urbanisation rapide et l'exploitation des ressources naturelles provoquent des impacts importants sur la structure, la fonction et la dynamique des écosystèmes [35]. Dans le monde entier, les villes se développent rapidement [4]. Particulièrement, dans les pays dit du « Sud » comme plusieurs sur le continent africain, les citadins sont les plus nombreux soit, 3,2 milliards contre moins de 1 milliard au « Nord » [80]. De ce fait, les pays en développement sont aujourd'hui confrontés à des défis d'urbanisation plus importants que les pays développés [80]. Dans le modèle d'urbanisation en expansion africaine, il a été vérifié que la superficie des villes triplait lorsque leur population doublait : ce sont des villes "dévoreuses d'espace" [42]. Malgré tout, l'urbanisation rapide dans de nombreux pays en développement au cours du dernier demi-siècle semble s'être accompagnée d'une concentration excessivement élevée de la population urbaine dans les très grandes villes [79] à telle enseigne que [18] parlent de l'existence dans ces pays des territoires périurbains. En effet, la population urbaine a cru de 2 000 % depuis 1950 et le nombre d'agglomérations urbaines est passé de 624 à 7 617 en 2015, transformant la géographie urbaine africaine. Désormais, Kinshasa, Abidjan et Dakar sont les plus grandes agglomérations francophones du monde après Paris [58]. En 2010, sur les 16 pays que compte l'ensemble de l'Afrique de l'ouest, le Sénégal arrive en 7^{ème} position en matière d'urbanisation [14]. Au Sénégal, la ville de Dakar constitue le principal pôle attractif, concentrant les fonctions les plus importantes du territoire national sénégalais. Ce qui fait de cette ville une agglomération cosmopolite, où l'on note une grande diversité du tissu urbain, avec la cohabitation entre zone lotie et non lotie, l'habitat régulier et irrégulier, etc. [57]. Dès lors, l'équilibre entre Dakar et l'urbanisation du reste du pays constitue un enjeu de politique nationale. En effet, les autorités n'ont eu de cesse de rechercher un équilibre entre Dakar et le reste du pays par des programmes successifs de développement régional [14]. Cependant, ce rééquilibrage des territoires voulu par les autorités, y compris au sein de l'agglomération dakaroise, constitue l'épine dorsale de ces documents d'orientation parce que n'ayant jamais réussi à prévoir la croissance démographique importante surtout de la ville de Dakar [14, 57].

Face à cette explosion démographique dévoreuse d'espace, la nature est souvent associée aux projets d'actions pour assurer la durabilité urbaine. Elle semble être devenue un élément incontournable pour répondre aux exigences environnementales, mais aussi à la volonté des sociétés d'un retour à la nature (en opposition à l'artificial) et à l'amélioration du cadre de vie [50]. C'est ainsi qu'est né le concept d'espaces verts avec plusieurs définitions disponibles selon le contexte et l'échelle compte tenu de l'hétérogénéité de ces espaces [39]. Selon Sambieni [71], « un espace vert est défini comme un espace ouvert public ou privé dans les zones urbaines ou périurbaines, présentant de la végétation, plantée délibérément ou héritée de la végétation présente avant l'urbanisation, laissée par conception ou par défaut, et qui sont directement ou indirectement disponibles pour les utilisateurs ». Cette définition a le mérite d'intégrer tous les espaces pourvus de végétation aussi petits qu'ils soient, susceptibles d'offrir des services quelconques pour garantir et maintenir des habitats urbains de qualité dans un contexte d'urbanisation accrue où l'espace devient une ressource rare [72, 24]. En effet, les arbres urbains peuvent offrir un large éventail d'avantages pour l'environnement urbain et le bien-être des personnes [60], notamment l'atténuation de la pollution de l'air et de l'eau, un microclimat adéquat et le stockage du carbone local [4, 56]. En plus, ils peuvent contribuer à la réduction du ruissellement des précipitations et les inondations, des niveaux de bruit et de la consommation d'énergie des bâtiments contribuant à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain [60, 56, 49]. Ils embellissent aussi les quartiers et renforcent le sentiment de bien-être spirituel [74]. En plus des avantages écologiques, sanitaires et sociaux, de nombreuses recherches empiriques basées sur l'économie suggèrent que les espaces verts urbains peuvent augmenter la valeur des propriétés résidentielles à proximité [56, 73, 66, 49]. En effet, la proximité des forêts et le pourcentage de zones boisées entourant les parcelles augmentent les prix de vente des maisons [46]. Par exemple, la proximité des ruelles urbaines stériles compromet généralement les prix des maisons, mais une ruelle verte avec des arbres indigènes et des surfaces perméables peut augmenter la valeur des maisons [32]. Ainsi, pour tous ces bienfaits des arbres en milieu urbain surtout, l'importance des espaces verts urbains, augmente dans le monde entier en raison de l'expansion des terres urbaines alimentée par l'urbanisation [74]. En effet, la présence d'arbres et de forêts urbaines peut rendre l'environnement urbain plus agréable pour vivre, travailler et passer du temps libre [60]. Ils sont des lieux convoités pour les activités récréatives (aires de

jeux pour enfants, marche, jogging, etc.) car les plantes ont une valeur esthétique individuelle et collective. Ainsi, les espaces verts (parcs et jardins) de la ville jouent un rôle important dans la conservation d'un paysage agréable, étant parfois le lien entre les zones urbaines résidentielles et les zones industrielles [56]. En tant que composantes clés des écosystèmes urbains, elles contribuent au développement durable, à la qualité des paysages et de l'environnement, à la qualité de vie et à la santé des citoyens [45]. En plus, ces lieux en milieux urbains constituent de véritables laboratoires pour l'éducation environnementale [60]. C'est pour toutes ces raisons que les forêts périurbaines comme celle de la Forêt Classée de Mbaou (FCM), sous l'influence de la démographie, font face à des pressions anthropiques sur leurs ressources. En effet, ces espaces forestiers situés à la périphérie des villes sont convoités pour des questions sociales et économiques [65, 40].

La FCM se situe à la périphérie de la ville de Dakar (capitale du Sénégal). Elle constitue l'un des poumons verts de cette ville. Cependant, depuis plusieurs années, la ville de Dakar connaît une croissance démographique très importante. Dès lors, d'une situation de forêt péri-urbaine, la FCM est progressivement devenue une forêt urbaine. Elle est ceinturée par des villages en pleine extension mais dépourvus ou disposant de peu de réserves foncières ; c'est ainsi qu'elle a fait l'objet de convoitises foncières de la part des villageois et des promoteurs immobiliers [9]. Cette situation a favorisé une pression accrue sur cette ressource par les populations environnantes pour satisfaire leurs besoins et y mener leurs diverses activités. À côté de cette pression populaire s'ajoute celle exercée par l'État pour des travaux d'intérêt public. En effet, la FCM abrite plusieurs infrastructures dont les tracés de l'autoroute à péage (Dakar-Diamniadio), du Train Express Régional (Dakar-Aéroport International Blaise Diagne) et de la route Keur Massar-Route Nationale 1 (RN1) qui ont impacté la forêt sur plusieurs hectares. Il s'y ajoute, les stations d'essence comme Total et SENOIL et les concessions des entreprises comme SENELEC et HENAN CHINE, etc. Selon APIX [9], ces empiétements font que la superficie de la forêt classée est passée de 815 ha à environ 722,5 hectares. Par contre, pour Ngom [58], sa superficie est passée de 771,5 ha à moins de 700 ha. Ainsi, vu toutes ces menaces qui pèsent sur cette forêt, il est important d'étudier sa dynamique spatiale dans le temps. Il s'agit à travers cette étude de faire le suivi de la dynamique spatio-temporelle de la FCM en lien avec la dynamique urbaine de la ville de Dakar afin de déterminer les conséquences de l'urbanisation du complexe de communes périphériques sur la forêt classée de Mbaou (FCM) et d'évaluer les changements d'occupation du sol dans la FCM ces 30 dernières années.

2 Matériel et méthodes

2.1 Milieu d'étude

La Forêt Classée de Mbaou (FCM) qui couvrait une superficie de 771,5 ha, est limitée au Nord par les villages traditionnels de Boune, Darou Misseth et Médina Kell, au Sud par Petit Mbaou et Grand Mbaou, à l'Est par Kamb, Keur Mbaye Fall et la Zone d'Aménagement Concertée de Mbaou, et à l'Ouest par la Route Nationale N°1 et les bretelles de Petit Mbaou et Fass Mbaou [9, 76]. Elle se situe dans le département de Pikine/région de Dakar (Figure 1). Depuis 1996, avec la création des communes d'arrondissement par décret n°96-745 du 30 août 1996, la forêt se trouve actuellement dans la commune de Mbaou et fait frontière avec celles de Keur Massar et Diamaguène Sicap Mbaou [9]. Elle a été créée par le colon français et a été immatriculée au nom de l'État en 1908 puis classée le 7 mai 1940 par Arrêté 979 SE/F [9]. Du point de vue juridique, la FCM fait partie du domaine classé de l'État en vertu de l'article R4 du Décret n°2019-110 du 16 janvier 2019 portant application de la loi n°2018-25.

Le climat y est de type sahélo soudanien côtier dû à l'influence des alizés maritimes pendant une bonne partie de l'année et de la mousson guinéenne de courte durée [9]. Quant à la pluviométrie qui est répartie de juillet à octobre tourne autour de 500 mm en moyenne. Cependant, avec le cycle de sécheresse que connaît le pays, la pluviométrie enregistrée au cours des trois dernières années est en grande partie en dessous de la moyenne [9]. Les températures les plus élevées se situent entre juin et novembre et peuvent atteindre 28°. Tandis que celles les plus faibles sont relevées de décembre à avril [9]. Les sols identifiés au niveau de la forêt peuvent être classés en deux catégories que sont les sols fins, limoneux, hydromorphes avec une forte teneur en matières organiques et une capacité de rétention d'eau élevée ainsi que les sols gris possédant des horizons humifères et les sols bruns rouges qui sont des sols dégradés ayant perdu leurs horizons humifères [9].

En plus du marigot qui longe Kamb pour passer derrière Keur Mbaye FALL et sous la RN1 pour aller à la mer, il y a des mares et des zones dépressionnaires à inondation temporaire dans cette forêt [9]. En 1917, l'administration coloniale a manifesté son désir de reboiser ces terrains en réponse à la dégradation de la végétation naturelle. C'est ainsi que les premières séries de reboisement sont constituées des espèces comme *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Cassia siamea*, *Prosopis juliflora*, *Albizia lebbek*, *Peltophorum ferrugineum* et elles se sont poursuivies entre 1940 et 1955 [10, 9]. Depuis, le Services des Eaux et Forêts dans le cadre du Plan d'Aménagement de la FCM, continue à faire des reboisements dans cette forêt. Le peuplement naturel a presque disparu. Il ne reste plus que des individus isolés du peuplement naturel : *Faidherbia albida* (Kad), *Parinari macrophylla* (Neew), *Adansonia digitata* (Baobab), *Maytenus senegalensis*, *Ximenia americana*, *Elaeis guineensis* (Palmier à huile) en bordure des Niayes [9].

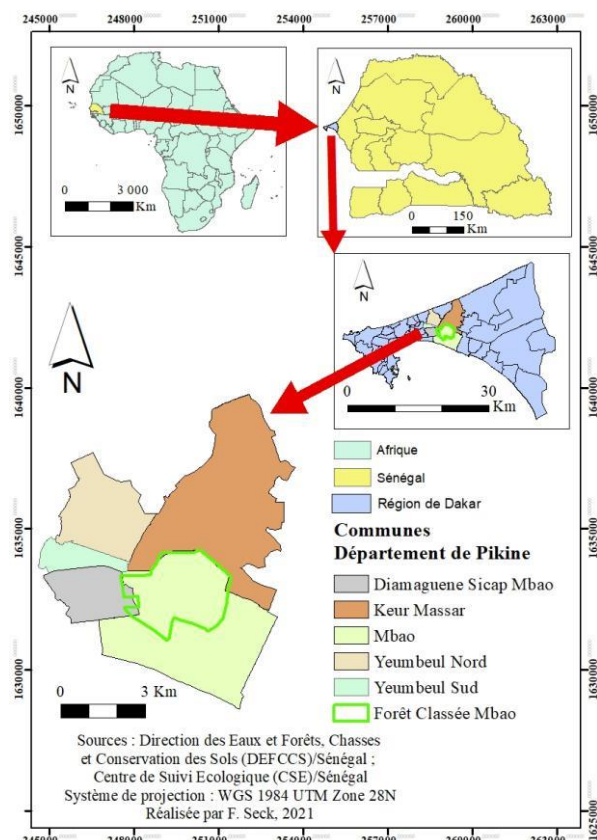


Figure 1. Carte de localisation de la Forêt Classée de Mbao (FCM)

2.2 Méthodes

La Forêt Classée de Mbao (FCM) qui couvrait une superficie de 771,5 ha, est limitée au Nord par les villages traditionnels de Boune, Darou Misseth et Médina Kell, au Sud par Petit Mbao et Grand Mbao, à l'Est par Kamb, Keur Mbaye Fall et la Zone d'Aménagement Concertée de Mbao, et à l'Ouest par la Route Nationale N°1 et les bretelles de Petit Mbao et Fass Mbao [9, 76]. Elle se situe dans le département de Pikine/région de Dakar (Figure 1). Depuis 1996, avec la création des communes d'arrondissement par décret n°96-745 du 30 août 1996, la forêt se trouve actuellement dans la commune de Mbao et fait frontière avec celles de Keur Massar et Diamaguène Sicap Mbao [9]. Elle a été créée par le colon français et a été immatriculée au nom de l'État en 1908 puis classée le 7 mai 1940 par Arrêté 979 SE/F [9]. Du point de vue juridique, la FCM fait partie du domaine classé de l'État en vertu de l'article R4 du Décret n°2019-110 du 16 janvier 2019 portant application de la loi n°2018-25.

Le climat y est de type sahélo soudanien côtier dû à l'influence des alizés maritimes pendant une bonne partie de l'année et de la mousson guinéenne de courte durée [9]. Quant à la pluviométrie qui est répartie de juillet à octobre tourne autour de 500 mm en moyenne. Cependant, avec le cycle de sécheresse que connaît le pays, la pluviométrie enregistrée au cours des trois dernières années est en grande partie en dessous de la moyenne [9]. Les températures les plus élevées se situent entre juin et novembre et peuvent atteindre 28°. Tandis que celles les plus faibles sont relevées de décembre à avril [9]. Les sols identifiés au niveau de la forêt peuvent être classés en deux catégories que sont les sols fins, limoneux, hydromorphes avec une forte teneur en matières organiques et une capacité de rétention d'eau élevée ainsi que les sols gris possédant des horizons humifères et les sols bruns rouges qui sont des sols dégradés ayant perdu leurs horizons humifères [9].

En plus du marigot qui longe Kamb pour passer derrière Keur Mbaye FALL et sous la RN1 pour aller à la mer, il y a des mares et des zones dépressionnaires à inondation temporaire dans cette forêt [9]. En 1917, l'administration coloniale a manifesté son désir de reboiser ces terrains en réponse à la dégradation de la végétation naturelle. C'est ainsi que les premières séries de reboisement sont constituées des espèces comme *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Cassia siamea*, *Prosopis juliflora*, *Albizia lebeck*, *Peltophorum ferrugineum* et elles se sont poursuivies entre 1940 et 1955 [10, 9]. Depuis, le Services des Eaux et Forêts dans le cadre du Plan d'Aménagement de la FCM, continue à faire des reboisements dans cette forêt. Le peuplement naturel a presque disparu. Il ne reste plus que des individus isolés du peuplement naturel : *Faidherbia albida* (Kad), *Parinari macrophylla* (Neew), *Adansonia digitata* (Baobab), *Maytenus senegalensis*, *Ximenia americana*, *Elaeis guineensis* (Palmier à huile) en bordure des Niayes [9].

Tableau 1. Les classes d'occupation du sols de la FCM et ses communes

Classes d'occupation du sols	Définitions
Bâti	Tout espace occupé par des infrastructures urbaines (bâtiments, routes...).
Eau	Toute surface occupée par de l'eau soit un cours d'eau ou une surface occupée par inondée due aux eaux de pluies.
Sol nu	Tout espace dont la surface est dépourvue de végétation, d'infrastructures urbaines et d'eau.
Zone verte	Toute surface occupée par des végétaux (champs, bâtiments abandonnés colonisés par les végétaux, les plans d'eau couverts par des espèces végétales aquatiques et les espaces boisés).
Boisée	Toute surface occupée à plus de 50% par des ligneux (arbres et arbustes).
Faiblement boisée	Toute surface couverte à moins de 50% par des ligneux.
Champs	Tout espace où est mené des activités en lien avec l'agriculture (culture annuelle, maraîchage...).
Zone humide	Toute surface occupée par l'eau sur laquelle s'est développée une végétation aquatique adaptée.

Pour confirmer les différentes classes d'occupation du sol retenues, le logiciel Google Earth a été utilisé afin de confirmer ces classes et de relever un complément de coordonnées pour la réalisation de la classification supervisée. Ainsi, la classification a été faite en utilisant l'algorithme *maximum likelihood algorithm* sur ArcGIS. Pour l'évaluation de la qualité des classifications en vue de leur validation, leur Précision Globale (PG) ainsi que leur Coefficient de Kappa (CK) ont été calculés [53, 68]. Selon Pontius [68], lorsque les résultats d'une classification indiquent que l'indice de Kappa évalué est supérieur à 75%, la classification peut être validée et les résultats peuvent être utilisés judicieusement.

Après des traitements complémentaires à partir des images classifiées tels que la vectorisation, les surfaces et les périmètres de chaque classe d'occupation du sol ont été estimées sur ArcGIS à partir de l'outil *calculate geometry* qui y est incorporé. Puis l'Indice de perturbation (Ip) ou d'anthropisation [64] a été calculé. Au fil du temps, de 1990 à 2020, l'indice d'anthropisation de la forêt classée de Mbao augmente.

Le nombre de taches, la taille moyenne des taches et la superficie totale pour chaque classe d'occupation du sol ont été déterminés à partir du logiciel FRAGSTATS 4.2 qui est un logiciel utilisé en écologie du paysage [55]. La taille moyenne des taches et la superficie totale de la classe boisée enregistrent des diminutions au fil des années. Par contre, son nombre de taches augmente au cours du temps. Également, FRAGSTATS 4.2 a permis de calculer l'indice de la plus grande tache boisée (*Largest Patch Index*) pour chaque année sur la période d'étude. Cet indice de la plus grande tache au niveau de la classe quantifie le pourcentage de la superficie totale occupé par la plus grande tache. Ce pourcentage en ce qui concerne la classe d'occupation du sol boisée, connaît une baisse de 1990 à 2020.

A partir de certains rapports de la Direction de la Prévision et de la Statistique (DPS) ainsi que de l'Agence Nationale de la Statistique et de Démographie (ANSD), des données sur la population sénégalaise ont été obtenues de 1988 à 2020 [6, 7, 8, 36]. Ainsi, la Densité (D) selon l'année a été calculée [67].

Pour identifier les transformations qui se sont opérées en termes de composition du paysage en se basant sur chaque classe d'occupation du sol, l'outil *raster calculator* a été employé. Autrement dit, pour la FCM, ArcGIS a permis de déterminer l'évolution de la surface de chaque classe d'occupation du sol dans le temps (stabilité des classes d'occupation du sol et du paysage). Ce qui a abouti à l'élaboration de matrices de transition qui constitue un résumé précis et très condensé de l'ensemble des changements survenus au cours d'une période d'étude [17].

Pour l'identification des processus qui ont contribué à la modification de la configuration spatiale du paysage de la FCM, l'arbre de décision a été utilisé [25]. A cet effet, pour distinguer la fragmentation à la dissection, la valeur de t a été fixée à 0,5 car plus le rapport $a_1/a_0 = \text{tobs}$ tend vers 0, il s'agit d'une fragmentation spatiale et plus il tend vers 1, il s'agit d'une dissection spatiale [15].

3 Résultats

3.1 Comparaison du paysage des communes étudiées

Les valeurs de précision globale et du coefficient Kappa des classifications varient de 78,57% à 93,75% (Tableau 2). Les résultats de classification sont donc acceptables.

De 1990 à 2000, environ 31% des surfaces de ces communes étaient urbanisées. Toutefois, de 2010 à 2020, les surfaces urbanisées occupaient déjà plus de 45% de toute la surface de ces communes (Figure 2). Tandis que, les espaces végétalisés ont enregistré une diminution de leurs surfaces. Elles sont passées de 36,12% en 1990 à 24,12% en 2020.

Tableau 2. Précision globale et coefficient de Kappa des classifications

Classifications des communes environnantes de la FCM				
	1990	2000	2010	2020
Précision globale (%)	93,75	91,67	91,67	89,58
Coefficient de Kappa (%)	90,14	85,59	85,35	83,85
Classifications de la FCM				
Précision globale (%)	92,68	91,43	85,89	82,35
Coefficient de Kappa (%)	90,01	88,44	82,15	78,57

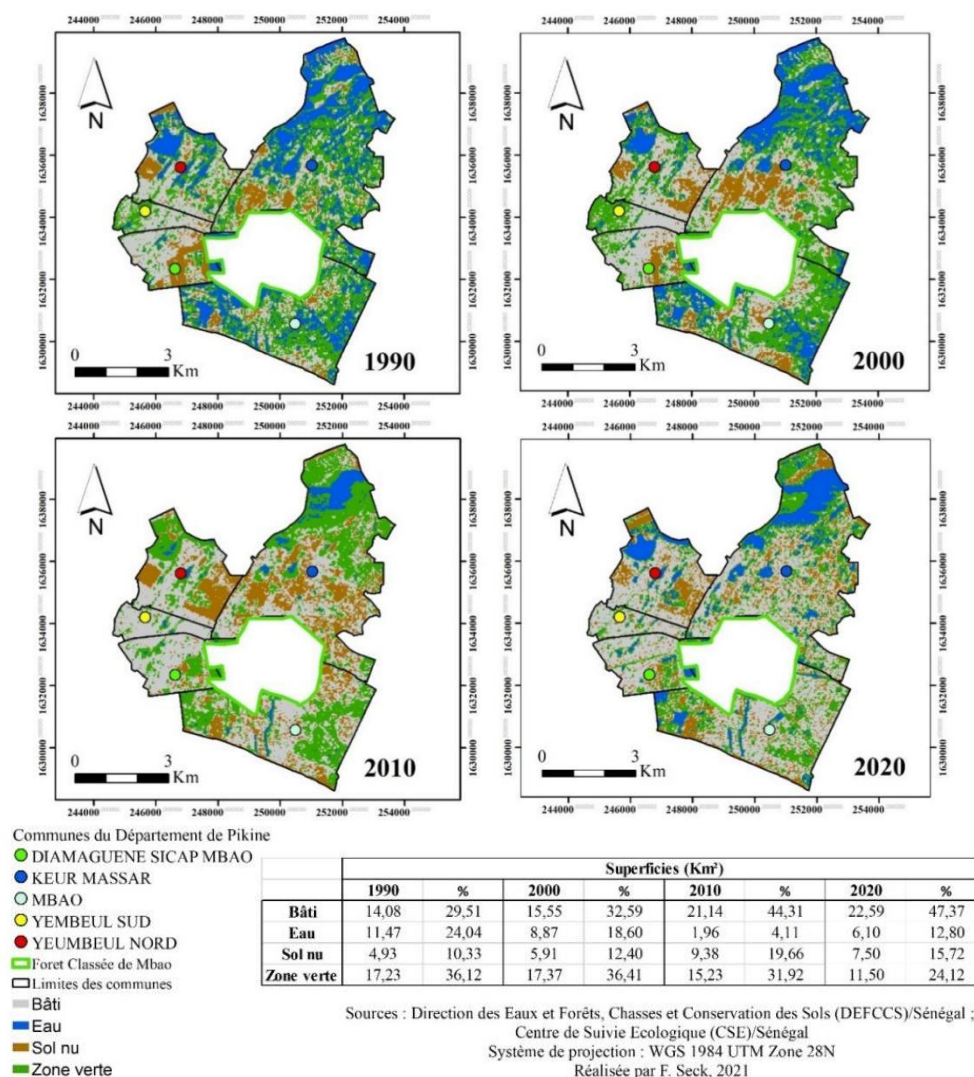


Figure 2. Évolution des surfaces urbanisées en fonction des années pour l'ensemble des communes environnantes de la FCM

3.2 Composition du paysage de la Forêt Classée de Mbao (FCM)

En 1990, le bâti occupait environ 1% de la surface de la forêt alors que les surfaces boisées et la zone humide occupaient près de 99% de la forêt. Cependant, en 2000, la surface couverte par le bâti est passée à 17%. A partir de 2010 jusqu'en 2020, l'apparition des champs a ainsi augmentée les surfaces anthropisées avec une occupation d'environ 36% de la FCM. Par conséquent, les surfaces occupées par les végétaux sont passées d'environ 99% en 1990 à près de 62% en 2020 (Figure 3 et 4).

Sur l'ensemble de la période d'étude, la superficie boisée est passée d'environ 568 ha en 1990 à près de 403 ha en 2020. Tandis que les superficies anthropisées sont passées d'environ 10 ha en 1990 à 282 ha en 2020. Quant à la zone humide, sa surface a drastiquement diminué passant d'environ 219 ha en 1990 à 93 ha en 2020 (Figure 4).

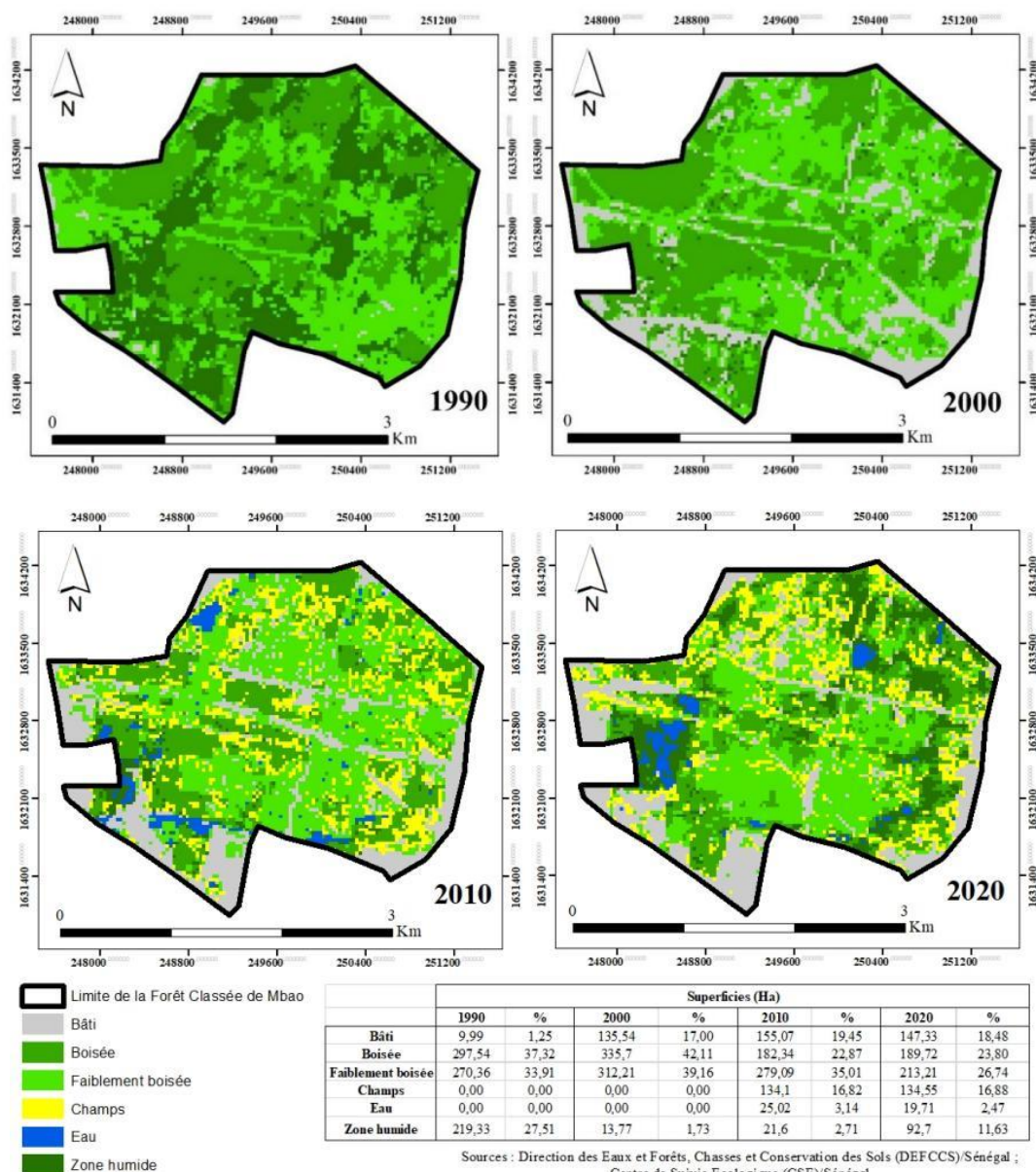


Figure 3. Dynamique de l'occupation du sol dans la FCM sur les 30 dernières années

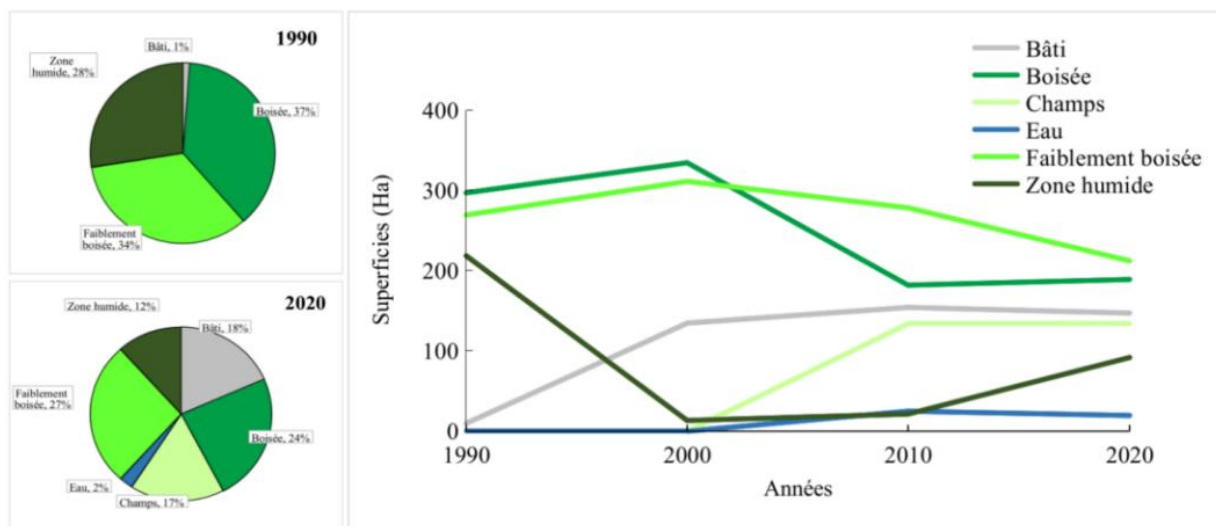


Figure 4. Composition de l'occupation du sol en 1990 & 2020 et évolution des superficies de classes d'occupation du sol en fonction des années de la FCM

3.3 Quantification de la dynamique du paysage de la Forêt Classée de Mbao (FCM) et évolution démographique de la ville de Dakar

L'indice de perturbation pour cette forêt est passé d'environ 0 en 1990 à près de 0,6 de 2010 à 2020 (Figure 5). Autrement dit, en 1990, la FCM ne subissait pratiquement pas de modification anthropique de son paysage. Cependant, à partir de l'an 2000, elle enregistre une perturbation d'origine humaine de son milieu. De 2010 à 2020, pour 1 hectare de surface anthropisées équivaut 1,5 hectare de surface végétalisée au sein de cette forêt.

Sur la période 1990-2000 (Tableau 3), avec en moyenne une superficie de 4 ha pour les taches boisées, la plus grande tache boisée n'occupe qu'environ 10% de la superficie totale de la classe d'occupation du sol boisée. Tandis que pour la période 2010-2020, la superficie moyenne des taches est d'environ 1,5 ha avec la plus grande tache qui occupe moins de 5% de la superficie totale boisée. Donc, la classe d'occupation du sol boisée est caractérisée par des taches de plus en plus petites avec aucune dominance. D'où, elle est de plus en plus fragmentée.

Avec une superficie totale de plus de 300 ha sur la période 1990-2000 (Tableau 3), le nombre de taches était de 81. Cependant, sur la période 2010-2020, la superficie totale a diminué passant de 300 ha à moins de 200 ha. Pendant ce temps, le nombre de taches a augmenté passant de 81 à 128. En effet, ces constats montrent à quel point la classe d'occupation du sol boisée a subi une fragmentation de son espace avec le nombre de taches qui augmente et sa superficie qui diminue à la même occasion.

De 1988 à 2020 la population dakaroise a augmenté de plus de 2 400 000 personnes. Toutefois, la densité est passée d'au moins 2 000 hbt/km² à plus de 7 000 hbt/km² (Tableau 4).

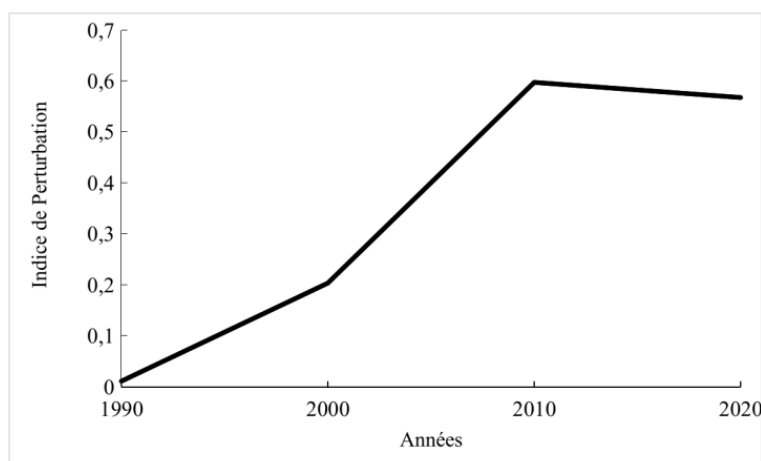


Figure 5. Évolution de l'anthropisation de la FCM de 1990 à 2020

Tableau 3. Évolution de la fragmentation des terres boisées de la FCM (1990-2020)

	1990	2000	2010	2020
Superficie moyenne des tâches (ha)	3,42	4,48	1,52	1,40
Indice de la plus grande tâche	0,10	0,11	0,05	0,04
Superficie totale (ha)	297,54	335,7	182,34	189,72
Nombre de tâches	87	75	120	136

Tableau 4. Évolution de la population de Dakar (547 km²) et de la densité (1988-2020)

	1988	2002	2010	2013	2020
Population Dakar	1 488 941	2 168 314	2 592 191	2 956 023	3 835 011
Densité (hbt/km ²)	2 722	3 964	4 739	5 404	7 011

Sources : ANSD, 2006 ; 2011 ; 2014 ; 2020 ; Direction de la Prévision et de la Statistique, 1993.

3.4 Conversion des classes d'occupation du sol du paysage de la FCM

La matrice de transition de la FCM (Tableau 5) montre qu'en 1990, le paysage de cette forêt était dominé par l'ensemble des surfaces boisées et de la zone humide (plus de 98% du paysage). En 2000 également, l'ensemble des surfaces boisées continuait à dominer le paysage (81,28%). Cependant, entre 1990 et 2000, la superficie de la zone humide a été énormément réduite au détriment du bâti (4,8%) et de l'ensemble des surfaces boisées (21,71%). Aussi, 9,4% des surfaces faiblement boisées ont été bâties. Entre 2000 et 2010, une proportion de 15,16% de l'ensemble des surfaces boisées ont été converti en champs, 10,91% de cet ensemble a été bâti et 9,94% des surfaces boisées se sont dégradées. Ainsi, en 2010, l'ensemble des surfaces boisées ne couvrait que 57,87% de la forêt tandis que les surfaces anthropisées occupaient 36,3%. En 2020, les surfaces anthropiques (35,28%) sont presque identiques à celles de 2010. Par contre, entre 2010 et 2020, l'ensemble des surfaces boisées ont perdu 7,33% de leur espace et les surfaces humides ont atteint 11,63% contre 2,55% pour les surfaces en eau.

Tableau 5. Matrice de transition de la FCM de 1990 à 2020

	Bâti	Boisée	Faiblement boisée	Champs	Eau	Zone humide	Total
1990-2000							
Bâti	1,11	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	1,24
Boisée	1,68	24,63	10,58	0,00	0,00	0,41	37,30
Faiblement boisée	9,40	7,70	16,53	0,00	0,00	0,30	33,93
Champs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zone humide	4,80	9,80	11,91	0,00	0,00	1,02	27,53
Total (%)	16,99	42,13	39,15	0,00	0,00	1,73	100,00
2000-2010							
Bâti	8,19	0,70	4,77	1,53	1,33	0,47	16,99
Boisée	4,80	17,28	9,94	7,38	1,00	1,73	42,13
Faiblement boisée	6,11	4,56	19,64	7,78	0,70	0,36	39,15
Champs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zone humide	0,38	0,34	0,64	0,13	0,09	0,15	1,73
Total (%)	19,48	22,88	34,99	16,82	3,12	2,71	100,00
2010-2020							
Bâti	11,53	1,10	3,35	2,95	0,05	0,50	19,48
Boisée	0,34	9,87	3,57	2,75	1,00	5,35	22,88
Faiblement boisée	4,74	5,57	15,73	6,07	0,47	2,41	34,99
Champs	1,24	5,27	3,58	4,57	0,34	1,82	16,82
Eau	0,28	1,18	0,37	0,24	0,18	0,87	3,12
Zone humide	0,29	0,80	0,15	0,28	0,51	0,68	2,71
Total (%)	18,42	23,79	26,75	16,86	2,55	11,63	100,00

De 1990 à 2000, la classe d'occupation du sol boisée était stable à plus de 80%. (Tableau 6). Donc, elle n'a pas connu trop de perturbation contrairement à celle des zones humides qui a été très perturbée de 1990 à 2020 (5,24% de stabilité au maximum). A partir de 2000 jusqu'en 2020, la classe boisée a commencé à enregistrer des perturbations importantes avec une stabilité moyenne de 51,16%. Sur l'ensemble de la période d'étude, la classe faiblement boisée a été en moyenne stable à environ 50%. Cette classe a donc enregistré d'important changement sur ces 30 dernières années. De 1990 à 2020, le paysage de la FCM a été stable en moyenne à plus de 75%. Donc, son paysage n'a pas connu d'énormes changements dans sa composition.

Tableau 6. Stabilité des classes d'occupation du sol et du paysage de la FCM de 1990 à 2020

		1990-2000	2000-2010	2010-2020
Stabilité de classes d'occupation du sol (%)	Boisée	81,64	56,75	45,57
	Faiblement boisée	41,30	56,34	51,95
	Zone humide	3,75	3,67	5,24
Stabilité du paysage (%)		76,33	82,68	74,09

3.5 Processus de transformation spatiales

Le bâti a été créé durant la période 1990-2000 puis ses taches se sont agrégées de 2000 à 2010 et il a subi des dissections de 2010 à 2020 (Tableau 7). De 1990 à 2010, les taches des classes boisées et faiblement boisées ont été agrégées puis elles ont subi des dissections. Cependant, de 2010 à 2020, il y a eu la création de nouvelles taches de boisée. Par contre, la classe faiblement boisée a continué à enregistrer des dissections. La classe champs a commencé à apparaître à partir de 2000 et a continué à être créée jusqu'en 2020. La classe eau a apparu entre 2000 et 2010 mais de 2010 à 2020, elle a connu des suppressions. Quant à la zone humide, de 1990 à 2000, elle été fragmentée puis de 2000 à 2020, elle a connu l'agrégation de ses taches.

Tableau 5. Matrice de transition de la FCM de 1990 à 2020

	Bâti	Boisée	Faiblement boisée	Champs	Eau	Zone humide	Total
1990-2000							
Bâti	1,11	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	1,24
Boisée	1,68	24,63	10,58	0,00	0,00	0,41	37,30
Faiblement boisée	9,40	7,70	16,53	0,00	0,00	0,30	33,93
Champs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zone humide	4,80	9,80	11,91	0,00	0,00	1,02	27,53
Total (%)	16,99	42,13	39,15	0,00	0,00	1,73	100,00
2000-2010							
Bâti	8,19	0,70	4,77	1,53	1,33	0,47	16,99
Boisée	4,80	17,28	9,94	7,38	1,00	1,73	42,13
Faiblement boisée	6,11	4,56	19,64	7,78	0,70	0,36	39,15
Champs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zone humide	0,38	0,34	0,64	0,13	0,09	0,15	1,73
Total (%)	19,48	22,88	34,99	16,82	3,12	2,71	100,00
2010-2020							
Bâti	11,53	1,10	3,35	2,95	0,05	0,50	19,48
Boisée	0,34	9,87	3,57	2,75	1,00	5,35	22,88
Faiblement boisée	4,74	5,57	15,73	6,07	0,47	2,41	34,99
Champs	1,24	5,27	3,58	4,57	0,34	1,82	16,82
Eau	0,28	1,18	0,37	0,24	0,18	0,87	3,12
Zone humide	0,29	0,80	0,15	0,28	0,51	0,68	2,71
Total (%)	18,42	23,79	26,75	16,86	2,55	11,63	100,00

4 Discussion

Les images LANDSAT utilisées dans le cadre de cette étude ont toutes des résolutions spatiales de 30 m. En effet, la résolution spatiale doit être deux à cinq fois plus petite que la taille des taches et que l'étendue du paysage étudié devrait être deux à cinq fois plus grande [19]. Dans la pratique, l'utilisation des données satellitaires d'une résolution de 30 à 100 m permet de répondre facilement à ces deux exigences [64]. Le développement de la technologie des Systèmes d'Information Géographique (SIG) fournit les moyens de traiter les grands ensembles tels que les paysages. Les capacités techniques de l'imagerie satellitaire couplées à la technologie SIG offrent une combinaison idéale pour surveiller et évaluer l'état des paysages [64].

Les taux de précision cartographique obtenus pour cette étude sont pour la plupart supérieurs à 80%, ce qui prouve que les images ont été correctement classées. En effet, selon certaines normes de précision définies, un coefficient kappa supérieur à 74% traduit une classification très bonne [68, 47, 75]. De plus en plus que l'environnement devient hétérogène, la précision de la classification diminue. En effet, la précision de la classification devient faible du fait que les détails sont impossibles à observer lorsque les unités cartographiques sont plus petites qu'un pixel [17].

Dans cette étude, les indices caractérisant la fragmentation ont été utilisés. En effet, la fragmentation est un des processus responsables de la dynamique spatiale du paysage [19]. C'est pourquoi, en écologie du paysage, la fragmentation forestière est devenue un thème de recherche très important pour la conservation [43]. Également, l'action de l'homme conduit à l'anthropisation du paysage dans lesquels les caractéristiques artificielles dominent et les types de parcelles naturelles d'origine sont souvent réduits à un modèle dispersé [26]. Par ailleurs, l'indice de perturbation ou anthropisation traduit le rapport entre les surfaces anthropisées et les surfaces naturelles et évalue le degré d'anthropisation, d'un paysage. En effet, il indique une dominance des classes anthropiques quand il est supérieur à 1 et une dominance des classes naturelles s'il est inférieur à 1 [64]. Quant à la réduction de l'aire totale et à l'augmentation du nombre de taches, elles sont des conséquences de la fragmentation [34]. En plus, la dominance de la plus grande tache de la classe a été prise en compte car la fragmentation suppose la diminution de la taille des taches vers de petites taches de tailles similaires [11]. Ce sont donc ces variables qui ont été mesurées et analysées. L'existence de corrélation entre ces indices, même si elle implique une répétition de l'information, constitue un important argument pour démontrer que les observations ne sont pas dues au hasard [20, 11].

Les résultats montrent que les surfaces urbanisées dans les communes environnantes de la FCM ont connu une augmentation de 1990 à 2020. En effet, elles sont passées de 31% à 45%. Tandis que, les espaces végétalisés ont enregistré une diminution de leurs surfaces. Elles sont passées de 36,12% en 1990 à 24,12% en 2020. Ces résultats pourraient se justifier par la forte augmentation de la densité de la population. En effet, de 1988 à 2020 la population dakaroise a augmenté de plus de 2 400 000 personnes. Toutefois, la densité est passée d'au moins 2 000 hbt/km² à plus de 7 000 hbt/km². En outre, l'urbanisation rapide dans de nombreux pays en développement au cours du dernier demi-siècle semble s'être accompagnée d'une concentration excessivement élevée de la population urbaine dans les très grandes villes [79]. Selon Le Bris [48], dans le modèle d'urbanisation en expansion de type africain, il a été vérifié que la superficie des villes triplait lorsque leur population doublait de telle sorte qu'on parle de villes "dévoreuses d'espace". En effet, l'accroissement démographique rapide, amplifié par l'afflux des migrants, couplé au besoin élevé en espace pour la survie et le logement entraîne des changements importants dans la composition du paysage matérialisé par la régression des pâturages, de la forêt galerie et des jachères [66, 41]. Une étude menée dans le bassin maraîcher Sud des Niayes méridionales à Dakar

confirme ces résultats du fait qu'elle a démontré la propagation du bâti qui dépend des autres types d'occupation du sol avec une hausse de 189,3 ha entre 2010 et 2021, correspondant à 74,7 % de terres conquises [59].

En 1990, le bâti occupait environ 1% de la surface de la FCM. A partir de 2010, l'apparition des champs a ainsi augmenté les surfaces anthropisées avec une occupation de plus de 35% de la FCM. Par conséquent, les surfaces occupées par les végétaux sont passées d'environ 99% en 1990 à près de 63% en 2020. La superficie boisée est passée d'environ 568 ha en 1990 à près de 403 ha en 2020. Tandis que les superficies anthropisées sont passées d'environ 10 ha en 1990 à 282 ha en 2020. Ces résultats sont confirmés par l'indice de perturbation pour cette forêt qui est passé d'environ 0 en 1990 à près de 0,6 de 2010 à 2020. Autrement dit, en 2020, pour 1 hectare de surfaces anthropisées équivaut 1,5 hectare de surface végétalisée au sein de cette forêt. L'indice de la plus grande tache boisée a montré que la classe d'occupation du sol boisée est caractérisée par des taches de plus en plus petites avec aucune dominance. D'où, elle est de plus en plus fragmentée. L'augmentation du nombre de taches boisées de 1990 à 2020 suivie réciproquement par la diminution de la superficie totale de la classe d'occupation du sol boisée démontre à quel point cette classe d'occupation du sol boisée subit une fragmentation de son espace. En se basant sur la densité de la population dakaroise qui a explosé entre 1988 et 2020, ces résultats corroborent ceux de Bamba et al. [11] qui stipule que la variation de la densité de la population entraîne aussi une variation des indices de structures spatiales. En effet, aux valeurs de plus en plus élevées de la densité, sont associées, l'accroissement du nombre de taches, la réduction de l'aire totale, la diminution de la dominance au niveau des taches [11]. Également, selon Bamba et al. [13], les villes constituent des noyaux de dégradation des massifs forestiers en accentuant la

diminution de leurs superficies. A travers leurs recherches, Barima *et al.* [15] ainsi que Zoungrana *et al.* [82] confirment ces résultats en stipulant qu'une transformation importante du paysage par l'anthropisation peut être liée essentiellement aux activités agricoles par la location des terres agricoles et à la pression démographique. En effet, suite à l'accroissement démographique importante et aux faibles possibilités de diversification économique, la population mène plusieurs activités indispensables à sa subsistance et cela, au détriment des ressources environnantes dont la forêt [11]. Les forêts sont converties progressivement en terres agricoles, en plantations, en routes, etc. [29]. Par exemple, au Sud-Est de la RD Congo, autour des agglomérations, la couverture naturelle a été remplacée par l'agriculture, la production énergétique et l'urbanisation [57].

Malgré toutes les transformations dans sa composition qu'a connu le paysage de la FCM de 1990 à 2020, il a été stable en moyenne à plus de 75%. Donc, son paysage n'a pas connu d'énormes changements dans sa composition. Ce constat pourrait se justifier entre autres, par l'intégration des populations dans sa gestion, les activités de reboisement qui y sont menées ainsi que la surveillance. En effet, une étude sur la dynamique paysagère du Bassin rizicole de Bakoum (Région de Sédhiou/Sénégal) a démontré que les actions de reboisement entrepris par le service des eaux et forêts ont permis une évolution positive de la végétation de +37% entre 2010 et 2019 [38].

De nombreux processus de transformation spatiale se sont opérés au sein de la FCM. En effet, il y a eu la création de taches de bâti et de champs puis l'agrégation des taches de bâti suivie de leur dissection. En effet, les effets anthropiques sur la configuration du paysage comprennent l'agrégation, la création, l'expansion et l'éloignement [25, 11]. La dissection constatée au niveau de la classe d'occupation du sol bâti pourrait se justifier par la construction des routes qui sont de formes linéaires. Les taches des classes boisées et faiblement boisées ont été agrégées puis elles ont subi des dissections. Puis, il y a eu la création de nouvelles taches boisées. La création de nouvelles taches boisées serait due aux activités de reboisement saisonnières effectuées chaque année au sein de cette forêt classée. La classe eau a connu une création puis certaines de ses taches ont été supprimées. Quant à la zone humide, elle a été fragmentée puis elle a connu l'agrégation de ses taches. Selon Bogaert *et al.* [25] ainsi que Bogaert *et al.* [22], la suppression, la dissection et la fragmentation caractérisent les types de parcelles naturelles. L'augmentation de la superficie du ou des types anthropiques est principalement causée par la création et l'agrégation de taches. Tandis que la diminution de la surface globale pour les types de taches naturels est la conséquence de la dissection, de la fragmentation et de la suppression [26]. En effet, autour du corridor n°1 du complexe écologique Pô-Nazinga Sissili au Burkina Faso, en 24 ans, les superficies des forêts galeries par exemple, ont régressé respectivement de 50 % à travers les processus de fragmentation et de suppression [66].

5 Conclusion

La présente étude menée dans la Forêt Classée de Mbao (FCM) et sa périphérie a permis d'analyser sa dynamique du paysage de 1990 à 2020. Les hypothèses posées ont toutes été confirmées. En effet, avec une population qui a pratiquement triplée sur les 30 dernières années à Dakar, les communes environnantes de la FCM connaissent par ailleurs une importante expansion urbaine. En effet, les surfaces bâties y sont passées de 31% en 1990 à plus de 45% en 2020. Cette expansion urbaine due à l'augmentation démographique entraîne par ricochet l'augmentation des surfaces anthropisées au sein de la forêt pour la satisfaction de certains de leurs besoins en lien avec l'habitat et l'alimentation. En effet, les surfaces anthropisées au sein de la FCM sont passées de 1% en 1990 à de plus de 35% en 2020. Ainsi, les surfaces végétales qui couvraient environ 568 ha en 1990 sont passées à près de 403 ha en 2020. Tandis que dans le même temps, les surfaces anthropisées sont passées d'environ 10 ha en 1990 à 282 ha en 2020. Par ailleurs, avec tous les changements constatés dans sa composition, la forêt est stable. Cependant, ces résultats traduisent la dynamique paysagère qu'elle connaît sous l'effet anthropique. En plus, l'explosion de la densité de la population à Dakar traduit la diminution de la disponibilité foncière dans cette ville. Dès lors, pour l'urbanisation et l'alimentation découlant de l'accroissement démographique, la FCM se présente comme un espace à conquérir. C'est pourquoi, au risque de la voir disparaître, il est impératif qu'elle soit conservée. Toutefois, il serait important d'approfondir cette étude sur la FCM en analysant la dégradation de sa végétation due à des facteurs naturelles (sols, pluviométrie...) et les impacts des surfaces anthropisées sur le développement de sa végétation.

Dans le cadre d'une gestion durable de cette forêt, nous recommandons de mettre à niveau son plan d'aménagement en tenant compte des données sur les activités maraîchères pratiquées en son sein et les habitations sur trouvant dans la forêt, de renforcer la participation des groupements maraîchers dans sa planification, sa conception et sa gestion, d'impliquer les habitants immédiats de la forêt dans les activités de reboisement en les incitant à planter des arbres dans leurs parcelles et aux alentours, de renforcer la sécurité et intensifier des patrouilles de surveillance afin de restreindre l'accès à la forêt et remédier à son pillage ainsi que de sensibiliser les populations sur son importance et l'intérêt de sa protection, de sa conservation et de sa gestion durable.

REFERENCES

- [1] Ackermann G., Alexandre F., Andrieu J., Mering C. & Ollivier C. (2006). Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur la petite côte et dans le delta du Sine-Saloum (Sénégal). *Vertigo*, 7 (2), pp. 1-9. <https://journals.openedition.org/vertigo/2206>
- [2] Ahrends A., Burgess N. D., Milledge S. A. H., Bulling M. T., Fisher B., Smart J. C. R., Clarke G. P., Mhoro B. E. & Lewis S. L. (2010). Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 107 (33), pp. 14556-14561. <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.0914471107>
- [3] Akpoyè D. H., Landeou R. C. & Orékan V. O. (2018). Anthropisation et dynamique des paysages en pays agonlin au Bénin. *European Scientific Journal December*, 14 (36), pp. 571-597. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n36p571>
- [4] Alberti M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28 (2), pp. 168-192. http://leml.asu.edu/Wu_Website_4_Students/Key-Papers/Urban_Ecology_papers/Other%20papers/Alberti-2004.pdf
- [5] ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) (2011). Situation économique et sociale du Sénégal en 2010. p. 36. https://www.ansd.sn/sites/default/files/2022-12/1-Demographie_2011.pdf
- [6] ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage (RGPHAE) 2013. p. 20. https://www.ansd.sn/sites/default/files/2022-11/2-%20Etat%20et%20structure%20de%20la%20population_1.pdf
- [7] ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) (2006). Résultats définitifs du troisième recensement général de la population et de l'habitat (2002). p. 14. <https://anads.ansd.sn/index.php/catalog/9/download/1023>
- [8] ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) (2020). Population du Sénégal année 2020. p. 6. https://www.ansd.sn/sites/default/files/2022-11/Rapport%20sur%20la%20Population%20du%20Sngal%202020_03022021_0.pdf
- [9] 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. https://www.autoroutedakardiamniadio.net/sites/default/files/download/PAFCM_VF_011208.pdf
- [10] Badiane S. D. (2019). Femmes et agriculture dans la forêt classée de Mbao (Dakar) : contribution à la préservation d'une forêt classée et d'une zone de moyens d'existence. *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, pp. 88-89. <https://riges-uao.net/wp-content/uploads/2024/04/Tire-a-part-5-Badiane-et-al.pdf>
- [11] Bamba I., Barima Y. S. S. & Bogaert J. (2010b). Influence de la densité de la population sur la structure spatiale d'un paysage forestier dans le bassin du Congo en R. D. Congo. *Tropical Conservation Science*, 3 (1), pp. 31-44. https://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v3/10-03-29_31-44_bamba_et_al.pdf
- [12] Bamba I., Mama A., Neuba D. F. R., Koffi K. J., Traoré D., Visser M., Sinsin B., Lejoly J. & Bogaert J. (2008). Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). *Sciences & Nature*, 5 (1), pp. 49-60. <https://bioone.org/journals/Tropical-Conservation-Science/volume-3/issue-1/194008291000300104/Influence-de-la-densite%C3%A9-de-la-population-sur-la-structure/10.1177/194008291000300104.full>
- [13] Bamba I., Yedmel M. S. & Bogaert J. (2010a). Effets des Routes et des Villes sur la forêt Dense dans la Province Orientale de la République Démocratique du Congo. *European Journal of Scientific Research*, 43 (3), pp. 417-429.
- [14] Banque Mondiale (2015). Rapport sur le développement dans le monde 2015. Pensée, société et comportement, Washington, pp. 13-16.
- [15] 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 et Forêts des Tropiques*, 299 (1), pp.15-25. <https://doi.org/10.19182/bft2009.299.a20419>
- [16] Barima Y. S. S., Barbier N., Ouattara B. & Bogaert J. (2010). Relation entre la composition floristique et des indicateurs de la fragmentation du paysage dans une région de transition forêt-savane ivoirienne. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14 (4), pp. 617-625. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113038666>
- [17] Barima Y. S. S., Kouakou A. T. M., Bamba I., Sangne Y. C., Godron M., Andrieu J. & Bogaert, J. (2016). Cocoa crops are destroying the forest reserves of the classified forest of Haut-Sassandra (Ivory Coast). *Glob. Ecol. Conserv.*, 8, pp.85-98. <https://hal.science/hal-03101196/file/1-s2.0-S2351989416300774-main.pdf>

- [18] Bogaert J. & Halleux J.-M. (2015). *Territoires périurbains : développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud*. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 306p. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/191395/1/Chap1.pdf>
- [19] Bogaert J. & Mahamane A. (2005). Ecologie du paysage : Cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Ann. Sci. Agron. Bénin*, **7** (1), pp. 39-68.
- [20] Bogaert J. (2003). Lack of agreement on fragmentation metrics blurs correspondence between fragmentation experiments and predicted effects. *Conservation Ecology*, **7** (1), 5p.
- [21] Bogaert J., Bamba I., Koffi K. J., Sibomana S., Djibu J.-P. K., Champluvier D., Robbrecht E., De Cannière C. & Visser M. N. (2008). Fragmentation of Forest Landscapes in Central Africa : Causes, Consequences and Management. In : Laforteza R., Chen J., Sanesi G. & Crow Th. R., eds. *Patterns and Processes in Forest Landscapes*, Springer Science+Business Media B.V., pp. 67-82.
- [22] Bogaert J., Barima Y. S. S., Ji J., Jiang H., Bamba I., Iyongo Waya Mongo L., Mama A., Nyssen E., Dahdouh-Guebas F. & Koedam N. (2011b). A Methodological Framework to Quantify Anthropogenic Effects on Landscape Patterns. In : Hong S.-K., Wu J. & Nobukazu Nakagoshi J.-E. K., eds. *Landscape Ecology in Asian Cultures, Ecological Research Monographs*, Springer, New York, pp. 141-160.
- [23] Bogaert J., Barima Y. S. S., Mongo L. I. W., Bamba I., Mama A., Toyi M. & Laforteza R. (2011a). Forest Fragmentation : Causes, Ecological Impacts and Implications for Landscape Management. In : Li C., Laforteza R. & Chen J., eds. *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation, Higher Education Press*, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 273-291.
- [24] Bogaert J., Biloso A., Vranken I. & André M. (2015). Peri-urban dynamics : landscape ecology perspectives. In : Bogaert J. & Halleux J.-M., eds. *Territoires périurbains : développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud*. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, pp. 63-74.
- [25] Bogaert J., Ceulemans R. & Salvador-Van Eysenrode D. (2004). Decision Tree Algorithm for Detection of Spatial Processes in Landscape transformation. *Environmental Management*, **33** (1), pp. 62-73. http://www.conefor.org/files/usuarios/Bogaert_et_al_2004.pdf
- [26] Bogaert J., Vranken I. & Andre M. (2014). Anthropogenic effects in landscapes : historical context and spatial pattern. In : Hong S.-K., Bogaert J. & Qin M., eds. *Biocultural Landscapes*, Springer Science+Business Media Dordrecht, pp. 89-112. https://www.researchgate.net/publication/281281029_Anthropogenic_Effects_in_Landscapes_Historical_Context_and_Spatial_Pattern
- [27] Burel F. & Baudry J. (2003). *Landscape Ecology : Concepts, Methods and Applications*. Enfield (NH) : Science Publishers, Inc., 362p. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781439844175_A38245014/preview-9781439844175_A38245014.pdf
- [28] Chen W., Zeng J., Chu Y. et Liang J. (2021). Impacts of Landscape Patterns on Ecosystem Services Value : A Multiscale Buffer Gradient Analysis Approach. *Remote Sens.*, **13** (13), 30p. <https://doi.org/10.3390/rs13132551>
- [29] Clark L. E. & Sunderland T. C. H. (1999). A Regional Market Survey of the Non-Wood Forest Products traded in Central Africa. In : Sunderland T. C. H., Clark L. E. & Vantomme P., eds. *Non-Wood Forest Products of Central Africa : current research issues and prospects for conservation and development*, FAO, pp. 207-210.
- [30] Collinge S. K. (1996). Ecological consequences of habitat fragmentation : implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, **36** (1), pp. 59-77. https://www.researchgate.net/publication/223563064_Ecological_consequences_of_habitat_fragmentation_Implications_for_landscape_architecture_and_planningb
- [31] Collinge S. K. (1998). Spatial arrangement of habitat patches and corridors : clues from ecological field experiments. *Landscape Urban Planning*, **42** (1), pp. 157-168. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204698000851>
- [32] Conway D., Li C., Wolch J., Kahlé C. & Jerrett M. (2010). A spatial autocorrelation approach for examining the effects of urban greenspace on residential property values. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, **41** (2), pp. 150-169.
- [33] Dale V. H., Offerman H., Frohn R. & Gardner R. H., (1994). Landscape characterization and biodiversity research. In : Boyle T. J. B. & Boontawee B., eds. *Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forests*. Center for International Forestry Research, Bogor, pp. 47-66. <https://www.osti.gov/servlets/purl/32569>
- [34] Davidson C. (1998). Issues in measuring landscape fragmentation. *Wildlife Society Bulletin*, **26** (1), pp. 32-37.

- [35] Deng J. S., Wanga K., Hong Y. & Qi J. G. (2009). Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning*, **92**, pp. 187-198. <https://hydros.ou.edu/files/publications/2009/Spatio-temporal%20dynamics%20and%20evolution%20of%20land%20use%20change%20and%20landscape%20pattern%20in%20response%20to%20rapid%20urbanization.pdf>
- [36] Direction de la Prévision et de la Statistique (1993). Recensement général de la population et de l'habitat de 1988. p. 9. <https://www.ansd.sn/sites/default/files/2024-02/rapport%20rgph%201988-3.pdf>
- [37] Décamps H. (2004). L'écologie du paysage ou l'ambition paysagère de l'écologie. *Lettre de l'Institut Français de la Biodiversité*, **5**, p. 2.
- [38] Dramé A. F., Ndiaye S., Djighaly I. P. (2023). Caractérisation de la dynamique paysagère du Bassin rizicole de Bakoum (Région de Sédhiou/Sénégal). *Revue Ecosystèmes et Paysages*, **3** (1), pp. 167–181 https://www.researchgate.net/publication/372889459_Caracterisation_de_la_dynamique_paysagere_du_Bassin_rizicole_de_Bakoum_Region_de_Sedhiou_Senegal
- [39] Escobedo F. J., Kroeger T. & Wagner J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation : Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, **159** (8–9), pp. 2078-2087.
- [40] Fortin M.-J. (2002). Spatial Analyses in Ecology : statistical and landscape scale issues. *Ecoscience*, **9** (2), p. 3.
- [41] Irifi H., & Tribak A. (2025). Dynamics of forest landscapes associated with bours crops in Morocco's High Atlantic Atlas (case of the lower Oued Tamri valley). *Revista de Estudios Andaluces*, (50), pp. 153-184. <https://revistascientificas.us.es/index.php/REA/article/view/27743/24763>
- [42] Haila Y. (2002). A conceptual genealogy of fragmentation research : from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications*, **12** (2), pp. 321-334. https://www.researchgate.net/publication/201998053_A_Conceptual_Genealogy_of_Fragmentation_Research_From_Island_Biogeography_to_Landscape_Ecology
- [43] Hobbs R. J. (1999). Clark Kent or Superman : Where Is the Phone Booth for Landscape Ecology ? In : Klopatek J. M. & Gardner R. H., eds. *Landscape ecological analysis : Issues and applications*. Springer Science+Business Media, LLC, New York, pp. 11-23.
- [44] Jim C. Y. & Chen W. Y. (2006). Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China). *Environmental Management*, **38** (3), pp. 338-349. https://www.researchgate.net/publication/7031022_Perception_and_Attitude_of_Residents_Toward_Urban_Green_Spaces_in_Guangzhou_China
- [45] Kim J.-K., Li W., Newman G., Kil S.-H. & Park S. Y. (2018). The Influence of Urban Landscape Spatial Patterns on Single-Family Property Values. *Environ Plan B Urban Anal City Sci.*, **45** (1), pp. 26-43.
- [46] Landis J. R. & Koch G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, **33** (1), pp. 159-174.
- [47] Le Bris E. (1998). *Populations et développements : une approche globale et systémique*. Paris : L'Harmattan, pp. 297-356. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021347.pdf
- [48] Li W. & Saphores J.-D. M. (2012). A spatial hedonic analysis of the value of urban land cover in the multifamily housing market in Los Angeles, CA. *Urban Studies*, **49** (12), pp. 2597-2615. https://www.researchgate.net/publication/258199124_A_Spatial_Hedonic_Analysis_of_the_Value_of_Urban_Land_Cover_in_the_Multifamily_Housing_Market_in_Los_Angeles_CA
- [49] Long N. & Tonini B. (2012). Les espaces verts urbains : étude exploratoire des pratiques et du ressenti des usagers. *Vertigo*, **12** (2), 18p. <https://journals.openedition.org/vertigo/12931>
- [50] Mama A., Oumorou M., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J. (2020). Anthropisation des paysages naturels des aires protégées au Bénin : Cas de la Forêt Classée de l'Alibori supérieur (FC-AS). *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, **11** (2), pp. 117-125. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/288442/1/mama_ajiras_2020.pdf
- [51] Mama A., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J. (2013). Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicultura*, **31** (1), pp. 78-88. <http://www.tropicultura.org/text/v31n1/78.pdf>
- [52] FAO. 2010. Forêt urbaine et périurbaine en Afrique. Quelles perspectives pour le bois-énergie ? Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°4, Rome 95p. https://agritrop.cirad.fr/564151/1/document_564151.pdf
- [53] Mama J. V. et Oloukoi J., 2003. Évaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. *Télétection*, **3** (5), pp. 429-441. https://www.researchgate.net/publication/325120156_EVALUATION_DE_LA_PRECISION_DES_TRAITEMENTS_ANALOGIQUES_DES_IMAGES_SATELLITAIRES_DANS_L'ETUDE_DE_LA_DYNAMIQUE_DE_L'OCCUPATION_DU_SOL

- [54] Maréchal J., Useni S. Y., Bogaert J., Munyemba K. F. & Mahy G. (2018). La perception par des experts locaux des espaces verts et de leurs services écosystémiques dans une ville tropicale en expansion : le cas de Lubumbashi. In : Bogaert J., Colinet G. & Mahy G., eds. *Anthropisation des paysages katangais*. Gembloux, Belgique : Presses Universitaires de Liège-Agronomie-Gembloux, pp. 59-69. <https://popups.uliege.be/2295-8010/pdf.php?id=1655>
- [55] McGarigal K. et Marks B. J., 1995. FRAGSTATS : spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351. <https://andrewsforest.oregonstate.edu/sites/default/files/iter/pubs/pdf/pub1538.pdf>
- [56] Morancho A. B. (2003). A hedonic valuation of urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, **66** (1), pp. 35-41. https://www.researchgate.net/publication/228882080_A_hedonic_valuation_of_urban_green_areas
- [57] Muteya H. K., (2025). Déforestation et dégradation du miombo dans l'écorégion zambézienne : dynamique spatiotemporelle et impacts des pressions anthropiques dans le bassin de production de charbon de bois de Lubumbashi (Haut-Katanga, RD Congo). Thèse de doctorat, Gembloux Agro-Bio Tech – ULiège, Gembloux, BE et Faculté des Sciences Agronomiques – UNILU, 349p. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/333828/1/Th%C3%A8se-H%C3%A9ritier%20KHOJI%20MUTEYA-2025%20-%20ULIEGE-Final.pdf>
- [58] Ndiaye I. (2015). Étalement urbain et différenciation sociospatiale à Dakar (Sénégal). *Cahiers de géographie du Québec*, **59** (166), pp. 47-69. <https://www.erudit.org/en/journals/cgq/2015-v59-n166-cgq02298/1034348ar/>
- [59] Ndiaye M., Manga A., Diop C. & Sagna P. (2024). Evolution spatiale du bassin maraîcher Sud des Niayes méridionales à Dakar (Sénégal) dans un contexte de variabilité pluviométrique. *Revue Internationale du chercheur*, **5** (1), pp. 900-924. <https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/905/769>
- [60] Ngom A. (2018). Problématique de la mise en valeur des espaces classés littoraux : le cas de la forêt de Mbao. Mémoire de Master, Chaire UNESCO : Gestion Intégrée et Développement Durable du Littoral ouest africain (GIDEL), Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, p. 130.
- [61] Nowak D. J. & Dwyer J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In : Kuser J. E., ed. *Urban and Community Forestry in the Northeast*, Springer Netherlands, pp. 25-46. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-4289-8_2
- [62] OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques)/Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (2020). *Africa's Urbanisation Dynamics 2020 : Africapolis, Mapping a New Urban Geography*. Paris : OCDE, pp. 14-16. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/b6bccb81-en.pdf?expires=1728910291&id=id&accname=guest&checksum=AFD99B3BA3C8EDDF89D0DE78492DE99D>
- [63] O'Neill R. V., Krummel J. R., Gardner R. H., Sugihara G., Jackson B., DeAngelis D. L., Milne B. T., Turner M.G., Zygmunt B., Christensen S. W., Dale V. H. & Graham R. L. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, **1** (3), pp. 153-162. https://www.researchgate.net/publication/226109623_Indices_of_Landscape_Pattern
- [64] O'Neill R. V., Riitters K. H., Wickham J. D. & Jones K. B. (1999). Landscape pattern metrics and regional assessment. *Ecosystem Health*, **5** (4), pp. 225-233. https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_oneil003.pdf
- [65] Papillon P. & Dodier R. (2011). Les forêts périurbaines : des usages récréatifs à l'espace prophylactique. *Journal alpine research*, **99** (3), 12p. <https://journals.openedition.org/rga/1562>
- [66] Payton S., Lindsey G., Wilson J., Ottensmann J. R. & Man J. (2008). Valuing the benefits of the urban forest: A spatial hedonic approach. *Journal of Environmental Planning and Management*, **51** (6), pp. 717-736. <https://core.ac.uk/reader/46958160>
- [67] Peltre P., 2003. « Les densités de population ». *Population et développement durable*, IRD Éditions, p.14. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.7768>
- [68] Pontius R. G., 2000. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, **66** (8), pp. 1011-1016. <https://journals.openedition.org/vertigo/20249>
- [69] Risser P. G. (1999). Landscape Ecology : Does the Science Only Need to Change at the Margin ? In : Klopatek J. M. & Gardner R. H., eds. *Landscape ecological analysis : Issues and applications*. Springer Science+Business Media, LLC, New York, pp. 3-10. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-0529-6_1
- [70] Sama A., Ramdé Z., Ouédraogo P. C., Sikuzani Y. U., Salomon W., Dipama J.-M. & Bogaert J. (2023). Pression anthropique et dynamique de l'occupation du sol autour du corridor n°1 du complexe écologique Pô-NazingaSissili au Burkina Faso. *Tropicultura*, **41** (2200), 20p. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/326069/1/Pression-anthropique-et-dynamique-de-l'occupation-du-sol-autour-du-corridor-n1-du-complexe-cologique-P-Nazinga-Sissili-au-Burkina-Faso.pdf>

- [71] Sambieni K. R. (2020). Dynamique du paysage de la ville province de Kinshasa sous la pression de la périurbanisation : l'infrastructure verte comme moteur d'aménagement. Thèse doctorale en cotutelle, École Régionale post-universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ÉRAIFT), R. D. Congo, et Université de Liège (ULIEGE), Belgique, p. 35. https://www.researchgate.net/profile/Kouagou_Sambieni/publication/340342911_Dynamique_du_paysage_de_la_ville_province_de_Kinshasa_sous_la_pression_de_la_periurbanisation_l'infrastructure_vert_e_comme_moteur_d'amenagement/links/5fe474ee45851553a0e75e63/Dynamique-du-paysage-de-la-ville-province-de-Kinshasa-sous-la-pression-de-la-periurbanisation-l'infrastructure-verte-comme-moteur-damenagement.pdf
- [72] Sambieni K. R., Useni Y. S., Cabala S. K., Biloso A. M., Munyemba F. K., Lelo F. N., Occhiuto R. & Bogaert J. (2018). Les espaces verts en zones urbaines et périurbaines de Kinshasa en République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, **36** (3), pp. 478-491. <http://www.tropicultura.org/text/v36n3/478.pdf>
- [73] Sander H. A. & Polasky S. (2009). The value of views and open space : Estimates from a hedonic pricing model for Ramsey County, Minnesota, USA. *Land Use Policy*, **26** (3), pp. 837-845.
- [74] Saphores J.-D. & Li W. (2012). Estimating the value of urban green areas : A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA. *Landscape and Urban Planning*, **104** (3-4), pp.373-387. https://www.researchgate.net/publication/266910866_Estimating_the_Value_of_Urban_Green_Areas_A_Hedonic_Pricing_Analysis_of_the_Single_Family_Housing_Market_in_Los_Angeles_CA
- [75] Streiner D. L., Norman G. R. & John Cairney (1989). *Health Measurement Scales : A Practical Guide to their Development and Use*. Oxford University Press, UK, 175p.
- [76] Thiaw A. D. (2008). Espace commun et dynamiques croisées sur l'axe Dakar-Thiès : la forêt et la ville. Thèse de 3ème cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, p. 269.
- [77] Useni Y. S., Khoji H. M. & Bogaert J. (2020). Miombo woodland, an ecosystem at risk of disappearance in the Lufira Biosphere Reserve (Upper Katanga, DR Congo) ? A 39-years analysis based on Landsat images. *Global Ecology and Conservation*, **24**, 15p. https://www.researchgate.net/publication/345031962_Miombo_woodland_an_ecosystem_at_risk_of_disappearance_in_the_Lufira_Biosphere_Reserve_Upper_Katanga_DR_Congo_A_39-years_analysis_based_on_Landsat_images
- [78] Useni Y. S., Khoji H. M., Languu S., Gerardy A. & Bogaert J., (2019). Amplification of Anthropogenic Pressure Heavily Hampers Natural Ecosystems Regeneration within the Savanization Halo Around Lubumbashi City (Democratic Republic of Congo). *Int. J. Environ. Sci. Nat. Res.*, **17** (2), 9p. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/233404/1/Useni%20et%20al.%202019.pdf>
- [79] Vernon H. (2002). Urbanization in Developing Countries. *The World Bank Research Observer*, **17** (1), pp. 89-112. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/743171468151775418/pdf/766680JRN0WBRO00Box374385B00PUBLIC0.pdf>
- [80] Véron J. (2018). Les défis de l'urbanisation dans les pays du Sud. *Revue internationale et stratégique*, **4** (112), pp. 119-127. <https://shs.cairn.info/revue-internationale-et-strategique-2018-4-page-119?lang=fr&ref=doi>
- [81] Wade T. G., Riitters K. H., Wickham J. D & Jones K. B. (2003). Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology*, **7** (2), 16p. <https://www.ecologyandsociety.org/vol7/iss2/art7/>
- [82] Zoungrana A., Visser M., De Cannière C., Ouédraogo P. C., Bationo B. A. & Traoré S. (2023). Influence des changements agraires sur la dynamique paysagère autour des aires protégées du complexe Pô-Nazinga-Sissili au Burkina Faso. *Tropicultura*, **41** (2280), 22p. <https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=2280>