

Dynamique spatio-temporelle du massif forestier de Kaka dans la Commune Rurale de Siby au Mali

Spatio-temporal dynamic of the Kaka forest massif in the rural commune of Siby in Mali

¹SISSOKO Mamadou, ²COULIBALY Oumar, ³BENGALY Souleymane et ⁴TESSOUGUE Moussa dit Martin

Résumé

L'Afrique a été frappée ces dernières années par les effets néfastes du changement climatique causés en grande partie par les actions anthropiques. La croissance urbaine de la ville de Bamako, continue d'affecter négativement les zones périphériques entraînant une dégradation progressive des formations forestières. Cette étude analyse la dynamique spatio-temporelle du massif forestier de Kaka de 1990 à 2020. La méthodologie utilisée comprend un inventaire floristique et une étude diachronique à travers l'analyse et l'interprétation des images satellitaires du massif forestier de Kaka. Les résultats montrent une prédominance de la famille des Fabaceae et des Combretaceae. Les espèces dominantes sont *Terminalia macroptera* (wolo) avec 802 pieds, *Vittellaria paradoxa* (shi) avec 299 pieds et *Entada africana* (sama nere) avec 122 pieds. Au total, dans le massif forestier de Kaka, on dénombre : 22 familles, 70 espèces et 2244 pieds. Le massif de kaka présente une grande richesse spécifique avec un indice de diversité de Shannon de 2,73 et une équitabilité de Pielou faible de 0,3. L'évaluation de la dynamique spatio-temporelle du massif de Kaka de 1990 à 2020 indique une nette régression de la végétation, des plans d'eau avec respectivement un taux de 25,84 % et 6,90%. Par conséquent, les sols nus ont continué à progresser au cours de la même période avec un taux de 32,50 %. La surexploitation des ressources naturelles et les effets négatifs du réchauffement climatique demeurent des défis écologiques majeurs à relever sur l'ensemble de la périphérie de Bamako.

Mots clés : Massif forestier, dynamique, spatio-temporelle, diversité, Siby

Abstract

Over the last decades, adverse effects of climate change due to anthropogenic activities have struck Africa. The urban growth of Bamako city is impacting negatively the suburbs area leading to the gradual degradation of forests. This study aims to describe the spatio-temporal dynamic of the Kaka forest massif from 1990 to 2020. The methodology used involved floristic inventory and diachronic study through the analysis and interpretation of satellite images of the Kaka forest massif. The results show a predominance of Fabaceae and Combretaceae families. The dominant species are *Terminalia macroptera* (wolo) with 802 individuals, *Vittellaria paradoxa* (shi) with 299 individuals and *Entada africana* (sama nere) with 122 individuals. In total, the site of Kaka has 70 species, 22 families and 2244 individuals. The Kaka massif shows a high species richness with a Shannon diversity index of 2.73 and a low pielou equitability of 0.3. The evaluation of the spatial and temporal dynamic of the Kaka forest massif from 1990 to 2020 indicates a net decrease of vegetation and water body at a rate of 25.84 % and 6.90 % respectively. Therefore, the bare land has continued to increase during the same period with a rate of 32.50%. Nowadays, the overexploitation of natural resources and the negative effects of global warming remain major ecological challenges to be met in the vicinity of Bamako.

Keywords: Forest Massif, dynamics, spatiotemporal, diversity, rural commune of Siby

Introduction

Au cours de ces dernières décennies, les sècheresses récurrentes, le réchauffement climatique et la pression anthropique ont particulièrement éprouvé les écosystèmes sahéliens avec des conséquences extrêmement graves pour les populations (A.K.DAIBA et al., 2021, p.182). La baisse des revenus agricoles a entraîné dans les campagnes un exode massif des jeunes vers les centres urbains (I.OUATTARA et al., 2019, p.140). Ce dépeuplement des zones rurales entraîne la misère et une ruée vers l'exploitation des ressources naturelles. Cette pression se traduit par une surexploitation des ressources ligneuses pour la production du charbon de bois, le bois de chauffe et le bois d'œuvre (FONABES, 2017, p.20). La destruction du couvert végétal est corrélée à l'augmentation croissante de la population et aux activités de subsistance des populations rurales (agriculture, élevage, exploitation forestière, bois énergie, etc.) qui très souvent se produit au détriment des forêts (H.DIALLO et al., 2011, p.103). A cela s'ajoute, l'utilisation des techniques de cultures extensives nécessitant un défrichement important des superficies forestières. Chaque année des milliers d'hectares de forêts sont exploités pour l'agriculture (G.KISSINGER et al., 2013, p.11).

La politique de décentralisation initiée dans les années 1990 au Mali, par la loi n° 93-004, selon S.LANGUILLE (2010, p.147) a mis la question forestière au cœur des préoccupations en associant les communautés villageoises à travers une gestion participative (D.GAUTIER & B.HAUTDIDIER, 2012, p.72). Cette politique permettra aux populations riveraines de tirer un grand profit de l'exploitation forestière mais aussi susciter des conflits internes villageois (D.Gautier et al., 2008, p.4). Pour ces populations, les ressources naturelles seront désormais considérées comme des richesses inépuisables et facilement accessibles (MEATU, 2000, p.60).

Au même moment, l'extension spatiale de la ville de Bamako a continué d'exercer une forte pression sur les ressources naturelles de façon générale et particulièrement les ressources ligneuses pour assurer l'approvisionnement des populations citadines en bois d'énergie (P.MONTAGNE & J-P.LAUDE, 2018, p.36). Pour pallier la destruction croissante des forêts et mieux organiser la production afin de favoriser la régénération rapide des espèces végétales, l'Etat du Mali a créé des centaines de marchés ruraux de bois autour des massifs forestiers de Bamako en contractualisant leur gestion avec les communautés locales (B.HAUTDIDIER, 2007, p.92; B.HAUTDIDIER et al., 2004, p.291). Cette forme de gestion devrait permettre à la fois la conservation desdits massifs et la satisfaction des besoins énergétiques et monétaires des utilisateurs dans le cadre d'une gestion communautaire des ressources des terroirs (T.HILHORST, 2008, p.19). La politique a aussi favorisé la préservation de certaines aires

protégées par l'usage des techniques modernes de conservation dans la périphérie de Bamako (O. COULIBALY et al., 2021, p.83; M.M.TESSOUGUE & O.COULIBALY, 2021, p.124). De nos jours, au regard de nombreuses politiques de conservation des forêts aux alentours de Bamako, elles font l'objet de nombreuses sollicitations de la part des agriculteurs, des éleveurs, des spéculateurs fonciers, des orpailleurs et des exploitants de bois (B.A.MAIGA et al., 2020, p.36).

De nombreuses études ont été conduites dans la zone sur la gouvernance et la gestion des ressources naturelles notamment celles de T.BIHAN (2021, p.17); R.PELTIER, (2019, p.8) ; K.DEMBELE et al., (2022, p.1751), mais rarement sur la diversité floristique des superficies forestières. Le massif forestier de Kaka dans la commune rurale de Siby, objet du présent article, est un écosystème fortement fragilisé par les effets cumulés des changements climatiques, de la spéculation foncière et des diverses pressions anthropiques.

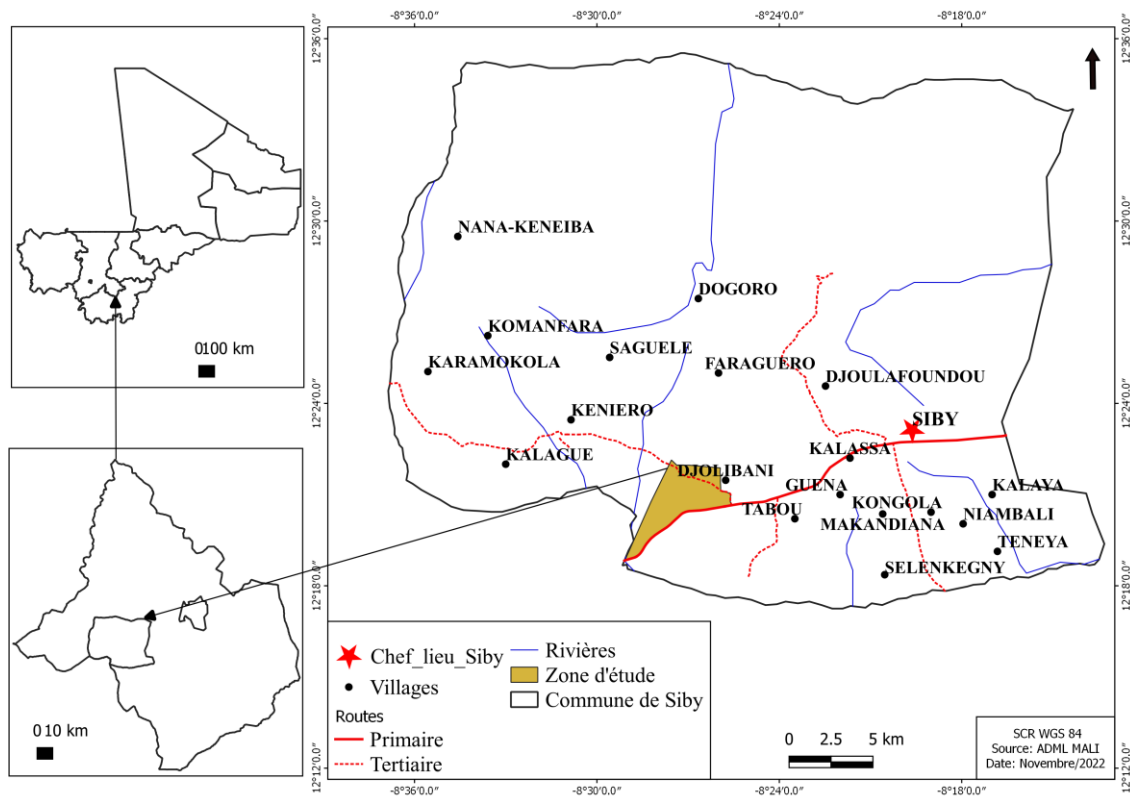
Cet article analyse l'évolution spatio-temporelle de la couverture végétale en mettant l'accent sur la diversité des ressources ligneuses. Il cerne, la dynamique de l'évolution du massif forestier de Kaka après trois décennies de gestions communautaires. Il est tout à fait normal que l'inventaire dendrométrique et l'analyse de la dynamique et de la diversité des ressources puissent servir de base aux programmes de restauration et d'aménagement de ces écosystèmes. Aujourd'hui, une meilleure politique de gestion des ressources ligneuses dans la périurbaine de Bamako s'impose pour une meilleure conservation de l'environnement afin de promouvoir le développement durable.

1. Données et Matériels

1.1 Présentation de la zone d'étude

Le massif forestier de Kaka est situé au Sud de la commune de Siby dans le Cercle de Kati et dans la région de Koulikoro. Le village de Kaka est situé à près de 65 km au sud-ouest de Bamako. La Commune de Siby s'étend sur 1 001,25 km² et comprend 21 villages. La Commune rurale de Siby a été créée par la Loi n°96-054 du 04 novembre 1996. Elle fait partie des 37 communes du Cercle de Kati avec une population d'environ 24 255 habitants. La Commune rurale de Siby est une Collectivité Territoriale dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Elle fait l'objet de pression constante pour l'exploitation du bois énergie pour l'approvisionnement de la ville de Bamako. Elle est limitée : au Nord par les Communes de Bossofala et de Dombila à l'Est par la Commune de Mandé ; au Sud par les Communes de Narena et de Bancoumana ; à l'Ouest par la Commune de Sobra (Figure 1).

Figure 1 : carte de localisation du massif forestier de Kaka



La zone est un vaste plateau accidenté issu du prolongement du mont manding, constitué de roches cristallines et de roches gréseuses. Cet ensemble est recouvert par endroits de la latérite et du sable en des altitudes d'environ 600 m. Les Monts Mandingues, constituent l'essentiel des hauteurs orientées du Sud au Nord. Ils s'allongent sur 150 km en balayant la Région d'Est en Ouest. Leur altitude décroît progressivement de la frontière guinéenne au cercle de Kati où disparaissent les derniers chaînons (BVG, 2021, p.2).

Le climat est de type soudano-sahélien caractérisé par des températures moyennes élevées, une saison humide courte de 4 à 5 mois (juin à octobre) et une longue saison sèche de 6 à 8 mois (octobre à juin). Les précipitations moyennes décroissent du Sud vers le Nord de la commune. Le déplacement de deux masses d'air régit le passage d'une saison à l'autre. Il s'agit de l'harmattan, un vent sec venant du Sahara (anticyclone saharien) et la mousson, un vent humide provenant du golfe de guinée (anticyclone de sainte Hélène).

Les précipitations annuelles atteignent souvent 1000 mm avec une température moyenne annuelle autour de 24° C.

La zone de Kaka est caractérisée par un large éventail de formations végétales qui varie du Nord au Sud en fonction des sols et de la pluviométrie. Elle est marquée par la forêt claire (zone soudano guinéenne) à la savane arbustive. Le potentiel fourrager est caractérisé par un tapis

graminéen dominé par *Loudetia togoensis* sur des terres cuirassées (terres latéritiques dures), et *Schoenefeldia gracilis* sur les terres rocheuses. Les herbacées, soumises aux feux de brousse et au surpâturage, laissent seulement quelques traces de leur présence peu abondante en cette période de fin de saison des pluies. Ainsi, l'observation de la flore de la zone a fait ressortir un certain nombre d'espèces ligneuses dont les fréquences varient considérablement par endroits. Les espèces les plus représentées sont : *Borassus aethiopum*, *Tectona grata*, *Vitellaria paradoxa*, *Eucalytus camadulensus*, *Azadirachta indica*, *Bombax costatum*, *Lannea sp*, *Manguifera indica*, *Parkia biglobosa*.

L'économie repose sur l'agriculture, pratiquée par la très grande majorité de la population des villages des communes rurales de la zone. Ce secteur dans son ensemble est tributaire des aléas climatiques.

L'élevage est de type extensif. Il contribue toutefois à l'atteinte de la sécurité alimentaire à travers la production de viande, de lait, d'œufs. Par intégration à l'agriculture, l'élevage contribue à l'augmentation et la productivité agricole (culture attelée, fertilisation des sols).

La commune de Siby dispose de grandes potentialités naturelles, historiques et culturelles tant pour le tourisme international que le tourisme national : excursions vers les sites touristiques du Mandé (arche de kamadjan, Fanfamba, les ruines des hauts fourneaux, etc.).

1.2 Méthodes et matériels

La rédaction du présent article a nécessité une revue documentaire portant sur l'état de l'environnement en général et des ressources forestières en particulier. Pour y parvenir, la Direction nationale des eaux et forêts, la mairie de la commune rurale de Siby ont été mises à contribution pour les recherches. Nous avons réalisé un inventaire forestier sur le massif de Kaka en 2011, puis réactualisé en 2019. Aussi, des analyses spatiales et statistiques inspirées de l'indice de Shannon ont été effectuées avec les données recueillies.

Pour l'inventaire, un recours aux placettes temporaires suivant un transect pour déterminer la composition floristique a été fait. Le travail a été effectué autour des placettes préalablement identifiées avec le GPS. Un rayon de 5m a été mesuré de part et d'autre du centre de chaque placette avec un ruban de 50m. La surface de la placette ($78,5 \text{ m}^2$) a été obtenue par la formule $S=\pi r^2$ ($\pi=3,14$ et r =la distance du rayon mesuré). La distance entre deux placettes est de 100 m. Les mesures ont concerné les espèces ligneuses de circonférence supérieure à 10 cm à hauteur de poitrine soit 1m 30 du sol (N.PICARD, 1990, p.6).

Pour les arbres à gros tronc présentant des contreforts, la circonférence au-dessus des contreforts a été mesurée avec un ruban métrique à 1,30 m du sol. Dans le cas des arbres à

tronc ramifié, toutes les ramifications ont également été mesurées (A. THIOMBIANO et al., 2016, p.23).

En revanche, les souches non mesurables, ayant un diamètre inférieur à 10 cm, considérées comme des brindilles ont fait l'objet d'un comptage systématique et ont été considérées comme régénération naturelle (S.CLAUDE & J-G.BERTAULT, 1989, p.4). Quant aux souches coupées, elles montrent le degré d'exploitation de la végétation du massif.

Cette méthode a l'avantage de pouvoir se réaliser avec peu de main d'œuvre, trois personnes au maximum. Elle est très adaptée et permet d'économiser du temps et de l'argent tout en facilitant une évaluation rapide de l'état actuel des forêts (A. Thiombiano et al., 2016,p.28).

Le matériel à disposition comprend :

- Un GPS pour s'orienter et obtenir les coordonnées géographiques des différents points;
- un ruban de 5m et de 50m pour mesurer les distances et les troncs d'arbres ;
- des piquets ou jalons pour la délimitation des différentes placettes ;
- des fiches d'inventaire et des crayons pour enregistrer les informations collectées ;
- une fiche comportant le nom des essences de la zone pour identifier les espèces rencontrées.

Concernant, l'étude diachronique, les images satellitaires ont été téléchargées sur le site <https://earthexplorer.usgs.gov/>. L'étude spatio-temporelle du massif de Kaka a concerné une série de données Landsat (1990, 2000, 2020) de l'ensemble du massif forestier de Kaka. Ces dates ont été maintenues en fonction de la disponibilité et de la qualité des images. Les données satellitaires utilisées pour la classification des unités du paysage ont été extraites des images Landsat pendant la saison sèche pour minimiser l'effet des nuages. La classification a été répartie en trois classes que sont : les plans d'eau, la végétation, et les sols nus y compris le bâti. L'étude s'étale sur 30 ans d'observation avec des dates clés comme : 1990, 2000 et 2020. Les images Landsat 1990 (TM) et 2000 (ETM+) appartiennent au path 199, Row 51 (tableau 1). Celles de 2020, concernent une image Landsat OLI (Operational Land Imager). Toutes ces images ont été obtenues sur le même site et projetées par le même système de référence Datum WGS84 dans la zone 29 avec une résolution de 30 m.

Tableau 1 : Caractéristique des images Landsat

N°	Type de données	Zone	Format	Résolution	Date	Source	Utilité
1	Image Landsat TM	29	Tiff	30m	1990	USGS	Carte d'occupation du sol en 1990
2	Image Landsat ETM+	29	Tiff	30m	2000	USGS	Carte d'occupation du sol en 2000
3	Image Landsat Oli	29	Tiff	30 m	2020	USGS	Carte d'occupation du sol en 2020

1.2 Traitement des données

1.3.1. Inventaire forestier

Les données de l'inventaire forestier ont été enregistrées dans le logiciel Excel. Le calcul de la diversité des espèces a été fait en appliquant la formule mathématique de l'indice de Shannon (C.E.SHANNON, 1948, p.392). Les deux principales techniques de mesures de diversité sont la richesse spécifique et l'équitabilité de Pielou (B.KEBEDE et al., 2016, p.395). L'utilisation de cette formule a l'avantage d'obtenir beaucoup d'informations sur les forêts notamment la composition, l'abondance et l'uniformité (J.I.AMONUM et al., 2019, p.4; C.ZIMUDZI et al., 2013, p.20). La formule est la suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i), \text{ d'où:}$$

H : indice de biodiversité de Shannon ;

p_i = l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'abondance d'une espèce présente ($p_i = n_i/N$) ;

n_i = le nombre d'individus dénombrés pour une espèce présente ;

N = le nombre total d'individus dénombrés, toute espèce confondue ;

S = le nombre total d'espèces présentes (richesse spécifique).

Ensuite, nous avons calculé l'équitabilité de Pielou pour déterminer le degré d'uniformité de la communauté végétale avec la formule suivante :

$$E = H / H_{\max} ;$$

H= indice de shannon ;

Hmax = ln(S) :

E= équitabilité de Pielou ;

H'max= la diversité maximale ;

S= Richesse spécifique (nombre d'espèce).

Cette formule détermine le degré de diversité atteint par rapport au maximum théorique. Elle varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce. Elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

1.3.2. Images Landsat

La méthode utilisée pour le traitement comporte plusieurs étapes qui reposent sur les techniques de la télédétection (composition colorée, classification supervisée et vectorisation) et des Systèmes d'Information Géographique pour les analyses spatiales.

Composition colorée

La composition colorée en fausses couleurs a été choisie avec les bandes suivantes : Image Landsat TM et ETM+ avec les bandes 4-3-2 et image Landsat OLI-TIRS soit les bandes 5-4-3.

Classification supervisée

Les parcelles d'entraînement ont été générées sur la plateforme de Google Earth et sur le terrain. Une grande partie de ces échantillons soit 80% est utilisée pour le traitement des images et les 20% pour la validation des résultats. En tenant compte des apparences numériques des images (valeurs de pixels, texture, forme, etc.) trois unités (végétation, les sols nus et les plans d'eau) ont été retenues. Le choix de la classification a concerné la technique de maximum de vraisemblance sous le logiciel de traitement d'images de télédétection ENVI, le plus utilisé par la communauté universitaire du fait de sa souplesse de configuration (C.E.CHURCHES et al. 2014, p.205). Les résultats issus de la classification de chaque image ont été tous acceptés avec une précision globale supérieure ou égale à 80 %. Ce seuil de précision globale est confirmé par un coefficient Kappa de plus de 0.80 pour tous les résultats. Ensuite, la superposition (à travers l'outil intersect) des 20% d'échantillons a validé en dernier lieu les scores d'indices (précision globale et coefficient Kappa).

Vectorisation

Dans cette étude, les images classifiées ont été vectorisées dans ENVI 5.1. Elles ont été ensuite exportées sous la forme Shapefile afin de faciliter une bonne manipulation et une bonne présentation des informations.

2. Résultats

2.1 Composition floristique

Les unités de relief du massif de Kaka sont dominées par deux types de famille de végétation. Il s'agit respectivement des *Fabaceae* et des *Combretaceae*. Les résultats de l'inventaire montrent clairement les espèces dominantes comme *Terminalia macroptera* (wolo en Bamanankan) avec 802 pieds, *Vitellaria paradoxa* (shi en Bamanankan) avec 299 pieds et *Entada africana* (sama nere en Bamanankan) avec 122 pieds. Au total, sur le site de Kaka, on dénombre : 22 familles, 70 espèces, et 2244 pieds (Tableau 2). Ces espèces sont recherchées par les populations pour le bois de chauffe, le charbon de bois, l'artisanat et la médecine traditionnelle.

Tableau 2 : Abondance des espèces végétales

No	Familles	Nbre d'espèces par familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires des espèces	Nbre de pieds
1	Anacardiaceae	5	<i>Lannea acida</i>	bembe	73
			<i>Lannea microcarpa</i>	m'pekuba	22
			<i>Lannea velutina</i>	Bakoro m'peku	29
			<i>Ozoroa insignis</i>	kara kari die	13
			<i>Sclerocarya birrea</i>	n'kunan	4
2	Annonaceae	2	<i>Annona senegalensis</i>	mande sunsun	14
			<i>Hexalobus monopetalus</i>	fukanâ, fugané	1
3	<u>Bignoniaceae</u>	1	<i>Stereospermum kunthianum</i>	more iri	3
4	Capparaceae	1	<i>Boscia salicifolia</i>	n'tontigui	1
			<i>Boscia senegalensis</i>	bere	1
5	Celastraceae	1	<i>Maytenus senegalensis</i>	n'gueke	3
6	<u>Chrysobalanaceae</u>	1	<i>Parinari curatellifolia</i>	tutu	2
7	Combretaceae	12	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	galama	71
			<i>Combretum glutinosum</i>	tiangara	81
			<i>Combretum lecardii</i>	n,demba fura	13
			<i>Combretum micranthum</i>	n'golobè	13
			<i>Combretum molle</i>	guaniaka	1
			<i>Combretum nigricans</i>	toufing	6

			<i>Combretum niroense</i>	n'kolobe koronpie	3
			<i>Guiera senegalensis</i>	gountie	9
			<i>Pteleopsis suberosa</i>	tereni	37
			<i>Terminalia avicennioides</i>	woloni die	5
			<i>Terminalia macroptera</i>	wolo muso	802
			<i>Combretum fragrans</i>	samabali	24
8	Ebenaceae	1	<i>Diospyros mespiliformis</i>	sunsun	15
9	Fabaceae	20	<i>Acacia macrostachya</i>	goni	35
			<i>Acacia seyal</i>	zadie	7
			<i>Albizia chevalieri</i>	golo yiri	1
			<i>Albizia malacophylla</i>	golo muso	5
			<i>Burkea africana</i>	siri	8
			<i>Cassia sieberiana</i>	sindian	1
			<i>Cordyla pinnata</i>	dougoura	14
			<i>Daniellia oliveri</i>	sanan	5
			<i>Dichrostachys cinerea</i>	giliki	82
			<i>Erythrina senegalensis</i>	n'den	4
			<i>Isoberlinia doka</i>	sho	58
			<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	sonioukou	11
			<i>Parkia biglobosa</i>	nere	3
			<i>Pericopsis laxiflora</i>	kolokolo	1
			<i>Piliostigma thonningii</i>	niama ba	43
			<i>Prosopis africana</i>	guele	1
			<i>Pterocarpus erinaceus</i>	guenou	72
			<i>Pterocarpus lucens</i>	dabakala	3
			<i>Tamarindus indica</i>	n'tomi	3
			<i>Detarium microcarpum</i>	tamba	57
10	<u>Lamiaceae</u>	1	<i>Vitex doniana</i>	koroba	2
11	Loganiaceae	2	<i>Strychnos innocua</i>	nkantoroni	3
			<i>Strychnos spinosa</i>	kankoro	9
12	Malvaceae	4	<i>Bombax costatum</i>	bumbun	14
			<i>Grewia bicolor</i>	nogo die	28

			<i>Grewia venusta</i>	nogonogofin	6
			<i>Sterculia setigera</i>	kungosira	16
13	<u>Meliaceae</u>	1	<i>Khaya senegalensis</i>	diala	1
			<i>Pseudocedrela kotschy</i>	sisina	3
			<i>Trichilia emetica</i>	pula finza	2
14	Mimosacées	1	<i>Entada africana</i>	sama nere	122
15	<u>Moraceae</u>	2	<i>Ficus cordata</i>	toro	3
			<i>Ficus sycomorus</i>	toro ba	2
16	Olacaceae	1	<i>Ximenia americana</i>	n'tonke	13
17	Papilionaceae	1	<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	muso sana	7
18	<u>Phyllanthaceae</u>	1	<i>Hymenocardia acida</i>	kalakari	2
19	<u>Polygalaceae</u>	1	<i>Securidaca longepedunculata</i>	dioro	2
20	<u>Rhamnaceae</u>	1	<i>Ziziphus mauritiana</i>	n'tomono	5
21	Rubiaceae	6	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	balembo	4
			<i>Feretia apodanthera</i>	jula sunkalani	25
			<i>Gardenia erubescens</i>	boure	11
			<i>Gardenia ternifolia</i>	boure ke	1
			<i>Mitragyna inermis</i>	n'djoun	2
			<i>Sarcocephalus latifolius</i>	baro	2
22	Sapotaceae	1	<i>Vitellaria paradoxa</i>	shi	299
Total	22	70	70	70	2244

Source : Enquêtes de terrain, 2020

2.2 Diversité des espèces

Selon l'étude des placettes, l'indice de diversité de Shannon pour le site de Kaka est de 2,73. Ce résultat montre une grande richesse floristique du site de Kaka car il va au-delà de la norme de 2,5 retenue comme le seuil de grande diversité. Quant à l'indice d'uniformité ou d'équitabilité de Pielou, il est de 0,3 soit 30%. Avec moins de 50%, la communauté végétale du site de Kaka est loin d'être uniforme. L'échelle de l'indice d'uniformité s'étend de 0 à 1. Plus le chiffre se rapproche de 1 plus l'uniformité de la communauté végétale est significative, le seuil de 1 désigne une uniformité totale. Le site de Kaka regorge d'une grande richesse spécifique des espèces végétales avec une couverture végétale moins uniforme.

L'inventaire a permis de dénombrer les espèces menacées dans le massif de Kaka (tableau 3). Au regard de la proximité avec la ville de Bamako, le massif fait l'objet de différents types d'exploitation (bois énergie, bois d'œuvre, vergers) pour la satisfaction des besoins urbains de la ville de Bamako.

Tableau 3 : Espèces menacées du massif de Kaka

Familles	Nom Scientifique	Noms vernaculaires
Moraceae	<i>Ficus capenses</i>	Toro
Rubiaceae	<i>Gardenia sokotensis</i>	boure ce
Annonaceae	<i>Hexalobus monopetalus</i>	Fugagna
Apocynaceae	<i>Leptadenia hastata</i> ,	Zognè
Opiliaceae	<i>Opilia celtidifolia</i>	korongue

Source : Enquêtes de terrain, 2020

2.3 Evolution spatio-temporelle du massif de Kaka

La classification des images satellitaires Landsat du massif de Kaka a permis de réaliser trois cartes d'occupation du sol. L'étude diachronique des trois classes (végétation, plans d'eau, sols nus y compris le bâti) a permis de déterminer la dynamique de l'évolution du massif forestier de Kaka. Les périodes d'observations concernent les années 1990, 2000 et 2020. Les résultats montrent de façon générale une régression du couvert végétal, des plans d'eau et une progression des sols nus. Dans les années 1990 (Figure 2), la végétation et les cours d'eau étaient abondants. En 2000 (Figure 3), nous assistons à une diminution progressive des deux classes avec une magnitude plus accentuée pour les points d'eau.

Figure 2 : carte d'occupation du sol de 1990 **Figure 3 : carte d'occupation du sol de 2000**

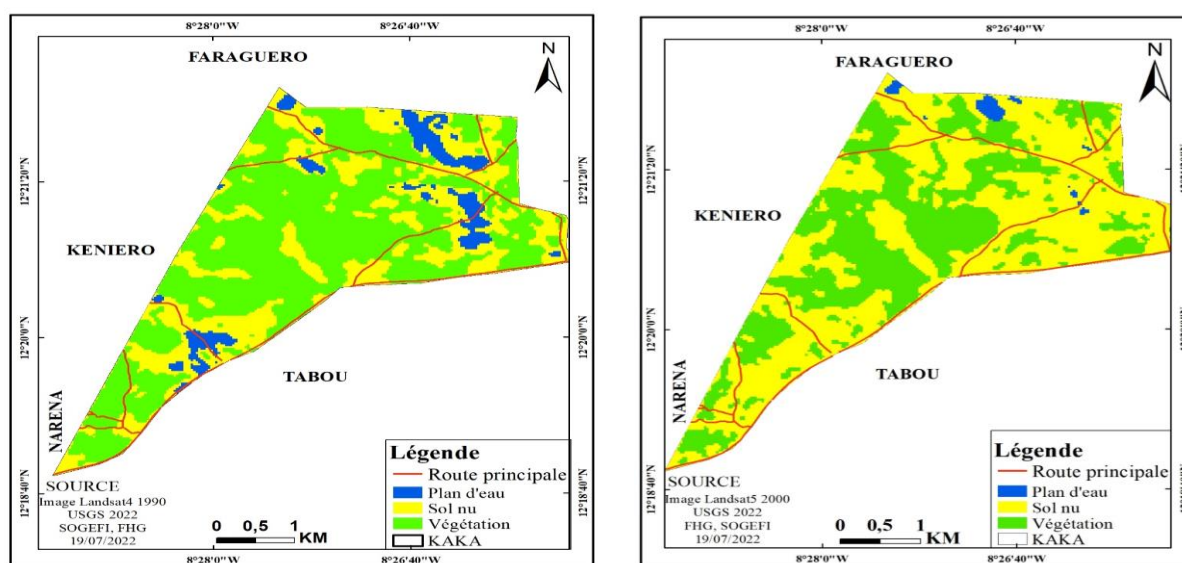
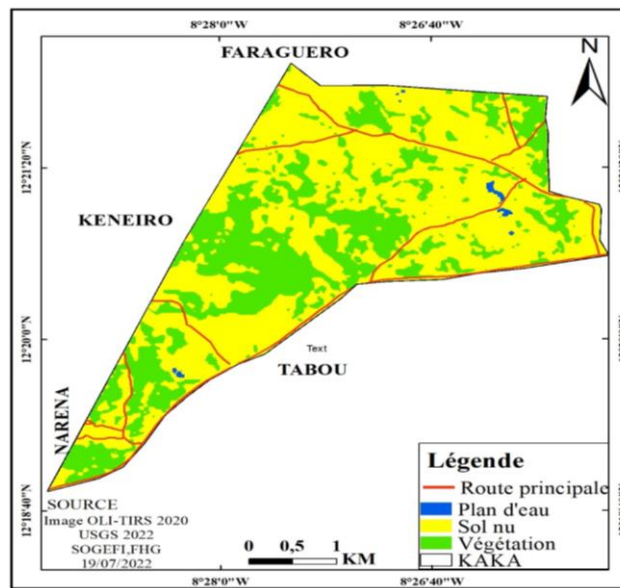


Figure 4 : carte d'occupation du sol de 2020



Le phénomène a continué en 2020 (Figure 4). Par contre, la surface des sols nus n'a cessé de progresser. Cette unité composée de sols nus et du bâti a tendance à réduire la superficie des cours d'eau et de la végétation.

2.3.1. Evolution des unités d'occupation du sol entre 1990, 2000 et 2020

L'analyse statistique permet de mesurer les taux des changements d'occupation du sol intervenus pendant la période d'étude (1990, 2000, 2020). Selon les données statistiques, la superficie de la végétation a régressé continuellement de 1990 à 2000 et en 2020 passant respectivement de 875 ha à 590 ha et enfin à 496 ha. Ainsi, de 1990 à 2000, les surfaces de la végétation se sont rétrécies de -32,57% puis de -15,93% de 2000 à 2020 (Tableau 4). Quant aux superficies des plans d'eau, elles ont aussi diminué pendant la même période (1990, 2000 et 2020) passant de 100 ha à 17 ha et à 5 ha. Les surfaces des plans d'eau évoluent de -83% entre 1990 et 2000 et de -70,59% de 2000 à 2020 (Tableau 4). Par conséquent, la superficie des sols nus a connu une progression de 1990 à 2000 et en 2020 en passant respectivement de 477ha à 845 ha et à 951 ha. Elles se sont accrues de 77,15% de 1990 à 2000 et de 12,54% de 2000 à 2020 (Tableau 4).

Tableau 4 : Evolution spatio-temporelle des superficies d'occupation du sol dans le massif forestier de Kaka entre 1990 et 2000 et de 2000 à 2020

Noms des classes	Années					
	1990	2000	Variation 1990/2000	2000	2020	Variation 2000/2020
	Superficies en Ha	Superficies en Ha		Superficies en Ha	Superficies en Ha	
Plan d'eau	100	17	-83,00%	17	5	-70,59%
Sols nus	477	845	77,15%	845	951	12,54%
Végétations	875	590	-32,57%	590	496	-15,93%
Total	1452	1452	0,00%	1452	1452	0,00%

Source : Enquêtes de terrain, 2020

2.3.2 Bilan global de l'occupation du sol de la forêt de Kaka en 1990 à 2020

De 1990 à 2020, le plan d'eau a presque disparu, passant de 7% à 0,34%. Dans le massif forestier de Kaka, le plan d'eau a perdu 95% de sa surface entre 1990 et 2020. Il en est de même pour la végétation qui continue à rétrécir de 1990 à 2020. Si en 1990, la végétation représentait 60% des unités d'occupation du sol en 2020, elle ne représente que 34% des unités de surface dans le massif forestier de Kaka. Finalement, de 1990 à 2020, la végétation a régressé de 43,31%. Contrairement aux unités de surfaces « Plan d'eau » et « Végétation », l'unité de surface « Sols nus » s'est agrandie de 1990 à 2020. Ainsi, les sols nus, qui représentaient 33% en 1990, atteignent 53% en 2000 et 66% en 2020. De 1990 à 2020, les sols nus ont progressé de 99,37% (Figure 5, 6,7).

Figure 5 : Proportions des unités de surfaces en 1990

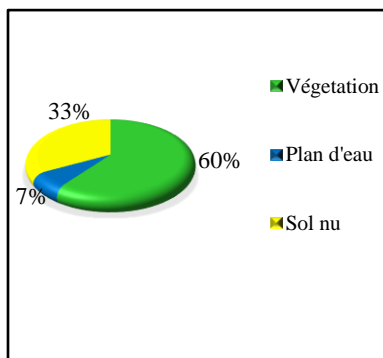


Figure 6: Proportions des unités de surfaces en 2000

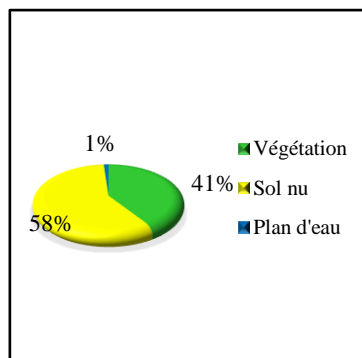
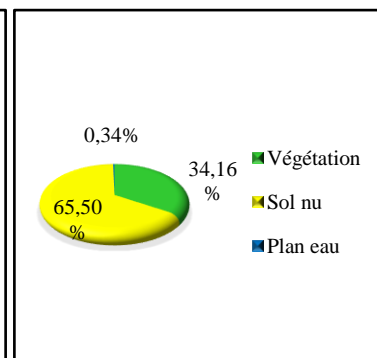


Figure 7: Proportions des unités de surfaces en 2020



Source : Enquêtes de terrain, 2020

3. Discussion

3.1 Composition floristique et richesse spécifique

L'étude des placettes dans le massif forestier de Kaka a permis de dénombrer 21 familles, 70 espèces et 2244 pieds. Parmi les 22 familles, celles des *Fabaceae* et des *Combretaceae* dominent la zone avec respectivement 20 espèces et 12 espèces. Les 70 espèces recensées sont dominées par *Terminalia macroptera* (wolo) avec 802 pieds, *Vitellaria paradoxa* (shi) avec 299 pieds et *Entada africana* (sama nere) avec 122 pieds. Ces résultats sont similaires à ceux de A.M.KOUYATE et al., (2020, p.167), effectués aux abords de la ville de Sikasso et de O.COULIBALY et al. (2021, p.171), menés dans la périphérie de Bamako indiquent une prédominance des *Fabaceae* et des *Combretaceae* au Mali. Ces deux familles de plantes caractéristiques de la zone soudanienne sont très présentes au Mali (O.KASSAMBARA et al., 2022, p.1997) et au Burkina (P.SAVADOGO et al., 2007, p.10). Elles sont convoitées pour la satisfaction des ménages urbains dans la combustion domestique. Par conséquent, les études de O.COULIBALY et al. (2021, p.173) et de A.M.KOUYATE et al. (2020, p.167) concluent que malgré la pression anthropique au Mali sur les ressources naturelles, les formations forestières restent diversifiées.

Le massif de Kaka montre une grande diversité avec un indice de Shannon de 2,73. Les conditions climatiques et les pressions anthropiques expliquent en partie cette grande diversité. Ces résultats sont similaires à ceux de (B.KOMBATE et al., 2020, p.39) au centre du Togo et de (O.N'DIAYE et al., 2013, p.8) au Sénégal. Les températures, le rythme des pluviométries et les modes d'exploitations ont des effets positifs sur la diversité des forêts et la régénération des espèces végétales comme en témoignent les travaux de (D. N. E. THIOMBIANO et al., 2010, p.1112). L'amélioration de la diversité dépend aussi de la régénération des jeunes pousses à la suite des coupes. En effet, certaines essences floristiques, comme celles considérées dans cette étude se densifient lorsqu'elles sont coupées au bon endroit, par des rejets de plusieurs pieds autour d'une souche.

L'indice d'équitabilité faible de Pielou à savoir le manque d'uniformité dans la distribution des espèces végétales serait dû à une sélection dans la coupe pour l'exploitation du bois énergie et des conditions climatiques défavorables. Ces résultats confirment les travaux de (H.A.BDOURHAMANE et al., 2013, p. 1054) dans le centre Sud du Niger. Les résultats obtenus par cette étude montrent un faible indice de Shannon et un indice d'équitabilité de Pielou faible. Cette baisse du niveau des indices serait due aux conditions climatiques difficiles.

Certaines espèces comme *Prosopis africana*, *Glutinosium combretum*, *Parkia Biglobosa*, *Tamarindus indica*, sont appréciées par les ménages de Bamako pour la cuisson à cause de leur pouvoir calorifique et du temps de combustion. Ces espèces sont moins abondantes dans la zone. La gestion communautaire à travers la décentralisation n'a pas permis de mieux préserver certaines ressources végétales des coupes sélectives.

3.2 Dynamique d'occupation des terres

L'évaluation de la dynamique spatio-temporelle du massif forestier de Kaka de 1990 à 2020 indique une nette régression de la végétation et des plans d'eau pendant que la superficie des sols nus augmentait. Cette situation s'explique par une expansion des surfaces cultivables et les multiples pressions anthropiques sur les forêts aux alentours de la ville de Bamako. Ces résultats sont similaires à l'étude de I.OUEDRAOGO et al. (2010, p.457) conduite au Burkina Faso indiquant l'ampleur de la pression anthropique sur la dégradation du couvert végétal et de H.SANGARE et al., (2020, p.202) dans le bassin versant de Korola dans la région de Sikasso soulignant une progression des sols nus et du bâti au détriment des superficies forestières. D'autres études de T.BETRU et al., (2019, p.87); et A.HAILU et al., (2020, p.4), menées à l'ouest de l'Ethiopie ont indiqué une régression de la superficie des forêts et des plans d'eau à l'expansion agricole, en raison de l'exploitation du bois, du charbon de bois et de l'urbanisation. Ces phénomènes jouent un rôle majeur dans la dégradation des superficies forestières. En l'absence, de bonne politique de gestion forestière, cette conversion des superficies forestières en sols nus et bâtis conduit inéluctablement à la déforestation (Y.TRISURAT et al., 2019, p.9). Les sols nus et les constructions résultent de la pression anthropique pour le logement et de l'impact négatif des pratiques culturelles.

Conclusion

Cette étude a caractérisé la dynamique spatio-temporelle du massif forestier de Kaka à travers un inventaire floristique et l'occupation du sol de 1990 à 2020. L'inventaire a montré une grande richesse floristique du massif de Kaka (2.75) dépassant ainsi le seuil de (2.5) et une faible uniformité des communautés végétales. La zone bénéficie d'un climat soudanien propice à la régénération de nouvelles pousses mais par contre subit une grande pression anthropique pour l'habitat, l'exploitation du bois énergie et le défrichement agricole. Ce phénomène a impacté négativement la régénération des espèces comme *Combretum glutinosium*, *Prosopis africana* et *Parkia biglobosa*.

De nos jours, ces espèces sont sélectionnées pour leur pouvoir calorifique et le temps de combustion dans la cuisine pour la satisfaction des besoins urbains en bois énergie des ménages de Bamako. Toute chose qui confirme l'hypothèse que, le massif forestier de Kaka dans la commune rurale de Siby, objet du présent article, est un écosystème fortement fragilisé par les effets cumulés des changements climatiques, de la spéculation foncière et des diverses pressions anthropiques. En outre, l'étude spatio-temporelle a indiqué une nette régression du couvert végétal et des plans d'eau de 1990 à 2020. Les plans d'eau et les superficies forestières font désormais place aux sols nus d'où une forte progression de leur superficie qui à long terme peut entraîner la déforestation. Cette diminution de la quantité floristique due aux attaques anthropiques nécessite l'implémentation de meilleures techniques de conservation pour promouvoir un équilibre écologique. Par ailleurs, la surexploitation des ressources forestières et les effets négatifs du réchauffement climatique demeurent des défis écologiques majeurs à relever sur l'ensemble de la banlieue de Bamako.

Références bibliographiques

AMONUM J. I., IKYAAGBA E. T., and DAWAKI S. A., 2019, "*Flora Diversity and Distribution in Falgore Game Reserve, Kano State, Nigeria.*" *Journal of Applied Life Sciences International* 1–13.

BDOURHAMANE Hamidou Abdourhamane, MOROU Boube, RABIOU Habou, and MAHAMANE Ali, 2013, "*Caractéristiques Floristiques, Diversité et Structure de La Végétation Ligneuse Dans Le Centre-Sud Du Niger : Cas Du Complexe Des Forêts Classées de Dan Kada Dodo-Dan Gado.*" *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7(3):1048. doi: 10.4314/ijbcs.v7i3.13.

BETRU Teshome, MOTUMA Tolera, KEFYALEW Sahle, and HABTEMARIAM Kassa, 2019, "*Trends and Drivers of Land Use/Land Cover Change in Western Ethiopia.*" *Applied Geography* 104(August 2018):83–93. doi: 10.1016/j.apgeog.2019.02.007.

BIHAN Tangi, 2021, "*Les ONG dans la lutte contre la désertification au Sahel central (Burkina Faso, Mali, Niger) Les limites du «mode de gouvernance développementiste».*" 1–124.

BUENERD Laurence. 2010. *Gestion Des Parcs à Karités En Afrique de l'Ouest : L' Exemple de La Coopérative Des Productrices de Karité de Siby Au Mali.*

CHURCHES Christopher E., PETER J. Wampler, WANXIAO Sun, and ANDREW J. Smith, 2014, "*Evaluation of Forest Cover Estimates for Haiti Using Supervised Classification of Landsat Data.*" *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 30:203–16.

CLAUDE Sylvain and BERTAULT JEAN-GUY, 1989, "*Étude de La Régénération Au Sein Du Dispositif de Recherche En Forêt Naturelle (Boukoko et La Lole).*"

COULIBALY Oumar, BALLO Abdou, and CISSOKO Fousseny, 2021, “Assessing Energy Source Preference of Household and Stand Diversity in the Catchment Area of Bamako, Mali.” *European Scientific Journal* 17:1857–7881. doi: 10.19044/esj.2021.v17n36p164.

COULIBALY Oumar, TESSOUGUE Moussa Dit Martin, and SISSOKO Mamadou, 2021, “Techniques et Perspectives de Conservation d’une Aire Protégée, Écotouristique Dans l’agglomération de Bamako Au Camp « Kungo So ».” *Afrique Science Revue Internationale Des Sciences et Technologie* 19:78–92.

DAIBA Kabé Abel, MOPATE Youssouf, and BANOIN Maxime, 2021, “Impact de Changement Climatique et de l’insécurité Dans La Partie Tchadienne Du Lac-Tchad Kabé Abel DAIBA et Al.” *Afrique SCIENCE* 18(1):172–85.

DEMBELE Kamafily, DIALLO Souleymane, FANE Siriki, FOFANA Soumana, AHMED Abubakar, and MAHARAZU Yussuf, 2022, “Rôle Des Communautés Rurales Dans La Restauration de La Couverture Forestière Pour l’atténuation Des Effets Au Changement Climatique : Cas de La Commune Rurale de Koury Dans La Zone Soudanienne Du Mali.” *Global Scientific Journal* 10(9):1746–53.

DIALLO Hady, BAMBA Issouf, BARIMA Yao Sadaïou Sabas, VISSER Marjolein, BALLO Abdou, ADI Mama, VRANKEN Isabelle, MAIGA Mohamed, and BOGAERT Jan, 2011, “Effets Combinés Du Climat et Des Pressions Anthropiques Sur La Dynamique Évolutive de La Végétation d’une Zone Protégée Du Mali (Réserve de Fina, Boucle Du Baoulé).” *Science et Changements Planétaires/Sécheresse* 22(2):97–107.

FONABES, 2017, *Schéma Directeur d’Approvisionnement En Combustibles Domestiques de Bamako*.

GAUTIER Denis, and HAUTDIDIER Baptiste, 2012, “Political Ecology et Émergence de Territorialités Inattendues: L’exemple de La Mise En Place de Forêts Aménagées Dans Le Cadre Du Transfert d’autorité de Gestion Au Mali.” *Environnement, Discours et Pouvoir* 241–57. doi: doi.org/10.3917/quae.gaut.2012.01.0239.

GAUTIER Denis, HAUTDIDIER Baptiste, AYA I., and GAZULL Laurent, 2008, “Le Marché Rural de Bois” *Au Mali à l’épreuve Du Temps: Une Innovation En Friche*. Pp. 67–84 in *La gestion concertée des ressources naturelles: l’épreuve du temps*, edited by Gret et Karthala. Paris.

HAILU Alemenesh, SIRAJ Mammo, and MOGES Kidane, 2020, “Dynamics of Land Use, Land Cover Change Trend and Its Drivers in Jimma Geneti District, Western Ethiopia.” *Land Use Policy* 99:105011.

HAUTDIDIER Baptiste, 2001, “Les Marchés Ruraux de Bois Au Mali, Un Modèle de Gestion Forestière Communautaire En Question: Approche Sociologique de La Filière Bois-Énergie de Deux Villages Du Cercle de Dioïla (Région de Koulikoro).” Orléans : Université d’Orléans, 144 p. Mémoire DEA : Aménagement, Développement, Environnement : Université d’Orléans

HAUTDIDIER Baptiste, 2007, “Bûcherons et Dynamiques Institutionnelles Locales Au Mali: La Gouvernance Incertaine Des Ressources Ligneuses Des Environs de Bamako, à Travers l’étude Des Marchés Ruraux de Bois de La Commune de Zan Coulibaly.” Paris: Agroparis Tech 223.

HAUTDIDIER Baptiste, BOUTINOT Laurence, and GAUTIER Denis, 2004, “*La Mise En Place de Marchés Ruraux de Bois Au Mali: Un Événement Social et Territorial.*” *LEspace Geographique* 33(4):289–305.

HILHORST T, 2008, “*Le Rôle Des Instances Locales de Gouvernance Dans La Gestion Des Ressources Naturelles Au Mali , Au Burkina Faso et Au Niger.*” *Royal Tropical Institute* 35.

KASSAMBARA Ousmane, SYLLA Moussa, SENOU Oumar, KAREMBE Moussa, and SARRA Mamadou, 2022, “*Identification Des Espèces de Plantes Autochtones Utilisées Pour La Production de Bois de Chauffe Dans La Zone Soudanienne Nord Du Mali Identification of Native Plant Species Used for the Production of Firewood in the Northern Sudanian Zone of Mali.*” 16(October):1992–2008.

KASSIBO Bréhima, 2009, “*Local Government and Forest Resource Governance in Mali: Taxation and Decentralized Management of Forest Resources in Siby Rural Commune.*” Pp. 214–29 in *Governing Africa’s forests in a globalized world.* Routledge.

KEBEDE Birhanu, SOROMESSA Teshome, and KELBESSA Ensermu, 2016, “*Floristic Composition and Community Types of Gedo Dry Evergreen Montane Forest, West Shewa, Ethiopia.*” *Acta Ecologica Sinica* 36(5):392–400.

KISSINGER Gabrielle, HEROLD Martin, and SY Veronique de, 2013, “*Drivers of Deforestation and Forest Degradation.*” *Environmental Science and Policy* 4(4):45. doi: 10.1126/science.1239402.

KOMBATE Bimare, DOURMA Marra, FOLEGA Fousséni, WOEGAN Agbélessissi Yao, WALA Kpérkouma, and AKPAGANA Koffi, 2020, “*Diversité Floristique et Caractérisation Structurale Des Formations Boisées Du Domaine SoudanoGuinéen Au Centre Du Togo.*” *Afrique SCIENCE*, 17,(6):pp.29-43.

KOUYATE Amadou Male, DIARRA Ismaila, and HABOU Rabiou, 2020, “*Composition Floristique, Diversité et Structure Des Espèces Forestières Alimentaires de La Région de Sikasso Au Sud Du Mali.*” *European Scientific Journal* 16(12):156–78.

LANGUILLE Sonia, 2010, “*Mali: La Politique de Décentralisation à l’heure de l’«Agenda de Paris» Pour l’efficacité de l’aide.*” *Politique Africaine* (4):129–52.

MAÏGA Bintou Aliou, KOUADIO Konan Emmanuel, and SOUMARE Oumar, 2020, “*Évaluation de La Dynamique de l’occupation Du Sol Engendrée Par l’orpaillage Dans Le Bassin de Banankoro, Région de Koulikoro, Sud-Ouest Du Mali.*” *Afrique SCIENCE* 17(3):28–39.

Ministère de l’Équipement de l’Aménagement du Territoire, and de l’Environnement et de L’Urbanisme, 2000, *SITUATION GENERALE DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE AU MALI.*

MONTAGNE Pierre, and LAUDE Jean-Paul, 2018, “*Fonctionnement Des Filières Dans Les Trois Capitales: Niamey, Ouagadougou et Bamako.*” *Le Bois-Énergie En Afrique Sahélienne* 29.

OUATTARA Issa, DIARRA Yakouréoun, and MARIKO Seydou, 2019, “*Etude Des Impacts Des Changements Climatiques Sur Les Activités Agricoles Dans La Commune Rurale de Mafouné, Cercle de Tominian, Région de Ségou Au Mali.*” *European Scientific Journal ESJ* 15(11):121–44. doi: 10.19044/esj.2019.v15n11p121.

OUEDRAOGO Issa, TIGABU M., SAVADOGO P., COMPAORE H., ODEN Per. Christer.,

and OUADBA J. M., 2010, “*Land Cover Change and Its Relation with Population Dynamics in Burkina Faso, West Africa.*” *Land Degradation & Development* 21(5):453–62.

N'DIAYE Ousmane, DIALLO Aly, BASSIMBÉ Sagna Moustapha, and GUISSÉ Aliou, 2013, “*Diversité Floristique Des Peuplements Ligneux Du Ferlo, Sénégal.*” *Vertigo* (Volume 13 Numéro 3). doi: 10.4000/vertigo.14352.

PELTIER Régis, 2019, “*Quelles Évolutions Pour La Consommation d'énergie Domestique et La Gestion Des Ressources Naturelles Dans Les Bassins d'approvisionnement Des Grandes Villes Du Sud ?*” *Bois & Forêts Des Tropiques* 340:3–12. doi: 10.19182/bft2019.340.a31708.

PICARD Nicolas, 2006, “*Méthode d'inventaire Forestier. Projet de Développement Rural Participatif Dans Le Moyen Atlas Central (Projet Khénifra).*” 42.

SANGARE Habibatou, DAOU Ibrahima, and KEITA Issiaka, 2020, “*Evolution de l'occupation Du Sol Dans Le Bassin Versant de Korola (Région de Sikasso, Mali) à Partir Des Images Satellitaires Landsat.*” *Rev. Ivoir. Sci. Technol* 36:193–207.

SAVADOGO Patrice, TIGABU Muluaem, SAWADOGO Louis, and ODÉN Per Christer. 2007, “*Woody Species Composition, Structure and Diversity of Vegetation Patches of a Sudanian Savanna in Burkina Faso.*” *Bois et Forêts Des Tropiques* 294(4):5–20.

SHANNON Claude Elwood, 1948, “*A Mathematical Theory of Communication.*” *The Bell System Technical Journal* 27(3):379–423.

SOUWARE Mamy, COULIBALY Baba, 2018, “*Gestion Décentralisée Des Ressources Naturelles Dans Les Communes Rurales de Siby et de Zan Coulibaly: Les Limites d'une Responsabilisation Des Acteurs Locaux.*” *Le Mali Contemporain* 187.

TESSOUGUE Moussa Dit Martin, and COULIBALY Oumar, 2021, “*Ferme Kledu et Forêt Classée de La Faya à Proximité de Bamako Au Mali , Opportunités et Contraintes Pour l'Écotourisme.*” *Afrique SCIENCE* 18(6):117–31.

THIOMBIANO A., R. KAKAÏ Glele, BAYEN P., BOUSSIM J. I., and Mahamane A., 2016, “*Méthodes et Dispositifs d'inventaires Forestiers En Afrique de l'Ouest: État Des Lieux et Propositions Pour Une Harmonisation.*” *Annales Des Sciences Agronomiques* 20:15–31.

THIOMBIANO D.N.E, LAMIEN N., DIBONG S. D., and BOUSSIM I. J., 2010, “*Etat Des Peuplements Des Espèces Ligneuses de Soudure Des Communes Rurales de Pobé-Mengao et de Nobéré (Burkina Faso).*” *Journal of Animal & Plant Sciences.*

TRISURAT Yongyut, SHIRAKAWA Hiroaki, and JOHNSTON John M., 2019, “*Land-Use/Land-Cover Change from Socio-Economic Drivers and Their Impact on Biodiversity in Nan Province, Thailand.*” *Sustainability (Switzerland)* 11(3). doi: 10.3390/su11030649.

ZIMUDZI C., MAPAURA A., CHAPANO C., and DURU W., 2013. “*Woody Species Composition, Structure and Diversity of Mazowe Botanical Reserve, Zimbabwe.*” *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 3(6):17–29.

Auteurs

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie, Laboratoire Homme Peuplement Environnement (HoPE), Mali, email : sim46502@gmail.com

²Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie, Laboratoire Homme Peuplement Environnement (HoPE), Mali, email : oumar.coulibaly82@gmail.com

³Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie, Laboratoire Homme Peuplement Environnement (HoPE), Mali, email : soulbengys@gmail.com

⁴Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie, Laboratoire Homme Peuplement Environnement (HoPE), Mali, email : mmtessougue@gmail.com