

DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES SOLS ET BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE DES SAVANES PRÉFORESTIÈRES DANS LE DEPARTEMENT DE KATIOLA

KOUADIO N'Gromma Florent¹*, AFFRO Mathieu Jonasse², SORO Nambégué³

(1) Doctorant, Géographie physique, Membre du LABORADDYS, Université Alassane Ouattara, 01 BP V18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

Courriel : ngromma@gmail.com

(2) Enseignant-chercheur, Géographie physique, Membre du LABORADDYS, Université Alassane Ouattara, 01 BP V18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

Courriel : affrojonasse@uao.edu.ci

(3) Maître de Conférences, Doyen de la Géographie physique, Membre du LABORADDYS, Université Alassane Ouattara, 01 BP V18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

Courriel : nambeguesoro@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'exploitation excessive et souvent irrationnelle des ressources naturelles entraîne la perte de la biodiversité végétale des savanes préforestières dans le monde tropical. L'étude vise à analyser la dynamique de l'occupation des sols et de la biodiversité végétale des savanes préforestières dans le département de Katiola. La méthodologie adoptée, est celle dite globale et intégrée, s'appuyant sur un vocabulaire transdisciplinaire défini par des naturalistes. Cette approche a permis l'établissement de placettes d'étude pour inventorier les espèces échantillonnées dans le périmètre choisi et à la réalisation des cartes d'occupation des terres. Plus explicitement, il s'agit de l'analyse diachronique et de la méthode phytosociologique. Les résultats indiquent une diversification biologique correspondante aux types de formation végétale tels que les arbres, les arbustes et les herbacées respectivement les méga et mésophanéophytes ; les nano et microphanérophytes, les chaméphytes et enfin les hémicryptophytes et les théorophytes. Ces types biologiques s'expriment principalement par le *Parkia biglobosa*, *Lophira lanceolata*, *Daniellia oliveri*, *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Cola cordifolia*, et *Parinari curatellifolia*, *Milicia excelsa*, *Ceiba pentandra*. En 1989, le milieu naturel représentait 45,59 % de la superficie totale du département, soit 131 301 ha. La savane arborée et arbustive dominait avec 75 926,52 ha (57,83 %), suivie de la forêt dense semi-décidue et de la forêt galerie, qui totalisaient 29 990,7 ha (22,84 %). Les forêts claires et les savanes boisées étaient les moins présentes, atteignant 24 936,12 ha (18,99 %). Le plan d'eau fait 447,66 ha (0,34 %). En 2022, le milieu naturel a légèrement progressé, atteignant 136 589,13 ha (47,43 %). La savane arborée et arbustive a diminué à 66 182,22 ha (48,45 %), tandis que la forêt dense semi-décidue et la forêt galerie ont augmenté à 58 083,48 ha (42,52 %). En revanche, la forêt claire et la savane boisée ont chuté à 11 796,03 ha (8,64 %). Le plan d'eau a augmenté à 527,4 ha (0,39 %). Ces résultats démontrent qu'il y a eu une très faible progression de 5 288,13 ha (1,84 %) du milieu naturel entre 1989 et 2022 (33 ans). Cela est due au degré d'humanisation élevé conditionnant la distribution des types de formations végétales au-dessus du huitième parallèle du département de Katiola où le législateur ivoirien a interdit toute exploitation forestière.

Mots clés : Analyse diachronique ; Biodiversité végétale ; Département de Katiola ; Occupation des sols ; Perte de la biodiversité végétale.

ABSTRACT

The excessive and often irrational exploitation of natural resources is leading to the loss of plant biodiversity in pre-forest savannas in the tropics. The study aims to analyze the dynamics of land use and plant biodiversity in pre-forest savannas in the department of Katiola. The methodology adopted is a comprehensive and integrated one, based on a transdisciplinary

vocabulary defined by naturalists. This approach has enabled the establishment of study plots to inventory the species sampled within the selected perimeter and the creation of land use maps. More specifically, this involved diachronic analysis and the phytosociology method. The results indicate biological diversification corresponding to plant formation types such as trees, shrubs, and herbaceous plants, respectively mega- and mesophanerophytes; nano- and microphanerophytes, chamaephytes, and finally hemicryptophytes and theorophytes. These biological types are mainly represented by *Parkia biglobosa*, *Lophira lanceolata*, *Daniellia oliveri*, *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Cola cordifolia*, *Parinari curatellifolia*, *Milicia excelsa*, and *Ceiba pentandra*. In 1989, natural environments accounted for 45.59% of the department's total area, or 131,301 ha. Wooded savanna and shrubland dominated with 75,926.52 ha (57.83%), followed by dense semi-deciduous forest and gallery forest, which totaled 29,990.7 ha (22.84%). Open forests and wooded savannahs were the least prevalent, covering 24,936.12 ha (18.99%). Water bodies cover 447.66 ha (0.34%). In 2022, the natural environment increased slightly, reaching 136,589.13 ha (47.43%). Wooded savannah and shrubland decreased to 66,182.22 ha (48.45%), while dense semi-deciduous forest and gallery forest increased to 58,083.48 ha (42.52%). In contrast, open forest and wooded savanna decreased to 11,796.03 ha (8.64%). Water bodies increased to 527.4 ha (0.39%). These results show that there was a very slight increase of 5,288.13 ha (1.84%) in the natural environment between 1989 and 2022 (33 years). This is due to the high degree of humanization affecting the distribution of vegetation types above the eighth parallel in the department of Katiola, where the Ivorian legislature has banned all logging.

Keywords: Diachronic analysis; Plant biodiversity; Katiola Department; Land use; Loss of plant biodiversity.

INTRODUCTION

La destruction massive des écosystèmes de savanes préforestières constitue une préoccupation majeure pour la communauté scientifique et les décideurs. Cette zone écotone en Côte d'Ivoire, particulièrement fragile, subit des dégradations dues à l'orpaillage et à l'agriculture, résultat des caractéristiques du milieu naturel et de la biodiversité végétale actuel (M. Affro, 2022, pp. 233-281). L'expansion des plantations d'anacarde et la prolifération de l'orpaillage entraînent une fragmentation du couvert végétal, avec des conséquences considérables sur la biodiversité. La conversion des milieux forestiers en terres agricoles et la dégradation des sols accentuent cette problématique, tandis que la diminution des ressources ligneuses impacte directement les services écosystémiques offerts aux populations locales (D. Ouattara *et al.*, 2016, p. 4816).

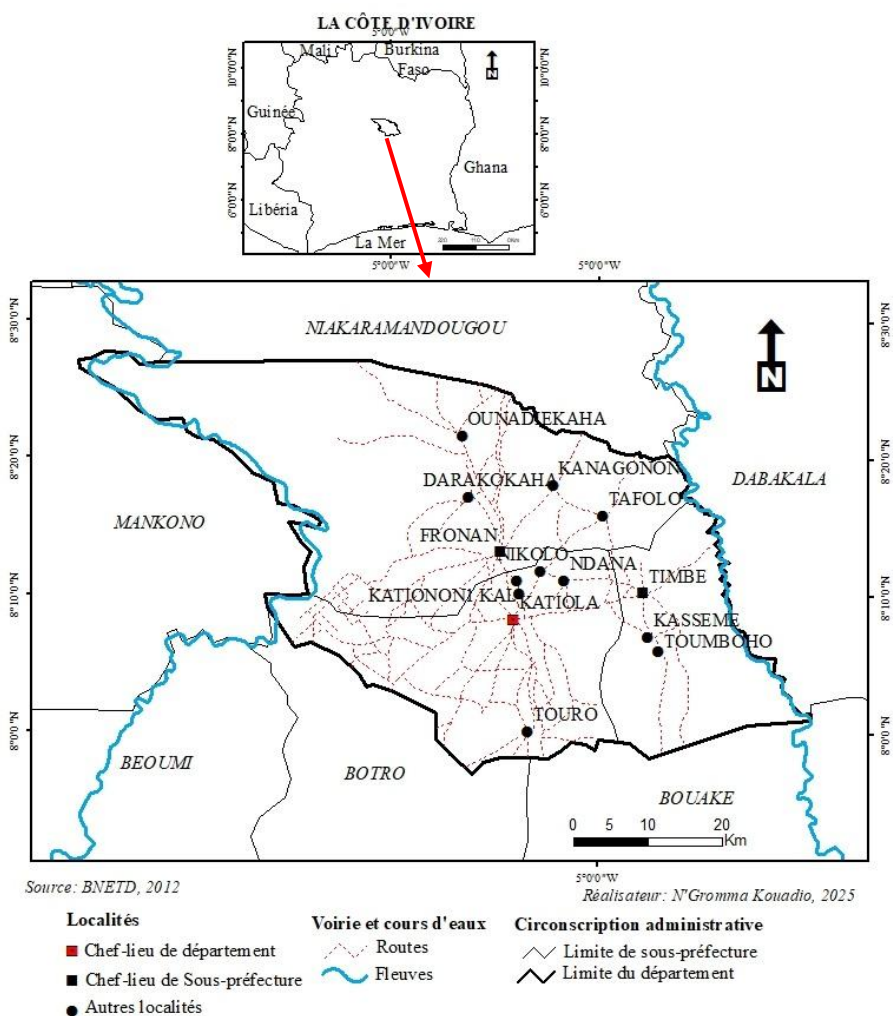
Un état des lieux de la biodiversité végétale, incluant un inventaire des espèces ligneuses caractéristiques du département de Katiola, s'avère donc nécessaire, notamment face à la disparition imminente d'espèces endémiques telles que *Bombax costatum*, *Ceiba pentandra* et *Milicia excelsa*, ainsi que d'espèces dont les fruits sont vitaux pour les communautés rurales, telles que *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa* et *Tamarindus indica* (M. Affro, 2022, p. 226). Cette étude vise à montrer l'influence de l'exploitation des ressources naturelles sur la dynamique de la biodiversité végétale des savanes préforestières dans le département de Katiola. Plus précisément, elle veut caractériser les formations végétales en fonction du degré d'exploitation et identifier les espèces ligneuses impactées par l'anthropisation.

1. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE

1.1 Cadre d'étude

Le département de Katiola est situé au centre-nord de la Côte d'Ivoire, entre la latitude 7°55' N et la longitude 5° W. Il abrite une population de 162 472 habitants (INS, 2021). Il compose trois sous-préfecture (Katiola, Fronan et Timbé) et Katiola est le chef-lieu du département (figure 1). Les populations autochtones sont les Tagouana (majoritaire) et les Mangoro (minoritaire). Le relief de ce département se caractérise par la présence abondante de buttes cuirassées, notamment à proximité des inselbergs, s'intégrant dans l'axe des plissements ivoiriens (R. Poss, 1982, p. 8). Les altitudes varient de 340 m à 490 m, principalement le long de l'axe sud-nord du département. Le type de climat de la zone d'étude est le climat subéquatorial de transition avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 1200 mm. La couverture végétale, propre au pays Tagbana, est dominée par des savanes, entrecoupées d'îlots de forêts denses sèches et de forêts galeries le long des axes de drainage.

Figure 1: Localisation de la zone d'étude



Certaines situations écologiques particulières déterminent une végétation originale, c'est le cas des dômes granitiques, des surfaces cuirassées et des plaines alluviales hydromorphes (R. Poss, 1982, p.7). Ces paysages végétaux poussent sur trois grandes classes de sols que sont les sols ferrallitiques, des sols bruns eutrophe et des sols hydromorphes (A. Perraud, 1971, p. 306). Le réseau hydrographique du département de Katiola est inscrit dans les schistes et s'organise en

deux grands bassins versants. Il s'agit d'une part du bassin versant du Bandama blanc à l'Ouest et d'autre part du N'Zi à l'Est (T. Coulibaly, 2009, p. 26).

1.2 Méthodologie

1.2.1 Collecte de données

Des données ont servi à cette, ce sont exclusivement des données d'imagerie satellitaire et des données phytosociologiques.

- **Données d'imagerie satellitaire** : Il s'agit des images Landsat 4 TM (10 février 1989) et Landsat 8 OLI (12 janvier 2022). Elles ont été téléchargées sur le site <https://earthexplorer.usgs.gov> et ont permis de réaliser les cartes d'occupation des terres. Les scènes numérisées sont des compositions colorées des bandes du rouge, du vert et du bleu. Les mois de saison sèche (10 février 1989 et 12 janvier 2022) ont été choisis pour minimiser la couverture nuageuse lors des téléchargements. L'année 1989 s'inscrit dans la période de grands projets d'aménagement agricole qu'a bénéficié le département de Katiola. Il y a eu l'aménagement des bas-fonds pour la culture du riz et la mise en place de très grandes plantations de canne-à-sucre, avec le complexe sucrier de Marabadiassa installé à proximité du Bandama. A cela s'ajoute les grandes plantations de coton des allogènes Sénoufo installés dans le département. Ces dernières années (2022) sont marquées par une mutation rapide et très importante des paysans à la culture d'anacarde.

- **Données phytosociologiques** : Les données phytosociologiques ont permis d'avoir des informations concernant la phytosociologie, qui est l'étude des communautés végétales et de leurs relations. L'inventaire floristique qui suit permet de mettre en place la méthode phytosociologie. Elle est recommandée par J. Braun-Blanquet (1932, p. 30), dite aussi sigmatiste ou la méthode de l'aire minimale est couramment utilisée en écologie et permet l'élaboration d'un tableau floristique.

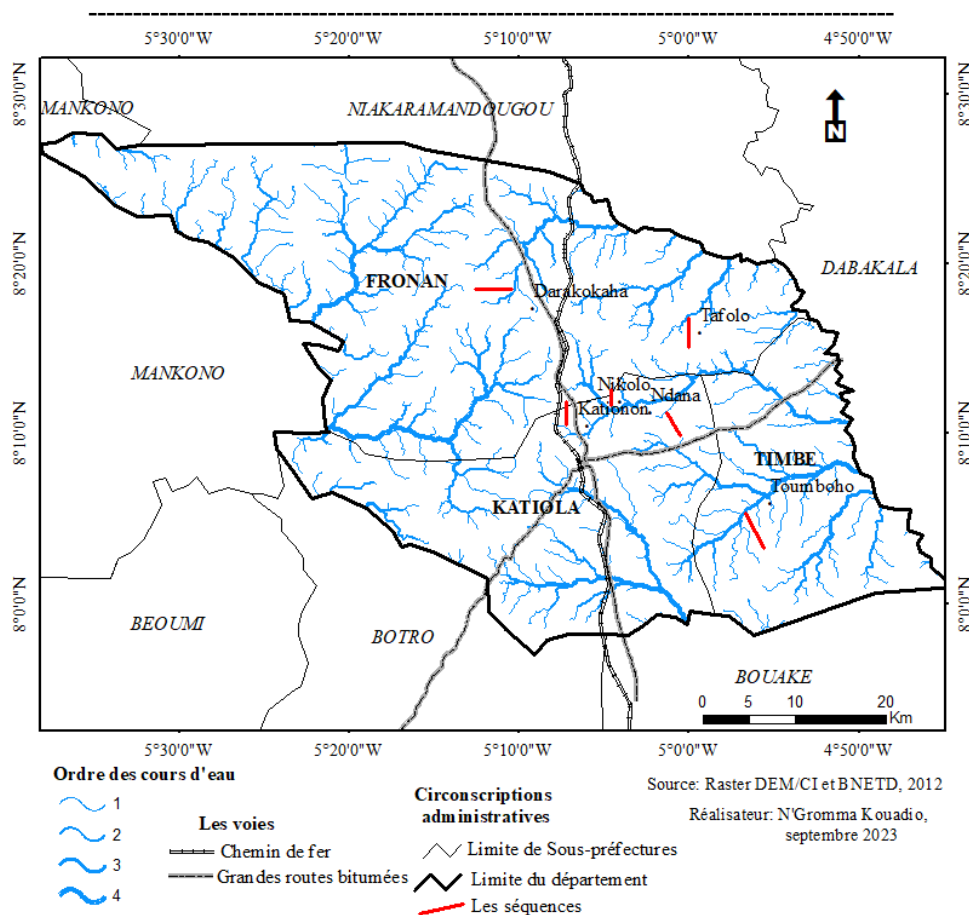
Elle consiste à choisir des emplacements pour les inventaires floristiques, noter les conditions du milieu et dresser une liste complète des espèces présentes par strate.

Emplacement des relevés

Les positions des relevés floristiques tiennent compte de la topographie (sommet, versant et bas-fonds). La figure ci-dessous montre la spatialisation des transects dans le département de Katiola (figure 2).

Figure 2 : Spatialisation des transects

DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES SOLS ET BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE DES SAVANES PRÉFORESTIÈRES
DANS LE DEPARTEMENT DE KATIOLA



À l'intérieur de la parcelle choisie du relevé, il ne doit pas y avoir de variations significatives de composition floristique ni de milieu. Les critères fondamentaux de ce choix d'emplacement et de limites du relevé sont (Rameau, 1985, cité par K. Bouterfas, 2021, p.23) :

L'homogénéité floristique

Elle doit être répétitive. On s'est limité à des secteurs homogènes (combinaison floristique, physionomie, structure), en évitant les zones de transition entre deux groupements végétaux.

L'homogénéité écologique

La station doit être homogène vis-à-vis des contrastes du milieu, tels que l'exposition, la lumière, l'humidité du sol etc.

Période optimale et nombre de relevés

La période de réalisation du relevé a été choisie avec soin afin que toutes les espèces soient toutes visibles et observables. La période choisie dans cette étude est la période végétative (juillet, août et septembre). Pour un travail de classement et de détermination précise de l'association, il est recommandé un minimum de 10 relevés. Pour un travail de confirmation du groupement ou de l'habitat, 2 à 3 relevés suffisent (K. Bouterfas, 2021, p.24). Dans le cas de cette étude, le choix s'est fixé sur 10 relevés.

L'aire minimale

Elle est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. C'est la surface minimale au-delà de laquelle le nombre d'espèces d'un relevé n'augmente plus (ou très peu). Une approche classique repose sur la méthode des surfaces emboîtées (tableau I).

Tableau I : Répartition des aires minimales d'échantillon

Aire minimale	Types de végétation
Moins de 10 cm ²	Végétations annuelles des dalles rocheuses et des fissures de rochers
10 cm ²	Végétations flottantes de lentilles d'eau
10 à 25 m ²	Les prairies, les pelouses maigres ou de montagne et les végétations aquatiques
25 à 100 m ²	Les communautés d'adventices et les végétations rudérales
100 à 200 m ²	Les landes

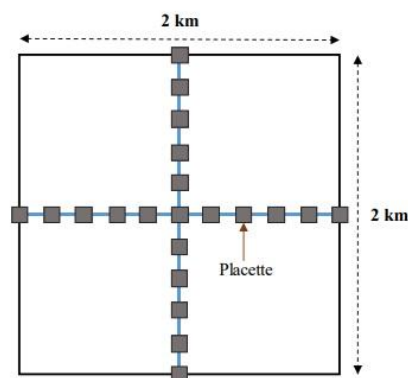
Source : Inspiré de K. Bouterfas, 2021

Cette surface varie suivant les types de milieux. Les valeurs habituellement retenues par K. Bouterfas dans la zone algérienne sont : quelques centimètres carrés (cm²) pour les végétations annuelles des dalles rocheuses et des fissures de rochers, 10 cm² pour les végétations flottantes de lentilles d'eau, 10 à 25 m² pour les prairies, les pelouses maigres, ou de montagne, les végétations aquatiques, 25 à 100 m² pour les communautés d'adventices et les végétations rudérales, 100 à 200 m² pour les landes (K. Bouterfas, 2021, p.25).

La valeur retenue pour cette étude est le cas de 25 m². Cet échantillon de 25 m² respecte les positions topographiques (sommet, versant et bas-fond). Les échantillons sont réalisés de sorte à inventorier des sites ayant au moins deux (2) ou plusieurs compositions floristiques ligneuses ; mais ils peuvent être un *champ* ou une *jachère*. C'est pour montrer mieux l'impact des défrichements sur la biodiversité ligneuse, surtout. Ainsi, des sites de forêt dense sèche, forêt dégradée, forêt claire, forêt-galerie, savane boisée, savane arborée, savane arbustive, savane herbeuse ou hydromorphe ont été inventoriés.

Toutefois, avec la méthode classique de relevé de surface, les placettes (25 m²) ont été installées à peu près 200 mètres le long de transects de près de 2 km orientés surtout nord-sud et est-ouest (Figure 3), de manière à prendre en compte l'essentiel de la diversité floristique et écologique. Des relevés phytosociologies et écologiques ont été réalisés dans chaque placette. Toutes les espèces présentes ont été observées par strate (herbacée, arbustive et arborée) avec leur indice d'abondance-dominance suivant l'échelle de J. Braun-Blanquet (A. Akodewou, 2019, p.132)

Figure 3 : Plan d'échantillonnage



Source : Adapté de A. Akodewou (2019, p. 132)

Au niveau de chaque relevé, d'autres informations ont été notées, telles que le type de formation végétale, le degré de fermeture de la formation, la hauteur moyenne du peuplement, les modes de gestion et les principales activités anthropiques.

Les relevés sont effectués sur des milieux d'âges divers pour pallier à l'impossibilité de suivre de façon synchronique les changements intervenus sur une même parcelle. Les placettes (12)

peuvent revêtir l'aspect d'une placette anthropique (un champ) et non anthropique (milieu considéré comme naturel c'est-à-dire la jachère). Trois types de jachère sont retenus :

- *Les jeunes jachères* (1 à 5 ans), qui ont une strate arborée réduite aux espèces utiles qui ont été épargnées lors des défrichements. Elles sont accompagnées de nombreux arbustes,
- *Les jachères d'âge moyen* (5 à 10 ans), la strate ligneuse comprend, outre les mêmes arbres utiles que dans les jachères récentes, de nombreux ligneux aussi ;
- *Les jachères âgées* (plus de 10 ans), qui ont une strate herbacée dominée par des graminées pérennes avec quelques touffes ; elles sont associées à des espèces annuelles. Présence assez, de ligneux et de sous-ligneux.

Le critère de choix des formations végétales est relatif à l'analyse de la flore ligneuse des milieux anthropisés et non anthropisés. À cet effet, les milieux choisis remplissent les critères suivants :

- Les sites naturels à forte densité floristique, facilement accessible ;
- Les sites naturels à moyenne et à faible densité floristique, facilement accessibles ;
- Les sites anthropisés (site en culture) facilement accessibles.

Liste exhaustive des espèces par strate

Lorsque la végétation est stratifiée, il est important de réaliser l'inventaire floristique en tenant compte de ces strates. Une strate est un ensemble de végétaux, d'une hauteur déterminée, participant à l'organisation verticale des communautés végétales (K. Bouterfas, 2021, p.26).

La détermination des strates dans cette section respecte les classements du Danois C. Raunkiaer (1903, p. 352) dans l'élaboration de ses types biologiques. L'auteur propose cinq types biologiques pour les pays tempérés où la couche de neige recouvrant le sol atteint une épaisseur de 25 cm. Cette épaisseur de la couche de neige est la limite au-dessus de laquelle l'auteur définit les phanérophtes. En Afrique, où il n'y a pas d'hiver, mais une saison sèche rigoureuse, les cinq types biologiques préconisés par l'auteur peuvent être retenus, mais en fixant la hauteur minimale à 50 cm. Cette hauteur correspond à la limite de la position des méristèmes chez certaines espèces.

1.2.2 Méthode d'analyse des types biologiques

Dans une communauté végétale, certaines espèces dominantes peuvent conférer une physionomie homogène, déterminée par leur prédominance en nombre ou en taille. Cette physionomie est principalement influencée par la forme biologique des espèces dominantes. La méthode de physionomie, appliquée au Sénégal par J. Trochain (1940, p. 34) et en Côte d'Ivoire par L. Aké-assi (1984, p. 41), consiste à compter systématiquement les types biologiques dans une placette. La méthode de Sharma (1988), cité par M. Ouedraogo (1993, p. 15) a été utilisée pour évaluer trois variables quantitatives, en dressant une liste des ligneux et des relevés.

Calculs des indicateurs

- **Fréquence (F)** : représente le nombre de fois qu'une espèce est recensée :
$$F = \frac{N_2}{N_3} \times 100 \quad F = \frac{N_2}{N_3} \times 100 \quad F = \frac{N_2}{N_3} \times 100$$
- **Abondance (A)** : quotient du nombre total d'espèces relevées par le nombre total de relevés où l'espèce est rencontrée :
$$A = \frac{N_1}{N_2} \quad A = \frac{N_1}{N_2}$$
- **Densité (D)** : quotient du nombre total d'individus par espèce et du nombre total de relevés :
$$D = \frac{N_1}{N_3} \quad D = \frac{N_1}{N_3}$$

où :

- N1N1N1 = nombre d’individus recensés par espèce,
- N2N2N2 = nombre de relevés où l’espèce est rencontrée,
- N3N3N3 = nombre total de relevés réalisés.

Détermination des noms scientifique des espèces

Plusieurs moyens ont permis de trouver les noms scientifiques des espèces végétales, à savoir, des recherches sur *Google*, sur *PlantNet* et des études déjà réalisées par d’auteurs auteurs comme E. Adjanohoun (1964, p. 91) et R. Poss (1982, p. 13) couvrant la zone subsoudanaise.

1.2.3 Traitements des données satellitaires

Les images Landsat 4 TM de 1989 et Landsat 8 OLI de 2022 ont été utilisées pour réaliser des cartes d’occupation des terres du département de Katiola, notamment les champs/jachères, habitats/sols nus, savanes arborées/arbustives, forêts claires/savanes boisées et les forêts semi-décidues/galleries. Les images ont fait l’objet de prétraitement et de traitement.

Le prétraitement a consisté à faire le mosaïquage, en unissant deux scènes d’images Landsat couvrant la zone d’étude. Les corrections radiométriques et atmosphériques sont effectuées avec le logiciel Envi. Le découpage de la zone d’étude à l’aide du shapefil du département. Les compositions colorées vraie couleur et fausse couleur ont été appliquées afin de déterminer les critères de différenciation des classes, basés sur la tonalité, la forme et la texture à partir des images satellitaires, permettant une bonne reconnaissance des types de milieux. A cela s’ajoute une bonne prise de connaissance du terrain. Le tableau ci-dessous (tableau II) montre les critères de différenciation des classes retenues avec la composition colorée fausse couleur qui a servi dans la réalisation des parcelles d’entraînement faite dans le logiciel Envi.

Tableau II : Choix d’interprétation de la composition colorée fausse couleur des images LANDSAT.

Classes	Tonalité	Forme	Texture	Contenu thématique
1	Rouge	Variable	Homogène	Forêt dense semi-décidue, galerie
2	Vert vif	Variable	Homogène	Forêt claire, savane boisée
3	Rose	Variable	Hétérogène	Champ, jachère
4	Blanc vif et ciel	Variable	Hétérogène	Habitat, sol nu
5	Vert dégradé	Variable	Hétérogène	Savane arborée, arbustive
6	Bleu	Linéaire et polygonale	Homogène	Plan d’eau

Source : Image Landsat TM (1989) et OLI (2022)

Le traitement a consisté à faire des parcelles d’entraînement, la classification supervisée, post-classification et la vectorisation des différentes parcelles. Le travail final a été vérifié par le coefficient Kappa (0,9) qui est une statistique qui mesure la concordance entre les évaluateurs. Cette phase a permis d’obtenir les cartes finales d’occupation des terres et de calculer la superficie des vecteurs en hectare de 1989 et de 2022 de chaque type d’affectation du sol avec le logiciel. Les cartes d’occupation des terres montrent les types d’usage en 1989 et 2022, identifiant les zones stables et celles ayant changé d’affectation.

Les outils de terrain sont : un GPS pour les levés de points ; une Boussole pour le repérage et l’orientation des itinéraires ; un mètre qui sert à prendre des mesures ; un appareil photo numérique, les bottes, casques, machettes, dabs, ciseau et marteau ; Quatre piquets et une corde, pour la délimitation de la surface du relevé étudié.

Au cours du travail de terrain, toutes les informations relatives aux couverts végétaux et au milieu d'étude ont été recensées. L'appareil photo a servi pour les prises de vues sur le terrain et les références géographiques avec les applications comme OSMTracker, Timestamp Caméra, GPS Map Caméra Lite et PlantNet qui ont été installées dedans.

1.2.4 Taux d'Accroissement Global (TAG)

Le TAG est calculé comme suit :

$$TAG = \frac{P_n - P_a}{P_a} \times 100$$

où P_n est la population d'arrivée et P_a la population de départ.

2. RÉSULTATS

2.1. Analyse de l'évolution d'occupation des terres de 1989 et 2022

La figure 4 ci-dessous montre un milieu naturel, comprenant des forêts denses semi-décidues et des forêts galeries, couvre 29 990,7 ha, principalement localisées à l'ouest de la sous-préfecture de Fronan, tandis que l'est de Timbé présente également des forêts, bien que moins étendues. La sous-préfecture de Katiola, en revanche, dispose de peu de couvert forestier, une situation exacerbée par le développement de la canne à sucre dans les années 1980, qui a conduit à la conversion des terres, maintenant dominées par l'anacarde. Les forêts claires et savanes boisées occupent 24 936,12 ha, avec une forte concentration dans les sous-préfectures de Fronan et Timbé. Les savanes arborées et arbustives, avec 75 926,52 ha, constituent la plus grande superficie des formations végétales naturelles, mais sont principalement présentes dans les mêmes sous-préfectures, tandis que Katiola en affiche une présence très limitée. Le plan d'eau fait 447,66 ha. Au total, les facteurs naturels occupent 131 301 ha, tandis que l'espace anthropique, incluant champs et jachères, s'étend sur 127 443,51 ha, Katiola étant la plus affectée. Les habitations et sols nus représentent 29 241,81 ha, avec une forte concentration dans le centre du département et une domination légère à Katiola (figure 4 et tableau III).

Tableau II : superficies en hectare des types d'affectation des terres en 1989 et 2022

Types d'affectation du sol (TAS)	Superficie (ha) en 1989	Superficies (ha) en 2022
Forêt dense semi-décidue/Galerie	29 990,7	58 083,48
Champ/jachère	127 443,51	107 261,01
Forêt claire/savane boisée	24 936,12	11 796,03
Savane arborée/arbustive	75 926,52	66 182,22
Habitat/sol nu	29 241,81	44 136,18
Plan d'eau	447,66	527,4

Source : Images Landsats, 1989 /2022

Le tableau ci-dessus montre toutefois les différentes superficies de l'affectation globale des milieux en 1989 et 2022. La superficie totale occupée par les formations végétales de forêts, de savanes et le plan d'eau en 1989 est 131 301 ha, soit 45,59 %. En plus, la superficie totale occupée par les actions humaines (les champs-jachères, habitations et sols nus) en 1989 est 156 685,32 ha, soit 54,41 %. L'on remarque qu'en 1989, les sols étaient moins affectés par les formations forestières et savaniques par rapport aux actions humaines. L'écart entre les deux grands types d'occupation est 25 384,32 ha, équivaut à 8,82 %.

La figure ci-dessous (figure 5) souligne qu'à l'exception des savanes arborées et arbustives, ainsi que des champs et jachères qui se distinguent par leur ampleur dans la localité, les autres facteurs affectant les sols se manifestent de manière zonale. Les forêts se situent principalement à l'ouest de Fronan et au sud de Katiola, tandis que les sols nus et les habitations sont largement répartis dans les trois sous-préfectures, avec une concentration notable au centre, où se trouvent les grandes localités et les activités socio-économiques.

Figure 4 : Occupation des terres de 1989.

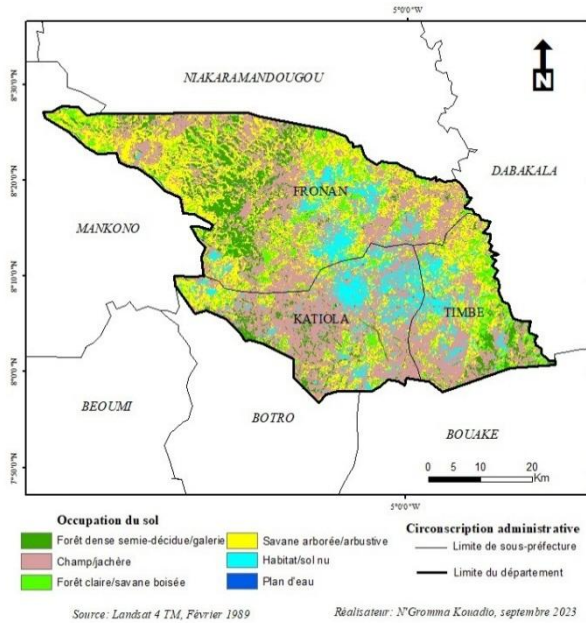
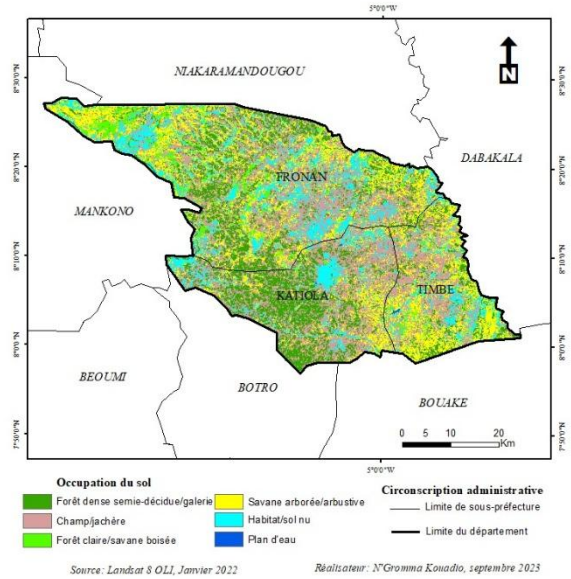


Figure 5 : Occupation des terres de 2022



En 2022, malgré la diminution des savanes arborées et arbustives, elles demeurent la plus dominante des formations végétales avec 66 182,22 ha, soit 48,45% de l’aire de la végétation naturelle. Les habitations et sols nus s’étendent sur 44 136,18 ha, avec une forte concentration au centre du département. La superficie totale des formations végétales avec le plan d’eau a augmenté, atteignant 136 589,13 ha, tandis que celle des actions humaines est de 151 397,19 ha, indiquant une pression croissante sur les milieux naturels.

2.2. Évolution globale des milieux

Les analyses précédentes ont montré qu’en ce qui concerne le milieu naturel, il y a eu des changements.

En 1989, le milieu naturel représentait 45,59 % de la superficie totale du département, soit 131 301 ha. La savane arborée et arbustive était la plus prédominante, couvrant 75 926,52 ha, équivalant à 57,83 %. La forêt dense semi-décidue et la forêt galerie se positionnaient en deuxième place avec 29 990,7 ha, représentant 22,84 % du département. En revanche, la forêt claire et la savane boisée étaient les moins représentées, avec 24 936,12 ha, soit 18,99 %. Le plan d’eau 447,66 ha (0,34 %). En 2022, le milieu naturel a légèrement progressé par rapport aux situations de 1989, atteignant 136 589,13 ha, soit 47,43 % du département. La savane arborée et arbustive est restée la plus importante, avec 66 182,22 ha, représentant 48,45 % des formations végétales. La forêt dense semi-décidue et la forêt galerie ont quant à elles gagné du terrain, atteignant 58 083,48 ha, soit 42,52 %. La forêt claire et la savane boisée, cependant, ont connu une forte diminution, tombant à 11 796,03 ha, ce qui équivaut à 8,64 % du département. Le plan d’eau a connu une augmentation de 527,4 ha soit 0,39 %.

De manière générale, les formations végétales n’ont pas maintenu une stabilité en termes d’extension de superficie. Les cartes d’occupation du sol de 1989 et 2022 illustrent ces fluctuations. Pendant ces deux décennies, les forêts denses semi-décidues et les forêts galeries ont enregistré un gain significatif, passant de 29 990,7 ha en 1989 à 58 083,48 ha en 2022, soit une augmentation de 28 092,78 ha. En revanche, la forêt claire et la savane boisée ont subi une perte considérable, déclinant de 24 936,12 ha à 11 796,01 ha, représentant une réduction de 13 140,09 ha. La savane arborée et arbustive a également connu une légère diminution, passant de 75 926,52 ha à 66 182,22 ha. Cette évolution des milieux naturels est principalement attribuable à une anthropisation croissante, corrélée à l’accroissement démographique et aux améliorations des techniques agricoles. L’espace humanisé, incluant habitations et sols nus, a augmenté de 29

241,81 ha à 44 136,18 ha, tandis que les champs et jachères, bien que régressant de 127 443,51 ha à 107 261,01 ha, demeurent largement prédominants par rapport aux formations forestières et savaniques. Les champs/jachères et habitations/sols nus sont aujourd'hui les types d'affectation les plus répandus dans le département de Katiola.

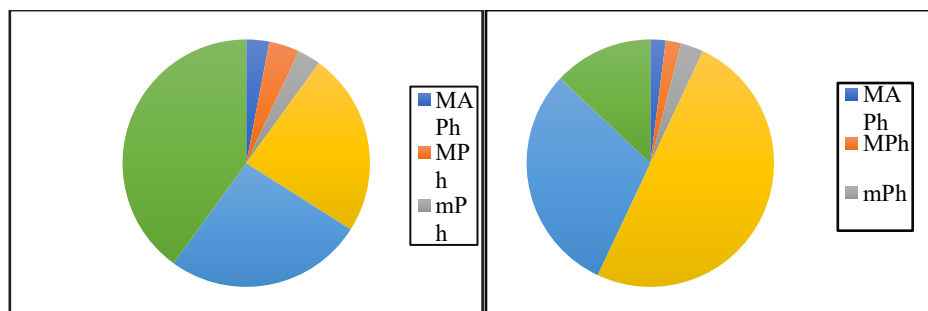
Les formations végétales de forêts denses semi-décidues et galeries se sont soldées par un gain d'espace. Elles ont gagné sur les forêts claires et les savanes boisées. En effet, de 1989 à 2022 (33 ans), les milieux de forêts claires et de savanes boisées qui n'ont pas été défrichés pour une activité anthropique se sont transformés en forêts denses sèches. A cela s'ajoute quelques efforts de reboisement, encore à l'étape embryonnaire dans les aires protégées et le domaine communautaire. Les autres formations végétales ont connu des pertes d'espaces. Les espaces végétaux se sont transformés en sol nu et en habitation.

Les plans de lotissement ont pris de l'ampleur dans ces deux dernières décennies dans les trois sous-préfectures du département accompagnés d'une urbanisation importante. En plus des grands projets d'aménagement urbain, il y a de grands sites d'orpaillage qui ne sont pas encore reboisés dans ce département. Cette activité a pris de l'ampleur dans ces deux dernières décennies dans la zone. Les exploitants sont surtout les étrangers (les maliens, les burkinabés et les chinois). Le volet clandestin est exercé par les jeunes locaux, le maliens et les burkinabés. Par contre le volet légal est exercé par les chinois avec les grands moyens d'exploitation. Toutefois, les paysans s'installent à priori dans les milieux où la végétation est dense avec un sol fertile. Ils exploitent le milieu sur plusieurs années (3 à 5 ans) jusqu'à l'épuisement total du sol. A cela s'ajoute la réduction de la durée de la jachère qui freine la reconstitution du couvert végétal.

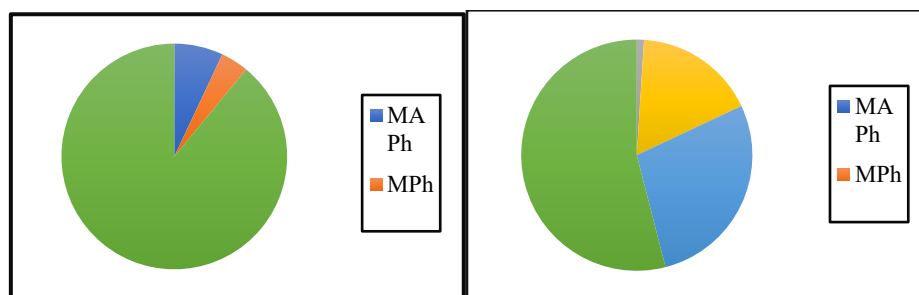
2.3. Typologie de la biodiversité végétale

Les formes biologiques des ligneux identifiés sont associées à une diversité d'espèces. L'expression sur 100 des types biologiques recensés donne le spectre biologique de la formation végétale. Ainsi, la placette 1 regorge 6 mégaphanérophytes (soit 3% de la végétation), 7 macrophanérophytes (4%), 6 mésophanérophytes (3%), 48 microphanérophytes (24%), 52 nanophanérophytes (26%) et 80 chamaéphytes (40%). La placette 2, 9 mégaphanérophytes (soit 2%), 6 macrophanérophytes (2%), 11 mésophanérophytes (3%), 180 microphanérophytes (50%), 107 nanophanérophytes (30%) et 48 chamaéphytes (13%). Quant à la placette 3, nous avons enregistré 3 Mégaphanérophytes (soit 7%), 2 Macrophanérophytes (4%) et 40 chamaéphytes (89%). Et la placette 4 a enregistré 1 Mésophanérophytes (soit 1%), 76 microphanérophytes (17%), 123 nanophanérophytes (28%) et 234 chamaéphytes (54%). Représentations graphiques issues des valeurs trouvées :

Spectre 1 : Relevé d'îlot de forêts denses sèches. Spectre 2 : Relevé de forêt-galerie



Spectre 3 : Relevé de savane boisée. Spectre 4 : Relevé de savane arbustive claire



Source : Travaux de terrain, 2023

L'étude de terrain a été réalisée sur douze placettes, dont sept en milieu non cultivé et cinq en milieu cultivé. La zone d'étude présente une hétérogénéité remarquable de ligneux, tels que *Parkia biglobosa*, *Lophira lanceolata*, *Daniellia oliveri*, *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Cola cordifolia*, et *Parinari curatellifolia*, qui caractérisent son paysage. Notons qu'une espèce ligneuse peut appartenir à plusieurs types biologiques selon sa taille. Les analyses révèlent que les mégaphanérophytes, les macrophanérophytes et les mésophanérophytes sont faiblement réparties dans le milieu naturel. Ces types végétaux dont la taille est grande sont les caractéristiques des formations forestières. Leur faible présence dans le milieu naturel indique que la dynamique de la biodiversité végétale ne s'accompagne pas d'un enrichissement en espèces forestières (planche 1).

Planche 1 : Présentation de quelques placettes



A : Savane boisée de Karité (*Vitellaria paradoxa*) ; B : Savane arbustive à de jeunes *Daniellia oliveri*

La prise de vue A présente une savane boisée sur un haut versant. Il s'agit d'un milieu de culture. Un champ de maïs avec la présence de quelques ligneux. Ces arbres de *Vitellaria paradoxa* sont ceux qui ont été épargnés lors des défrichements à cause de leur particularité socio-économique. La prise de vue B présente une savane arbustive sur un mi- versant. Il s'agit d'un milieu au repos c'est-à-dire une jachère de 6 ans. Les Nanophanérophytes et les Chamaéphytes, bien que très abondants, occupent peu d'espace en termes d'aire d'occupation, plusieurs individus pouvant se regrouper en un même lieu. Ces petits ligneux (0,5 à 2 mètres de hauteur) représentent les futures générations des milieux naturels du département de Katiola. À côté de ces petites espèces se trouvent des ligneux de taille moyenne et grande (de 2 à plus de 30 mètres), tels que les Microphanérophytes, Mésophanérophytes, Macrophanérophytes et Mégaphanérophytes, qui, bien que moins nombreux, occupent une plus grande surface. Parmi les espèces inventoriées, *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* se distinguent par leur dominance dans les jachères, en raison de leur grande utilité pour les populations locales, notamment pour leurs fruits, qui sont valorisés en alimentation et en soins corporels. La diversité ligneuse du département de Katiola détermine le type de formation végétale, pouvant inclure des savanes arbustives, arborées, boisées, ou des forêts. Les cartes d'occupation des

terres illustrent la répartition de ces formations. Les forêts claires et les savanes boisées présentent parfois une distinction difficile, avec des espèces telles que *Lophira lanceolata*, *Daniellia oliveri*, et *Burkea africana* dominantes, et une strate arbustive généralement composée de *Gardenia ternifolia* et *Ximenia americana*. Dans la distribution des savanes arborées et arbustives, les espèces caractéristiques incluent sont *Daniellia oliveri*, *Lophira lanceolata*, et *Terminalia schimperiana*. Dans les dépressions sous savanes herbeuses, les espèces telles que *Brachiaria jubata* et *Andropogon africana* ont été recensées. En bas des pentes, ces savanes cèdent la place à des formations marécageuses de la famille Cyperaceae, parsemées de *Raphia sudanica*. Les forêts semi-décidue et les galeries forestières, sont caractérisées par des espèces comme *Blighia sapida* et *Sterculia tragacantha*. La strate arbustive y inclut *Drypetes floribunda* et *Eugenia leonensis*. Dans ces formations, l'abondance des ligneux limite le développement des herbes, qui restent généralement maigres en raison de la faible luminosité et de l'insuffisance en oxygène et CO₂. Toutefois, dans les galeries forestières, on trouve aussi des espèces telles que *Cola cordifolia* et *Ficus trichopoda*.

2.4. Les forêts : un milieu soumis à la compétition biologique

La planche photographique ci-dessous montre les formations forestières et les espèces ligneuses qui les caractérise. Les forêts se trouvent dans les zones préservées de l'anthropisation et se composent de quelques espèces importantes. Elles sont composées de deux strates majeures.

Planche 2 : Présentation de quelques espèces ligneuses des îlots forestiers locaux



A : Arbre de *Milicia excelsa* ; B : Arbre de *Ceiba pentandra* ; C : Arbre de *Cola cordifolia* ; D : Arbre de *Diospyros mespiliformis* ; E : Forêt galerie du cours d'eau de Toumbokaha ; F : Arbre de *Lannea grandis*

Ces formations forestières se distinguent par une strate arborescente de 8 à 30 mètres, composée d'espèces telles que *Vitellaria paradoxa*, *Daniellia oliveri* et *Lophira lanceolata*, accompagnée

d'un sous-bois peu fourni incluant *Parinari curatellifolia* et *Hymenocardia acida*. Une strate herbacée est également présente, dominée par des graminées telles que *Beckeropsis unisetata* et *Andropogon tectorum*, tandis que les zones ombragées abritent des espèces comme *Pennisetum unisetum*. Les îlots forestiers, souvent adjacents aux forêts denses sèches, présentent une strate haute pouvant atteindre 30 mètres, avec des espèces telles que *Milicia excelsa* et *Ceiba pentandra*. Les forêts galeries, riches en plantes ripicoles, comprennent des espèces comme *Dialium guineense* et *Pterocarpus santalinoides*, et leur strate herbacée varie selon le couvert arboré. Les observations effectuées lors de l'étude ont permis d'identifier plusieurs types de formations végétales, notamment les forêts semi-décidues, les galeries forestières, et les savanes boisées, arborées, et arbustives. Quatre formations distinctes ont été relevées, caractérisées par une diversité d'espèces, principalement des Phanérophytes et Chamaephytes. Les placettes observées incluent une forêt galerie située dans un infraèdre, une savane boisée sur un haut versant à sol gravillonnaire, ainsi qu'une savane arbustive en jachère de six ans, illustrant la richesse écologique et la variabilité des milieux.

L'étude a aussi montré que les espèces ligneuses telles que l'iroko (*Milicia excelsa*), le baobab (*Adansonia digitata*), le karité (*Vitellaria paradoxa*), le néré (*Parkia biglosa*), *Diospyros mespiliformis* et *Tamarindus indica* sont préservées par les paysans en raison de leur utilité socio-économique. Le *Vitellaria paradoxa* leur permet de faire de la pommade traditionnelle « le beurre de karité » avec les fruits de cette espèce pour vendre. Quant au *Parkia biglobosa*, ses fruits sont utilisés pour faire un produit communément appelé « soumara » (en dioula), utilisé dans la cuisine. Les fruits des autres espèces sont utilisés pour faire des jus de fruits. Le *Milicia excelsa* est scié pour faire des constructions et des meubles.

2.5. Le milieu naturel, un espace humanisé par l'agriculture et de l'orpillage

Planche 3 : Dégradation des milieux naturels par exploitation minière aurifère (A) à Timbé et des systèmes de culture (B) à Nicolo



A



B

Source : N’Gromma KOUADIO, 2023

L'évolution de la biodiversité végétale reste influencée par divers facteurs, comme l'agriculture illustré par la photo B. Des agriculteurs sèchent les grains déterrés en vue d'une commercialisation. Tout comme la culture de l'igname qui a précédé la culture de l'arachide sur cette parcelle. Depuis la crise de 2002, l'utilisation du milieu (photo A), s'est intensifiée, mettant en évidence l'impact majeur de l'exploitation humaine sur les paysages végétaux. La réparation des dégâts au sein des parcelles minières est absente.

3. DISCUSSION

Les résultats de cette étude révèlent une diversité floristique importante au sein des formations végétales du département de Katiola, traduisant la complexité des interactions entre facteurs climatiques, édaphiques et anthropiques. Les analyses réalisées sur le terrain mettent en évidence la présence de formations végétales variées, allant des forêts denses sèches aux formations de savanes, confirmant la richesse écologique de la zone. Ce constat corrobore les observations de A. Koulibaly *et al.*, (2010, p. 149), qui soulignent la coexistence de plusieurs types de formations végétales dans les zones de transition soudano-guinéennes de Côte d'Ivoire. Cette biodiversité végétale se manifeste à travers différentes strates, comme le montre l'inventaire floristique mené sur des placettes, qui révèle une grande variété d'espèces. Parmi celles-ci, l'on trouve des mégaphanérophytes, macrophanérophytes et mésophanérophytes tels que *Milicia excelsa*, *Ceiba pentandra*, *Dialium guineense* et *Pterocarpus santalinoides*. Cependant, les placettes situées dans les formations de savanes apparaissent relativement pauvres en diversité biologique. On y recense des espèces telles que *Vitellaria paradoxa*, *Daniellia oliveri* et *Lophira lanceolata*, qui correspondent également aux catégories de mégaphanérophytes, macrophanérophytes et mésophanérophytes. Bien que la biodiversité végétale dans le département soit en phase de recru, elle demeure dégradée pour plusieurs raisons. Des études antérieures, notamment celles de M. Affro *et al.* (2023, p. 413) attestent que l'activité humaine est le principal facteur influençant l'évolution des milieux naturels à Katiola. L'agriculture, en particulier, est identifiée comme la principale cause de dégradation des écosystèmes locaux. L'expansion des cultures entraîne des taux de déboisement élevés, tandis que l'orpaillage artisanal et l'exploitation minière semi-industrielle dégradent les sols et compromettent la régénération de la végétation naturelle dans la région du Hambol (M. Affro, 2022, pp. 230-238). Les formations végétales sont également vulnérables aux feux de brousse, qui perturbent fortement la strate arborescente. Ces incendies favorisent la prolifération des plantes herbacées, notamment des graminées, en ouvrant les formations végétales et en créant des espaces lumineux propices à leur développement, comme l'indiquent les travaux de D. Ouattara (2016, p. 4825). L'agriculture extensive sur brûlis, marquée par les cultures vivrières et industrielles, contribue également à cette dégradation. La superficie dédiée aux tubercules dépasse 16 000 ha, suivie par la culture du maïs, qui occupe environ 12 000 ha (J. Agoualé *et al.*, 2017, p. 85). De plus, la culture de l'anacarde a augmenté de manière significative, passant de 16 685 ha en 2013 à 38 483 ha en 2015 (J. Agoualé *et al.*, 2017, p. 82). Ces activités humaines entraînent une réduction considérable de la densité du couvert ligneux, une modification de la composition floristique et édaphique, ainsi qu'une savanisation, pouvant aller jusqu'à la désertification, comme le souligne D. Ouattara *et al.* (2016, p. 4825). Les formes biologiques les mieux représentées dans la zone d'étude sont les microphanérophytes (mPh), en raison de l'abondance du couvert savanicole arbustif.

Toutefois, l'analyse de la dynamique de la biodiversité végétale à partir des cartes de l'occupation des terres avec l'appui des images de Landsat de la zone d'étude, présente des changements notables entre 1989 et 2022. Les analyses de l'occupation des terres à partir de ces images de mois secs (Landsat 4 TM, 10 février 1989 et Landsat 8 OLI, 12 janvier 2022), leur donnant une bonne résolution, ont permis de saisir de façon correcte les interactions entre l'exploitation des ressources naturelles et la dynamique de la biodiversité végétale. Elles illustrent la dynamique de perte, de gains ou de stabilité des types de milieux. Ainsi, les forêts denses semi-décidues et de galerie ont gagné en superficie, passant de 29 990,7 ha en 1989 à 58 083,48 ha en 2022, grâce à la transformation de certains milieux qui n'ont pas été touchés par l'anthropisation et aux efforts de reboisement dans certains milieux comme les aires protégées. Ces résultats sont contraires à ceux de A. Tra Bi (2013, p.105), qui montrent une baisse plus importante du couvert forestier du bassin de Bouregreg (Maroc) de 1980 à 2009 (environ 59 000 ha). L'auteur atteste que la disparition de la végétation forestière se fait au

détriment de cultures céréalières et de pâturages. En outre, les habitations et les sols nus, se sont considérablement étendus, passant de 29 241,81 ha en 1989 à 44 135,18 ha en 2022. Cela est lié à la surexploitation des ressources naturelles à travers l'orpaillage et l'urbanisation. Ces résultats concordent avec ceux de A. Tra Bi (2013, p.107) qui souligne que la hausse évolutive des sols nus est liée à une forte dégradation des versants dénudés due aux activités anthropiques.

Cette étude n'a pas pu mettre en évidence le rôle de la variable climatique sur la dégradation des écosystèmes préforestiers et les ligneux endémiques. Pourtant, la variable climatique constitue un facteur écologique majeur influençant la composition, la distribution et la régénération des formations végétales dans les écosystèmes préforestiers. En effet, les fluctuations pluviométriques et thermiques observées ces dernières décennies ont entraîné des modifications notables dans la structure des communautés végétales (M. Koné *et al.*, 2017, p. 53). Une baisse de la pluviométrie moyenne annuelle ou une irrégularité de la répartition des précipitations affecte directement la régénération naturelle des espèces hygrophiles au profit d'espèces xérophiles mieux adaptées aux conditions sèches (A. Yéo *et al.*, 2020, p. 75). Dans ce contexte, le changement climatique accentue les effets de l'exploitation des ressources naturelles. Les pressions humaines (défrichements, feux de brousse, pâturage intensif) agissent en synergie avec les stress climatiques pour accélérer la dégradation des écosystèmes et réduire la résilience écologique des savanes (E. N'Guessan *et al.*, 2019, p. 24). Ces interactions complexes entre facteurs biophysiques et anthropiques se traduisent par une perte progressive de diversité floristique et une homogénéisation des paysages végétaux.

CONCLUSION

La biodiversité végétale des savanes préforestières dans le département de Katiola évolue lentement avec les ressources forestières en minorités. Cette étude, réalisée sur une période de 33 ans, a révélé des changements notables dans l'occupation des terres entre 1989 et 2022, illustrant des dynamiques de pertes, de gains et de stabilités des formations végétales. Les forêts denses semi-décidues et de galerie ont gagné en superficie, passant de 29 990,7 ha en 1989 à 58 083,48 ha en 2022, grâce à la transformation de certains milieux qui n'ont pas été touchés par l'anthropisation et aux efforts de reboisement dans les aires protégées et le domaine communautaire. En revanche, la forêt claire et la savane boisée ont perdu une part importante de leur superficie, diminuant de 24 936,12 ha à 11 796,01 ha. La savane arborée et arbustive a également connu une légère baisse, passant de 75 926,52 ha à 66 182,22 ha. Simultanément, les habitations et les sols nus, se sont considérablement étendus, passant de 29 241,81 ha à 44 135,18 ha. Les champs et jachères, bien que réduits de 127 443,51 ha à 107 261,01 ha, restent largement plus étendus que les savanes et forêts. Cette analyse met en évidence que l'exploitation des ressources naturelles est à l'origine de la dynamique de la biodiversité végétale. Par conséquent, les différents types biologiques ainsi que les formations végétales correspondant émergent ou se développent en fonction de l'utilisation du milieu naturel par les populations locales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJANOHOUN Edmond, 1964, *Végétation des savanes et des rochers découverts en côte d'ivoire centrale*, Centre O.R.S.T.O.M. D'Adiopodoumé-Abidjan, 178 p.
- AFFRO Mathieu Janasse, 2022, *Pressions anthropiques et mutation du couvert végétal dans la région du Hambol (centre-nord de la Côte d'Ivoire)*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université Alassane Ouattara de Bouaké, 423 p.
- AFFRO Mathieu Janasse, KOUADIO N'gromma Florent et SORO Nambégué, 2023, « Contexte pédologique et répartition des types biologiques dans les savanes subsoudanaises du département de Katiola (centre-nord de la cote d'ivoire) » *Revue Collection Recherches et Regards d'Afrique*, Vol 2 N° 5, octobre 2023, pp. 379-418.

- AGOUALE Yao Julien, VEI Kpan Noel, AFFRO Mathieu Jonasse, 2017, « Pressions anthropiques et dynamique du couvert végétal dans la sous-préfecture de Katiola », *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, N°1 Janvier 2017, pp. 78-86.
- AKE ASSI Laurent, 1963, *Contribution à l'étude floristique de la Côte d'Ivoire et des territoires limitrophes*, Lechevalier, Paris VII, 321 p.
- AKODEWOU Amah, 2019, *Trajectoires paysagères et biodiversité : effets de l'anthropisation sur les plantes envahissantes à l'échelle de l'Aire Protégée Togodo et sa périphérie dans le sud-est du Togo*, Thèse de doctorat, AgroParisTech, 302 p.
- BOUTERFAS Karim, 2021, *Biodiversité végétale*, Université Djillaliliabes De Sidi Bel Abbes, République Algérienne, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de l'environnement, 80 p.
- BRAUN-BLANQUET Josias, 1952, *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*, Direction de la carte des groupements végétaux, CNRS, Montpellier, 292 p.
- COULIBALY Talnan Jean, 2009. *Répartition spatiale, gestion et exploitation des eaux souterraines : cas du département de Katiola, région des savanes de Côte d'Ivoire*. Sciences de la terre, Université paris-est, Français, 135 p.
- OUATTARA Djakalia, TIEBRE Marie-Solange, BI TRA Aimé Vroh, ANTHELME Gnagbo, KONE Mamadou, KOUAME N'Da Fulgence et YAO Adou, Yao Cyrille, 2017, « Influence des fluctuations climatiques sur la composition floristique des savanes de Côte d'Ivoire », *Journal Africain d'Écologie et de Gestion des Ressources Naturelles*, pp. 45-58.
- KOUAKOU Edouard N'guessan, 2016, « Diversité floristique et usages des plantes dans la zone soudanienne du Nord-ouest de la Côte d'Ivoire », *Laboratoire de botanique, UFR biosciences*, Université Félix Houphouët-Boigny, pp. 4815-4830.
- KOULIBALY Amadou, N'GUESSAN Kouadio et AKE-ASSI Laurent, 2010, « Diversité floristique et structure des formations végétales de la Côte d'Ivoire », *Journal of African Ecology*, pp. 142-156.
- N'GUESSAN Kouamé Emmanuel, KOUASSI Amian Ferdinand et KOFFI Blaise Jean, 2019, « Effets combinés du changement climatique et des pressions anthropiques sur la résilience écologique des savanes de Côte d'Ivoire », *Bois et Forêts des Tropiques*, pp. 15-28.
- OUEDRAOGO Mamounata, 1993. *Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la forêt classée de toessin, province du passore burkina faso*. Thèse de doctorat, Faculté des sciences et techniques, 192 p.
- PERRAUD Alain, 1971, « Les sols », *ORSTOM Adiapodoumé*, pp. 269-390.
- POSS Roland, 1982, *Etude morpho-pédologique de la région de Katiola (Côte d'Ivoire)*, Feuille Katiola, ORSTOM Paris 1982, 142 p.
- RAUNKIAER Christen, 1905, *Types biologiques pour la géographie botanique*, (Oversigt K. Danske Vidensk. Selsk. Forkandlig), Bull. Acad. R. Sc. et Lettres Danemark, pp. 347-437.
- TRA BI Zamblé Armand, 2013, *Etude de l'impact des activités anthropiques et de la variabilité climatique sur la végétation et les usages des sols, par utilisation de la télédétection et des statistiques agricoles, sur le bassin versant du Bouregreg (Maroc)*, Thèse de doctorat de l'Université d'Artois, 192 p.
- TROCHAIN Jean, 1940, *Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal*, Mém. I.F.A.N. Dakar, 425 p.
- YEO Kouadio Alexis, KOULIBALY Abdoulaye et TRAORE Daouda, 2020, « Dynamique des formations végétales en relation avec la variabilité pluviométrique dans les savanes ivoiriennes », *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, pp. 67-82.