

Structure de la biodiversité végétale du bassin de la rivière Milo (Nord Est de la Guinée)

Soumaïla CONDE^{1,4*}, Lansana TOURE², Lanciné SANGARE³, Dov CORENBLI⁴

Résumé

Cette étude a été réalisée dans le but d'analyser la biodiversité floristique dans le bassin de la rivière Milo. Ce sont les sites périurbain anthropisés de Kankan (site A), et le site rural moins anthropisés de Kérouané (site B). Ainsi, pour analyser la structure floristique des deux sites, nous avons choisi quatre unités géomorphologiques : les bancs alluviaux, les berges, les annexes fluviales, la plaine alluviale et les versants jouxtant la plaine alluviale. Quatre quadrats de 400 m² ont été réalisés au niveau des forêts dites « amères » ou « sacrées » (ce sont des forêts conservées par les populations). Plusieurs types d'analyses statistiques uni-variés et multivariés ont porté sur un total de 204 espèces réparties en 54 familles et 145 genres. Au total, six principaux groupements végétaux ont été discriminés de manière objective par l'analyse statistique exploratoire multivariée (classification hiérarchique ascendante) dans chaque site. Le site de Kérouané renferme des classes de diamètre et de hauteurs plus importantes. Par contre la richesse spécifique est significativement plus importante sur le site de Kankan avec une dominance de la strate arbustive plus diversifiée.

Mots clés : Guinée, Rivière Milo, Biodiversité végétale.

Abstract

Structure of plant biodiversity in the Milo River basin (Nord Est of Guinea)

This study was carried out with the aim of analyzing floral biodiversity in the Milo River basin. These are the anthropized peri-urban sites of Kankan (site A), and the anthropized rural site of Kérouané (site B). Thus, to analyze the floristic structure of the two sites, we chose four geomorphological units: the alluvial banks, the banks, the fluvial annexes, the alluvial plain and the slopes adjoining the alluvial plain. Four quadrats of 400 m² were created at the level of so-called "bitter" or "sacred" forests (these are forests conserved by the populations). Several types of univariate and multivariate statistical analyzes focused on a total of 204 species divided into 54 families and 145 genera. In total, six main plant groups were objectively discriminated by multivariate exploratory statistical analysis (ascending hierarchical classification) in each site. The Kérouané site contains larger diameter and height classes. On the other hand, the specific richness is significantly greater on the Kankan site with a dominance of the more diversified shrub layer.

Keywords: Guinea, Milo River, Plant biodiversity.

^{1,4} (auteur pour correspondance) condedandela@gmail.com, Département de Biologie, Université Julius Nyerere de Kankan, BP 209, Kankan, Guinée Conakry, téléphone +224622 11 17 16) /Vice-doyen chargé des études à la Faculté des Sciences de la Nature

² Université Julius Nyerere de Kankan, BP 209, Kankan, Guinée,

tlasana2001@yahoo.fr, +224622342324

³ Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire de Faranah, BP 131, Faranah, Guinée, lancin.sangar@gmail.com, téléphone +224610034543

⁴ Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, UMR 5245 CNRS-UPS-INPT, 31062 TOULOUSE cedex 9, dov.corenbli@uca.fr

INTRODUCTION

Cet article aborde la question de la biodiversité végétale forestière dans un contexte tropical à saisons alternées. La biodiversité végétale représente un patrimoine naturel d'une valeur exceptionnelle pour les populations locales guinéennes et pour l'humanité en générale. La notion de « biodiversité » se définit comme « la diversité du monde vivant » (Lindermayer et al., 2006 ; Ozgur et al., 2007 ; Larrieu et al., 2008). La préservation de l'environnement, de sa diversité biologique et des services écologiques rendus à la société est devenue une préoccupation majeure de l'humanité (Djego et al., 2012).

En effet, la caractérisation du système écologique est fonction de trois éléments clés : la structure spatiale, la composition et le fonctionnement. Ainsi, le paysage sera directement lié à la biodiversité et démontrera la confrontation qui existe entre la société et son milieu. C'est pourquoi, il est observé une intensification des actions anthropiques sur les ressources naturelles. Ce travail de recherche rentre dans le cadre de l'étude des relations entre homme et son

milieu. L'étude part du constat que la biodiversité végétale forestière guinéenne est fortement impactée par la société humaine, et cela depuis 1972. Les changements de structure, de fonctionnement du milieu et de la flore impactent à leur tour les sociétés humaines en contraignant les pratiques ou en réduisant les services écosystémiques liés à la biodiversité végétale. La Guinée représente un excellent modèle d'étude de la biodiversité végétale, notamment en contexte de plaine alluviale. Elle possède une végétation influencée par un climat tropical avec deux saisons alternées (Orange, 1990). Ce pays, d'une superficie de 245.857 km², héberge la plus riche flore d'Afrique occidentale (Schnell, 1976).

Dans cet excellent modèle, la phytodiversité de la plaine alluviale des cours d'eau du bassin du fleuve Niger reste peu étudié. Le cas du bassin de la rivière Milo est traité ici de manière spécifique pour illustrer cette question car cette rivière est caractéristique de la situation régionale des cours d'eau du bassin du fleuve Niger. L'objectif de ce travail est de fournir, une description qualitative quantitative fine et objective de la structure de la biodiversité végétale du

corridor fluvial de la rivière Milo. Cet objectif répond ainsi à la question scientifique : comment, et dans quelle mesure, l'activité anthropique impacte la biodiversité végétale dans la plaine alluviale de la rivière Milo ? Des objectifs spécifiques fixés sont entre autres :

- Inventorier la biodiversité végétale des unités d'échantillonnage ;
- Caractériser la structure des formations végétales investiguées
- Effectuer des tests de comparaison non paramétriques et des analyses exploratoires multivariées.

1. METHODOLOGIE

1.1. Site d'étude

Le bassin de la rivière Milo en Haute Guinée constitue la zone d'étude. Dans cette zone, deux sites d'inventaires floristiques ont été retenus le long de la rivière Milo afin de comprendre leur structure forestière. Il s'agit d'un site de la commune de Kankan situé entre 9° 21' 41" et 9° 15' 42" de longitude Ouest et entre 9° 20' 59" et 10° 14" de latitude Nord et d'un autre site de la commune de Kérouané situé entre 9° 8' 40" et 9° 6' 8" de longitude Ouest et entre 9° 30' 56" et 9° 32' 52" de latitude Nord. Les sites sont caractérisés par une mosaïque d'unités géomorphologiques comparables avec la présence d'annexes fluviales, de bancs alluviaux, de berges, du lit majeur, d'une savane (versant) adjacente et de forêts sacrées.

Le site de Kankan est marqué par la présence d'une mosaïque de végétation de type savane arborée ou arbustive. Dans ce site (Figure 1 A), l'anthropisation est marquée par diverses activités comme le témoigne Koné (2008) à travers les défrichements culturels, la carbonisation, l'exploitation du bois d'œuvre et de service, la confection et la cuisson des briques en bordure du cours d'eau, les feux. Le site de Kérouané renferme une végétation de savane arborée et comporte quelques galeries forestières reliques (Figure 1 B).

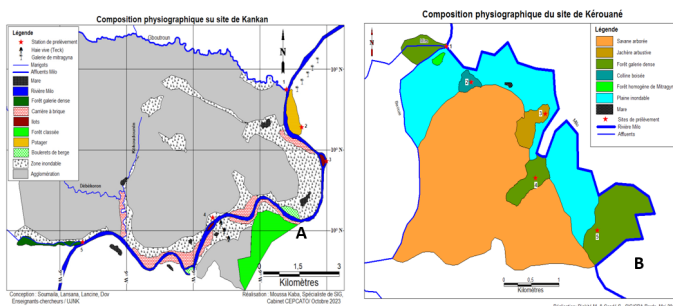


Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnages floristiques des sites de Kankan (A) et de Kérouané (B)

La stratégie d'échantillonnage floristique a été conçue afin de pouvoir comparer différentes unités géomorphologiques constitutives du corridor fluvial. En complément, des relevés floristiques ont également été faits dans deux forêts sacrées (forêts considérées par les populations humaines comme lieux des offrandes) afin d'obtenir un autre repère local d'une formation forestière a priori très peu impactée.

1.2. Description des unités d'échantillonnage

Le choix des unités d'échantillonnage sur les deux sites a été établi sur la base de critères hydro géomorphologiques : topographie, durée d'inondation, exposition aux submersions et position et distance par rapport au cours d'eau.

Au total cinq principaux types d'unités d'échantillonnage ont été retenus. En plus de ces unités, un autre type complémentaire relatif aux forêts dites « sacrées » a été échantillonné dans l'optique d'une comparaison avec un état de référence. Les principales caractéristiques morphologiques sont :

- les *annexes fluviales* : elles sont ainsi appelées pour différencier les berges de la rivière Milo et celles de ses affluents ou des chenaux secondaires. Les annexes ont leurs lits constitués par des sols sableux, limoneux, argileux ou gravillonnaires. Le long de ces unités, nous rencontrons souvent des galeries forestières prenant la forme de lisières étroites.

- les *bancs alluviaux* : ces unités fluviales se trouvent au niveau des convexités des méandres ou dans le chenal principal du cours d'eau. Les bancs alluviaux les plus proches des agglomérations sont souvent défrichés pour faire des cultures maraîchères pendant la saison sèche, généralement entre janvier et mai. Les types de sols rencontrés sont le plus souvent sableux ou argileux. L'écoulement et l'érosion représentent sur les bancs alluviaux deux facteurs prépondérants de structuration végétale. Les bancs sont moins soumis à l'impact des feux de brousse car souvent entourés d'eau.

- les *berges* : ces unités se trouvent au contact du chenal principal. Les berges du Milo sont dégradées surtout à proximité des grandes agglomérations, telle que Kankan. Elles sont constituées par des sols de types sableux, argileux ou limoneux (Lisowski, 2009). Les berges sont soumises chaque année aux incendies.

- le *lit majeur* : cette unité s'organise en vastes étendues planes qui bordent le cours d'eau et s'étendent jusqu'à la savane ; souvent constituées de sols hydromorphes. Toutes les activités de riziculture, d'élevage ainsi que la production des briques cuites ont lieu dans le lit majeur.

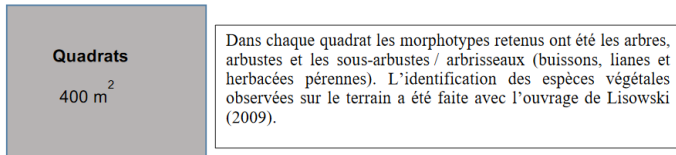
- la *savane* : il s'agit d'une unité sèche non soumise aux inondations annuelles. Sa physionomie varie en fonction du type de végétation. L'on rencontre des savanes herbeuses, arbustives et arborées. Ces milieux constituent dans la plupart des cas, de la jachère et sont très fréquemment exposés aux feux de brousse. Les types de sols sont sableux, argileux, limoneux.

- les *forêts sacrées* : elles représentent des unités protégées par les populations. Dans ces unités, les coupes de bois ou ramasse de bois morts sont interdites.

1.3. Échantillonnage floristique

Positionnement des quadrats d'échantillonnage, nous avons utilisé la technique d'échantillonnage aléatoire au sein des unités géomorphologiques préalablement définies (Delorme, 1998 ; Corenblit, 2006 ; Corenblit *et al.*, 2007 ; Barima *et al.*, 2010 ; Kimpouni *et al.*, 2013). Dix quadrats de 20 m x 20 m (400 m²) ont été disposés au sein de chaque unité géomorphologique

selon la technique utilisée par Djego et al (2012) et Kakelengwa et al (2016). La technique utilisée par Djego consiste en un inventaire de toutes les espèces rencontrées dans chaque quadrat et la mesure de tous les individus ayant un diamètre supérieur ou égal à 10 centimètres. Dans les forêts dites sacrées, quatre quadrats ont été réalisés. L'échantillonnage a consisté en un total de 104 quadrats (Schéma d'un quadrat ci-dessous) :



1.4. Mesure de paramètres dendrométriques

Les paramètres considérés sont le diamètre à hauteur de poitrine (1,3 m), la hauteur et la densité de tige. La distribution des tiges par classes de circonférence ou de diamètre permet de connaître de la dynamique des peuplements forestiers (Devineau, 1984). Le diamètre des arbres a été mesuré à l'aide d'un ruban à hauteur de poitrine (Latte et al., 2012). La densité a été définie par plusieurs auteurs comme une mesure représentant le nombre d'individus par unité de surface du sol (Jaffré et Veillion, 1993 ; Adou Yao et al., 2013). La densité d'individus est évaluée comme le nombre de tiges (tige ≥ 10 cm de diamètre mesuré à une hauteur de 1,30 m) par 400 m². La densité est ensuite exprimée par hectare. La hauteur a été mesurée pour chaque arbre à l'aide du télémètre Leica Disto D110. En effet, nous avons positionné à chaque mesure l'appareil de manière parallèle à l'arbre, en fixant avec l'infrarouge un point (branche, feuille) le plus proche possible de la cime de l'arbre et le reste après ce point a été estimé.

1.5. Analyses des données

L'analyse a été effectuée avec le logiciel PAST STAT selon trois niveaux de comparaison emboîtés : (1) global (total des deux sites) ; (2) entre sites et (3) entre unités. L'analyse statistique a reposé principalement sur l'abondance relative des espèces dans les quadrats et sur le calcul d'indices de diversité (richesse spécifique (S), Shannon (H'), équitabilité (J')). Des tests non-paramétriques ont été utilisés afin de voir s'il existe des différences significatives entre sites et unités concernant les différents indices de biodiversité.

1.6. Analyses exploratoires multivariées

Des analyses exploratoires multivariées ont ensuite été réalisées pour interpréter la formation et la discrimination des groupements floristiques. Nous avons utilisé une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) pour créer et visualiser la formation des groupements, une Analyse en Composante Principale (PCoA) pour visualiser les groupements sur des gradients, une ANOSIM couplée à un test de SIMPER pour tester la différence entre groupements et identifier les espèces structurantes et une Analyse Canonique des Correspondances (ACC) pour tester l'effet des variables d'habitat sur les discriminations des groupements floristiques. Ces analyses ont été basées sur l'indice de similarité de Bray-Curtis calculé à l'aide du logiciel Past3. La raison du choix de cet indice par rapport à d'autres indices est lié au fait qu'il donne importance

aux espèces rares (Corenblit, 2006 ; Grall et Coïc, 2006).

2. RESULTATS

2.1. Espèces caractéristiques et Familles de végétaux rencontrées dans les unités géomorphologiques

- Les espèces caractéristiques des unités d'échantillonnage

En fonction de leur contribution exprimée en pourcentage relatif, nous avons retenu les cinq premières espèces caractéristiques de chaque unité géomorphologique (tableau I).

Tableau I : Espèces caractéristiques des unités géomorphologiques

| N° | Unités | Espèces |
|----|-------------------|--|
| 1 | Annexes fluviales | <i>Parinari congolana</i> , <i>Syzygium guineense</i> , <i>Moghania faginea</i> , <i>Pterocarpus santalinoides</i> , <i>Hymenocardia heudelottii</i> |
| 2 | Bancs alluviaux | <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Pterocarpus santalinoides</i> , <i>Syzygium guineense</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Ceiba pentandra</i> |
| 3 | Berges | <i>Pterocarpus santalinoides</i> , <i>Parinari congolana</i> , <i>Cynometra vogelii</i> , <i>Vitex doniana</i> , <i>Syzygium guineense</i> |
| 4 | Lit majeur | <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Sarcocephalus latifolius</i> , <i>Vitex doniana</i> , <i>Pterocarpus santalinoides</i> |
| 5 | Savane | <i>Uapaca togoensis</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Pericopsis laxiflora</i> |
| 6 | Forêts sacrées | <i>Detarium microcarpum</i> , <i>Carapa procera</i> , <i>Detarium senegalense</i> , <i>Oxyanthus racemosus</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> |

- Les différentes familles d'espèces majoritairement rencontrées dans les unités sont consignées dans le tableau.

Tableau II. Familles de végétaux rencontrées dans les unités géomorphologiques

| N° | Unités | Familles |
|----|-------------------|---|
| 1 | Annexes fluviales | <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Fabaceae</i> |
| 2 | Bancs alluviaux | <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Caesalpinaceae</i> , <i>Fabaceae</i> |
| 3 | Berges | <i>Fabaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Phyllantaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Verbenaceae</i> |
| 4 | Lit majeur | <i>Fabaceae</i> , <i>Phyllantaceae</i> , <i>Verbenaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> |
| 5 | Savane | <i>Combretaceae</i> , <i>Anacardiaceae</i> , <i>Amonaceae</i> , <i>Caesalpinaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> et <i>Verbenaceae</i> |
| 6 | Forêts sacrées | <i>Caesalpinaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Meliaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> |

2. 2. Distribution du nombre de tiges et des hauteurs dans les deux sites

La distribution de tiges par classes de diamètres et de hauteurs à l'hectare met en évidence une différence significative dans les deux sites d'étude (P < 0,05). L'histogramme de fréquence des classes de diamètres indique une tendance à la baisse du nombre de tiges avec l'augmentation du diamètre (Figure 2 A). Concernant les classes (première classe) [10-15 cm [de tiges jeunes et [15-20 cm [constitue la seconde classe, le nombre de tiges dans le site de Kankan est plus important. Concernant les classes (troisième classe) de diamètre > [20-25 m [(troisième classe), le nombre de tiges dans le site de Kérouané domine. Concernant les hauteurs (Figure 2 B), le site de Kérouané présente des effectifs importants dans la première classe [5-10 m [.

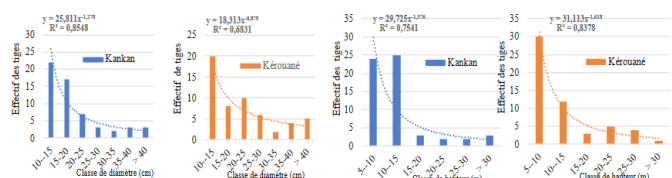


Figure : 2 A Distribution en classe de diamètre dans les deux sites

Figure : 2 B. Distribution en classe de hauteurs dans les deux sites

2.3. Densité moyenne de tiges par site et par unité géomorphologique

La densité moyenne de tiges (tige ≥ 10 cm) est plus élevée à Kérouané qu'à Kankan (Figure 3), mais les différences ne sont pas significatives (test Mann-Whitney U : p (same med.) = 1), (P > 0,05).

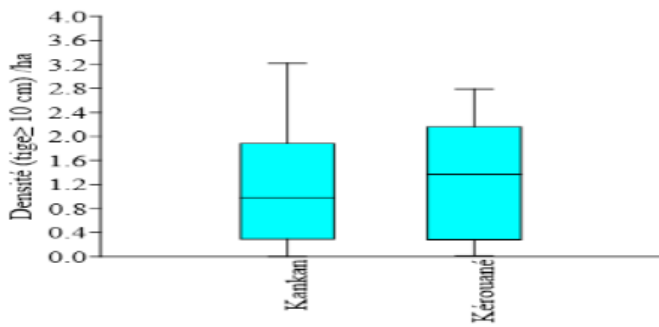


Figure 3. Densité de tiges ≥ 10 cm sur les deux sites
Nous observons une dominance de densité sur le site de Kérouané. Les annexes, les berges et la savane du site de Kérouané présentent les plus fortes densités. Les bancs et les lits majeurs présentent les plus faibles densités (Tableau III), mais les différences ne sont pas significatives (test Mann-Whitney U : p (same med.) = 1), (P > 0,05).

2. 3. Analyse globale de la biodiversité végétale

Tableau III. Évolution de la densité moyenne (± écart-type) en fonction des sites et unités géomorphologique (tige / ha).

| Densité moyenne par Site | Annexe | Banc | Berge | Lit majeur | Savane | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|
| Kankan | 0,90 ± 0,86 | 3,22 ± 2,28 | 0,29 ± 0,21 | 1,88 ± 1,33 | 0,0 ± 0 | 0,98 ± 0,69 |
| Kérouané | 1,22 ± 0,84 | 2,79 ± 1,98 | 0,28 ± 0,20 | 1,37 ± 0,97 | 0,01 ± 0 | 2,16 ± 1,53 |

Au total, 204 espèces ont été recensées sur l'ensemble des deux sites répartis entre 145 genres et 54 familles. Un récapitulatif de l'ensemble des résultats d'analyse globale de la phytodiversité est consigné dans le tableau IV. La comparaison des deux sites montre un nombre plus important d'espèces végétales dans les unités du site de Kankan. Ce constat reste aussi valable pour les familles, les genres ainsi que pour le nombre de morphotypes. La comparaison des différentes strates des sites d'étude montre une dominance des arbustes sur les deux sites. Les sous-arbustes sont moins représentés sur le site de Kérouané.

2.4. Comparaison des indices de biodiversité

Tableau IV. Nombre total d'espèces, familles, genres et morphotypes observés pour l'ensemble des sites.

| Site | Espèces | Familles | Genres | Arbres | Arbustes | Sous-arbustes /arbrisseaux | Lièges |
|--------------------|---------|----------|--------|--------|----------|----------------------------|--------|
| Kankan et Kérouané | 204 | 54 | 145 | 74 | 86 | 26 | 18 |
| Kankan | 144 | 46 | 96 | 57 | 68 | 6 | 13 |
| Kérouané | 86 | 32 | 68 | 37 | 38 | 2 | 9 |

Les relevés réalisés sur les deux sites montrent une différence significative (test Mann-Whitney U : 884,5 : p (same med.) : 0,0129). La richesse spécifique médiane sur le site 1 (Kankan) à dominance arbustive est un peu plus élevée que celle du site 2 (Kérouané). Cette richesse est respectivement 10 et 9 espèces pour 400 m² (Figure 4).

L'indice de Shannon est également plus élevé sur le site de Kankan (site 1) que sur celui de Kérouané (site 2) avec une valeur médiane respectivement de 1,6 et 1,3. Quant à l'indice d'équitabilité, il est fort et varie très peu entre les deux sites. Il est respectivement de 0,7 à 0,65 (Figure 4). Le test de SIMPER a permis d'expliquer les différences entre les unités.

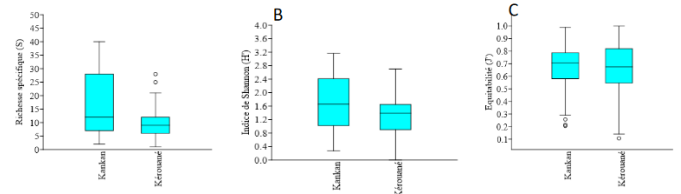


Figure 4. Variations intersites de A) Richesse spécifique, B) indice de Shannon et C) indice d'Équitabilité.

2.5. Comparaison des indices de biodiversité des unités géomorphologiques à l'échelle des sites

La richesse spécifique, les indices de Shannon et d'équitabilité montrent une différence significative (test Kruskal-Wallis, p (same) : 8,005E-37) ; (P < 0,05) entre les unités géomorphologiques. La richesse spécifique est plus élevée dans les unités annexes et savanes avec respectivement 19 et 20 espèces pour 400 m². Elle est plus faible sur les unités bancs, berges et plaines (lits majeurs) avec une moyenne respectivement de 5 ; 10 et 2 (Figure 5 A). L'indice de Shannon est également plus élevé dans les unités annexes et savanes avec des valeurs respectives de 2 et 2,2. Les plus bas niveaux de diversité sont observés sur les unités bancs et lits majeurs (Figure 5 B). L'indice d'équitabilité varie très peu entre les unités avec une légère dominance dans les lits majeurs (0,8). Il est de 0,6 et 0,65 respectivement sur les berges et sur les savanes. La plus faible valeur s'observe sur les bancs (0,5) (Figure 5 C).

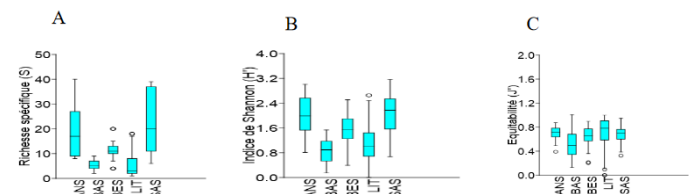


Figure 5. Variation de : A) Richesse spécifique, B) indice de Shannon et C) indices d'équitabilité en fonction de l'ensemble des unités géomorphologiques des deux sites.

3. Analyses exploratoires multivariées

3.1. Classification hiérarchique ascendante des unités morphologiques

L'analyse du dendrogramme (clustering) de l'ensemble des relevés floristiques des deux sites (Kankan et Kérouané) met en évidence une discrimination importante des différentes unités géomorphologiques sur la base de l'abondance relative des espèces végétales. Trois grands groupements de relevés floristiques se distinguent (Figure 6). Un premier groupe (G1) est formé par les relevés des deux sites confondus avec les unités, banc ; un second groupe (G2) quasiment constitué par les relevés des unités, savane et forêts plus quelques relevés des plaines (lits majeurs) et un troisième groupe (G3) constitué par les relevés des unités, bancs, annexe et berge (à droite du dendrogramme). Les principales espèces structurantes des trois groupements sont listées dans le tableau V.

Tableau V : Listes des principales espèces structurantes des principaux groupements de relevés.

| Groupe | Espèces |
|--------|--|
| G1 | <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Sarcocephalus latifolius</i> et <i>Syzygium guineense</i> |
| G2 | <i>Carapa procera</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Detarium microcarpum</i> , <i>Detarium senegalenense</i> , <i>Oxyanthus racemosus</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> et <i>Uapaca togensis</i> . |
| G3 | <i>Cynometra vogelii</i> , <i>Hymenocardia heudelotii</i> , <i>Parinari congolana</i> , <i>Pterocarpus santalinoides</i> et <i>Syzygium guineense</i> |

L'indice de Bray-Curtis a été choisi pour évaluer la dissimilarité entre les relevés des différentes unités et le niveau de coupe se situe vers 0,2. Le critère du choix des trois groupes est basé sur la position des groupements végétaux par rapport au cours d'eau (gradient d'humidité et le gradient de déconnexion hydrogéomorphologique).

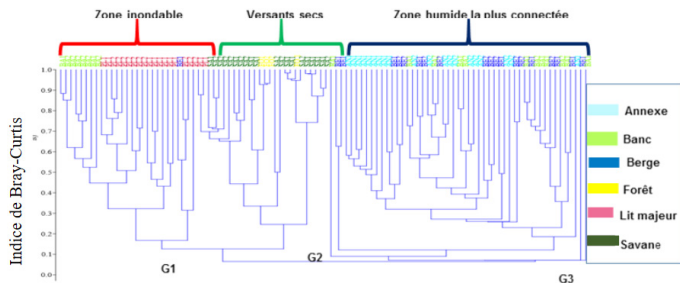


Figure 6. Classification hiérarchique de l'ensemble des relevés floristiques des unités géomorphologiques à partir de la similarité (indice de Bray-Curtis) des sites.

L'analyse du dendrogramme réalisée à partir des moyennes (Figure 7) d'indice de similarité calculées à l'aide du logiciel Past3 ressort une discrimination des unités géomorphologiques (vers 0,2 sur l'échelle de Bray-Curtis). Cette similarité sépare le groupe de relevés du corridor fluvial (bancs, berges, annexe) de ceux des versants (savane, forêt). Les lits majeurs forment un groupe à part. Une seconde séparation à l'intérieur de chaque sous-groupe floristique s'observe vers 0,3. A l'intérieur de ces sous-groupes apparaissent des affinités, d'une part entre les berges et les annexes des deux sites, et d'autre part entre les bancs alluviaux des deux sites. Le 2ème sous-groupe (à droite), regroupe les savanes, les forêts sacrées et quelques relevés du lit majeur (plaine).

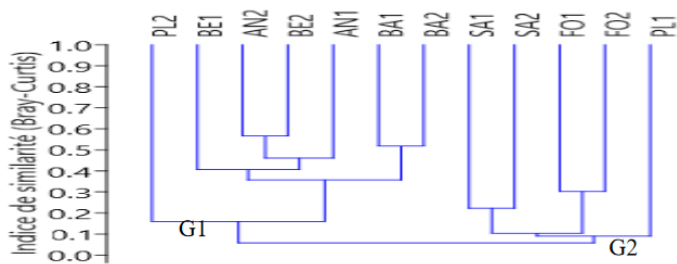


Figure 7. Classification hiérarchique des unités géomorphologiques à partir de leur similarité floristique (indice de Bray-Curtis) des deux sites.

Légende (figure 8) : AN1= Annexe-Site 1; AN2= Annexe-Site 2; BA1= Banc-Site 1; BA2=Banc-Site 2; BE1= Berge-Site ; BE2 = Berge-Site ; FO1= Forêt-Site 1; FO2= Forêt-Site 2; PL2= Plaine-site 1; PL1= Plaine site 2; SA1= Savane-Site 1; SA2= Savane-Site 2.

3.2. Analyse en composante Principale (PCoA) des relevés floristiques

L'analyse composante principale a permis de visualiser les différents relevés sur un plan factoriel exprimant des gradients synthétiques (Figure 8). Cette technique a permis d'interpréter la formation des groupements selon des gradients. Ainsi, l'étude montre trois principaux groupements floristiques distribués sur les deux premiers axes : l'axe 1 sépare une

bonne partie des relevés du lit majeur et des bancs (à droite) des relevés des annexes, berges et bancs (à gauche). Sur l'axe 2, se disposent dans la partie positive, les bancs, berges et dans la partie négative, de plaines (lits majeurs) et savanes. Les axes jouent le rôle de délimitation et permettent ainsi de visualiser les relevés floristiques sur un plan factoriel. Ces axes permettent l'interprétation des conditions écologiques stationnelles (Ouédraogo et al., 2008).

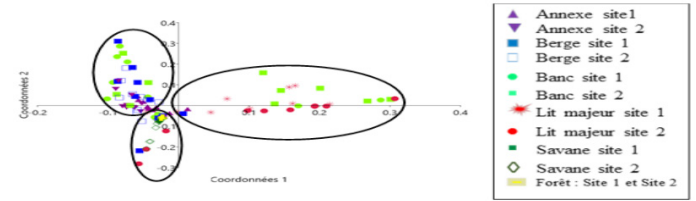


Figure 8. Analyse en composante principale (PCoA) sur les données floristiques des deux sites.

3.3. Analyse Canonique des Correspondances (ACC) des relevés floristiques

Les variables d'habitats à l'origine de la formation des axes factoriels de l'Analyse Canonique des Correspondances sont : **la texture du sol, la pente, l'humidité, la distance et la hauteur d'eau.** Ici seuls les axes 1 et 2 de l'Analyse Canonique de Correspondance sont considérés, avec un pourcentage de contribution respectif de 43,65% et 25,03%. Ces deux axes de l'analyse canonique de correspondance expliquent la majeure partie de la variabilité du jeu des données (différents traitements statistiques des données selon les objectifs fixés) (Figure 9). Sur l'axe 1, un gradient de distance au cours d'eau sépare, du côté droit (coordonnées positives) les relevés « terrestres/versant » des versants (savanes) et de la forêt sacrée, du côté gauche où se trouvent les relevés du corridor fluvial (annexes, bancs, berges et lit majeur). L'axe 2 sépare nettement les relevés en fonction de l'humidité et de la pente. A la végétation ripicole (annexes, bancs et berges) correspond une texture fine du sol, une plus forte humidité et une pente faible. La végétation savanicole (versant) regroupe les forêts sacrées et la savane proprement dite avec une texture du sol grossière, un substrat sec et une pente plus forte. Les items représentent les relevés floristiques des différentes unités géomorphologiques. Les fonds verts foncé représentent les relevés des bancs et ceux en traits verts, les relevés des berges.

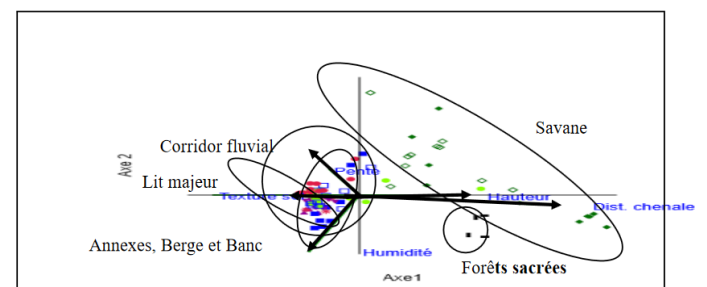


Figure 9. Analyse canonique des correspondances (ACC) sur les données floristiques. Les unités géomorphologiques sont bien discriminées. Les relevés d'échantillonnages des deux sites correspondant à une même unité se superposent bien sur le plan factoriel.

4. DISCUSSION

L'analyse des caractéristiques structurales de la phytodiversité met en évidence l'importance écologique de ce patrimoine, les résultats de cette étude corroborent celles des études réalisées dans le bassin du haut Niger en Guinée sur la diversité et la structure des forêts sacrées (Soumah et Kaniewski, 2018).

Une prédominance des individus de diamètre situé dans les premières classes de 10 à 20 sont nombreux sur le site 1 et moins nombreux sur le site 2. Les études similaires faites par Ouédraogo *et al* (2008) au Burkina Faso au parc national d'Arly ont montré que la densité des arbres présente une structure en J inversé. Les facteurs environnementaux ou variables d'habitats constituent des éléments clés dans la distribution des groupements végétaux sur nos sites comme l'ont indiqué Honvou *et al* (2021). D'autres études faites par Omar (2018) confirment que les facteurs édaphiques sont responsables de la distribution des espèces végétales et de leur dynamique. Ces facteurs considérés et appelés paramètres d'habitats telles que la pente, la texture du sol ont joué un rôle crucial dans la discrimination des groupements végétaux.

4.1. Comparaison de la structure floristique inter-sites

Les résultats de cette étude mettent en évidence des différences entre les deux sites en termes de pourcentage de morphotypes, de richesse spécifique en en termes d'indice. La comparaison montre un pourcentage d'arbre plus élevé dans les unités de Kérouané. *A contrario*, les arbustes et sous-arbustes (arbrisseaux) dominant dans les unités de Kankan.

La richesse spécifique et les indices (Shannon et équitabilité) mettent en évidence une importante diversité à Kankan. Néanmoins, cette diversité structurelle exprime une situation artificielle maintenue par les activités anthropiques et illustre une situation de blocage de la succession écologique à des stades pionniers arbustifs. Contrairement au site de Kankan, le site de Kérouané constitue une référence écologique car, bien que les niveaux de diversités soient plus faibles, la succession écologique est plus avancée et elle présente une structure forestière plus mature sur les plans physiologique et fonctionnel. Les activités agricoles n'ont pas significativement affecté ce site. Sur ce site, se trouvent les dernières galeries forestières qui gardent encore l'« image » et surtout les fonctionnalités d'une formation végétale mature, bien structurée, et donc en théorie plus résistante aux stress.

4.2. Comparaison corridor fluvial / savane

La richesse spécifique est moins élevée dans le corridor fluvial par rapport aux versants (savane). Le corridor est très impacté par diverses activités anthropiques, la phytodiversité n'a pratiquement pas le temps de se développer.

4.3. Comparaison inter-unités géomorphologiques

Les indices de diversité les plus élevés ont été observés dans les annexes. Ces unités subissent des perturbations anthropiques « modérées » qui ne se répètent pas tous les ans. De fait, le couvert végétal a le temps de se reconstituer de manière convenable dans ces zones. L'agriculture n'est pas souvent pratiquée dans ces unités car elles présentent des

superficielles très réduites. Cela favoriserait l'augmentation de leur biodiversité.

La faible diversité observée sur les bancs alluviaux résulte principalement de la perturbation très importante causée par les crues pendant la saison pluvieuse, plus précisément entre août et septembre.

Les berges de la rivière Milo, naturellement végétalisées, sont aujourd'hui dégradées, les indices de diversité (richesse spécifique, Shannon et équitabilité) le montrent clairement. Cela est directement imputable aux pratiques exercées de manière excessive par les populations riveraines locales.

Quant au lit majeur, la faible diversité observée pourrait être liée à un séjour prolongé de l'eau pendant les inondations sur plusieurs mois en plus des facteurs anthropiques. Les savanes, malgré les incendies qui les ravagent chaque année, affichent des indices de diversité élevés.

La variation de la diversité observée dans nos sites d'étude montre des modalités d'organisation végétale très variables depuis le cours d'eau jusqu'au versant. Les résultats concordent avec d'autres résultats (Connell, 1978 ; Delorme, 1998 ; Kaboyi, 2004 ; Boubacar, 2010 ; Rakotondrasoa *et al.*, 2013). Ces auteurs s'accordent sur le rôle joué par la perturbation naturelle d'un milieu donné comme source de diversité.

5. CONCLUSION

Cet article a comparé la diversité et la structure floristique de deux sites contrastés, le site de Kankan et le site de Kérouané. L'analyse de la structure de la phytodiversité du bassin de la rivière Milo a mis en évidence trois groupements d'espèces caractéristiques : un premier groupement composé des espèces de *Mitragyna inermis*, *Sarcocephalus latifolius* et *Syzygium guineense*. Un deuxième groupement est dominé par les espèces de *Carapa procera*, *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Detarium senegalense*, *Oxyanthus racemosus*, *Pterocarpus erinaceus* et *Uapaca togoensis*. Le troisième groupement est formé par *Cynometra vogelii*, *Hymenocardia heudelotii*, *Parinari congolana*, *Pterocarpus santalinoides* et *Syzygium guineense*. Les résultats obtenus indiquent que les activités anthropiques actuelles dans la zone d'étude ne favorisent pas une gestion durable des ressources naturelles de la zone riveraine. Les différentes mesures dendrométriques et analyses statistiques effectuées ont permis d'apporter de nouvelles informations quant à la structure et la dynamique de la biodiversité floristique sur les deux sites d'étude. Dans un but d'approfondissement des connaissances sur la biodiversité floristique du bassin de la rivière Milo, le choix d'autres sites pourrait permettre de confirmer les données issues de cette étude. Les intérêts immédiats ou à long terme qui peuvent être obtenus à partir de notre environnement sont fonction du maintien d'équilibre entre les besoins économiques et de la stabilité écologique des écosystèmes.

6. REMERCIEMENTS

Ce travail d'équipe a bénéficié du soutien matériel de l'Université Paul Sabatier de Toulouse 3 (France) et de l'Université Julius Nyerere de Kankan (Guinée).

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjakpa, J. B., Yedomonhan, H., Ahoton, L. E., Weesie, P. D., & Akpo, L. E. (2013). Structure et diversité floristique des îlots de forêts riveraines communautaires de la Basse vallée de la Sô au Sud-Est du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 65, 4902-4911.
- Adou Yao, C. Y., Kpangui, K. B., Kouao, K. J., Adou, L. M. D., Vroh, B. T. A., & N'guessan, K. E. (2013). Diversité floristique et valeur de la forêt sacrée Bokasso (Est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation. [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 13 (1).
- Barima Y.S.S, Barbier N, Ouattara B et al (2010) Relation entre la composition floristique et des indicateurs de la fragmentation du paysage dans une région de transition forêt-savane ivoirienne. *Biotechnol Agron Soc Environ* 14, pp. 617–625.
- Boubacar, H. (2010). *Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies en biologie appliquée, Université Abdou Moumouni Niamey–Niger, 69 p.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27 (4), pp. 325-349.
- Carrière, M. (2000). Flore de guinée : appellations vernaculaires et usages traditionnels de quelques plantes (version numérique). D'après Plantes de Guinée à l'usage des éleveurs et des vétérinaires (1994), Minist. Coop. Fr., CIRAD-EMVT éd. 234 p., 135 fig.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), pp.1302-1310.
- Corenblit, D. (2006). *Structure et dynamique du paysage fluvial : études des rétroactions entre processus hydro-géomorphologiques et dynamique de la végétation du Tech (Pyrénées orientales)*, thèse Univ. Toulouse 3, 280 p.
- Corenblit, D., Steiger, J., Gurnell, A., & Tabacchi, E. (2007). Darwinian origin of landforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32(13), pp.2070-2073.
- Djego, J., Gibigaye, M., Tente, B., & Sinsin, B. (2012). Analyses écologique et structurale de la forêt Communautaire de Kaodji au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (2), pp. 705-713.
- Delorme, N. (1998). Aménagement forestier en Guinée : étude de cas. Série FORAFRI, document 6, CIRAD, 185 p.
- Devineau, J.L. (1984). Structure et dynamique de quelques forêts tropicales de l'Ouest africain (Côte-d'Ivoire). *Travaux des chercheurs de la station de Lamto*, 5, 295 p.
- Grall, J., & Coïc, N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ifremer DYNCO/VIGIES/06-13/REBENT, 91 p.
- Honvou, S. H. S., Aboh, B. A., Sewade, C., Teka, O., Gandonou, B. C., Oumorou, M., & Sinsin, B. (2021). Diversité floristique, structure et distribution des groupements végétaux des parcours d'accueil des transhumants dans la Basse et Moyenne Vallée de l'Ouémé au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(1), 81-96.
- Jaffré, T., Morat, P., & Veillon, J. M. (1993). Etude floristique et phytogéographique de la forêt sclérophylle de Nouvelle-Calédonie. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle*. Section B, Adansonia, 15 (1-4), pp. 107-146.
- Kaboyi, N. (2004). *Étude floristique d'une végétation naturelle anthropisée : cas de la formation arbustive xérophile de Cabinda, au nord de Bukavu*. Mémoire de licence, (2011). Relation nappe-rivière dans le bassin versant du Bandama en milieu de socle fissuré en Côte d'Ivoire : approche couplée hydrochimie-télé-détection. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (1), pp. 206-216.
- Kakelengwa, B., Benneker, C., Matata, P., & Muganguzi, I. (2016). La foresterie communautaire face aux dynamiques locales de la gestion des forêts à l'Est de la RD Congo. *Tropenbos International RD Congo*
- Kimpouni, V., Apani, E., & Motom, M. (2013). Analyse phytoécologique de la flore ligneuse de la Haute Sangha (République du Congo). *Adansonia*, 35 (1), pp. 107-134.
- Koné, F. 2008. Projet de reboisement des berges du fleuve Milo (Préfecture de Kankan, République de Guinée, Atelier International APPRI 2008. Apprentissage, Production et Partage d'Innovations : quels outils pour le renforcement des capacités, les mesures d'accompagnement, la co-construction et la mise en œuvre durable d'innovations dans les zones rurales sèches en Afrique ? Ouagadougou, Burkina Faso, 5 p.
- Larrieu, L., Gonin, P. 2008. L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française* 2008 (6), pp. 727-748.
- Latte, N., Debruxelles, J., Sohier, C., Degré, A., & Claessens, H. (2012). La dendroécologie : un outil pour affiner nos connaissances sur l'autécologie des essences forestières. *Forêt Wallonne*, 116, pp. 3-17.
- Lindermayer, D. (2006). Salvage harvesting—past lessons and future issues. *The Forestry Chronicle*, 82 (1), pp. 48-53.
- Lisowski, S. (2009). Flore (angiospermes) de la République de Guinée. *Meise, Jardin Botanique National de Belgique*. 2 v. 517 + 578 p.
- Orange, D., (1990). Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique, thèse Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 220 p.
- Ouédraogo O., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K et Guinko S., (2008). Diversité et structure des groupements ligneux du parc national d'Arly (Est du Burkina Faso). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 11, 5-16
- Ozgun, A., Leveque, O., & David, N. C. (2007). Hierarchical cooperation achieves optimal capacity scaling in ad hoc networks. *IEEE Transactions on information theory*, 53 (10), pp. 3549-3572.
- Pobéguin, C. H. O. (1906). Essai sur la flore de la Guinée

- Française : produits forestiers, agricoles et industriels. A. Challamel éd., Paris, éd., 392 p.
- Rakotondrasoa, O. L., Malaisse, F., Rajoelison, G., Gaye, J., Razafimanantsoa, T. M., Rabearisoa, M., & Haubruge, E. (2013). Identification des indicateurs de dégradation de la forêt de tapia (*Uapaca bojeri*) par une analyse sylvicole. *Tropicultura*, 31 (1), pp. 10-19.
- Schnell, R. (1961). Contribution à l'étude botanique de la chaîne de Fon (Guinée). *Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles*, 31 (1), pp. 15-54.
- Schnell, R. (1969). Contribution à l'étude des Podostémacées de Guyane. *Adansonia*, 9, pp. 249-271.
- Schnell, R. (1976). Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux (V.3). La flore et la végétation de l'Afrique tropicale. 1ère partie, *Gauthiers-Villars Paris* éd. 459 p.
- Scoupe, M (2011). *Composition floristique et diversité de la végétation de la zone Est du Parc National de Taï (Côte d'Ivoire)*. Master Université de Genève, 194 p.
- Soumah, F. S., Camara, Y., Kourouma, S., Diakite, M., Kourouma, S., & Keita, A. S. (2019). Les forêts sacrées du Bassin du Haut Niger en Guinée : quelle évolution depuis trois décennies ? In *Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique*.
- Soumah, F. S., Kaniewski, D., & Kokou, K. (2018). Les forêts sacrées de guinée : entre écologie et conservation. *Comptes Rendus Biologies*, 341(9-10), 433-443.