



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Comptes Rendus Biologies

www.sciencedirect.com



Écologie / Ecology

Les forêts sacrées de Guinée : entre écologie et conservation

*The sacred forests of Guinea: Between ecology and conservation*Fodé Salifou Soumah^{a,*}, David Kaniewski^{b,c,d,*}, Kouami Kokou^e^a Département de biologie, Université de Kankan (Guinée), BP 209, Kankan, Guinée^b EcoLab (Laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement), université Paul-Sabatier–Toulouse-3, bâtiment 4R1, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France^c EcoLab (Laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement), CNRS, 31062 Toulouse cedex 9, France^d Secteur biologie–médecine–santé, Institut universitaire de France, 103, boulevard Saint-Michel, 75005 Paris, France^e Laboratoire de recherche forestière (LRF), Université de Lomé, BP 1515, Lomé, Togo

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 18 juillet 2018

Accepté après révision le 12 septembre 2018

Disponible sur internet le 11 novembre 2018

Mots clés :

Forêts sacrées

Haute Guinée

Facteurs écologiques

Groupements végétaux

Anthropisation

Keywords:

Sacred forest

Upper Guinea

Ecological factors

Plant communities

Anthropization

R É S U M É

La Guinée dispose de peu de données écologiques sur l'un de ses patrimoines les plus conséquents, les forêts à caractère sacré. Cette étude vise à combler ce vide et à démontrer le rôle conservateur de ces forêts au niveau de la biodiversité, dans un très fort contexte local d'anthropisation. Ces travaux ont porté sur quatre cas représentatifs de la zone soudano-guinéenne en haute Guinée. Les inventaires phytoécologiques ont démontré la présence de 431 espèces, 312 genres et 87 familles, dont 242 espèces, 187 genres et 64 familles trouvés uniquement dans ces forêts sacrées. Les analyses effectuées ont permis de différencier 12 groupements végétaux, dont cinq uniquement dans les forêts sacrées et sept dans les végétations environnantes. La distribution spatiale de l'ensemble des groupements végétaux identifiés repose principalement sur la géomorphologie régionale, sur la texture et l'hydromorphie des sols, sur les microclimats ainsi que sur l'impact anthropique. Cette étude révèle surtout une disparité spatiale, avec une flore guinéo-congolaise davantage représentée dans les forêts galeries (sacrées), alors que les savanes soudano-guinéennes sont principalement dominées par les microphanérophytes (flore soudanienne et espèces pantropicales).

© 2018 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

A B S T R A C T

Guinea has very little ecological data available regarding its sacred forests. This study shows the important conservation role of these forests in a local context of strong human impacts. We present four representative case studies from the Sudano-Guinean zone in Upper Guinea. Our phytoecological inventories recorded a total of 431 species, 312 genera, and 87 families including 242 species, 187 genera, and 64 families in the forests. Twelve plant groups have been identified, including five in forests and seven in the surrounding vegetation. Geomorphology, texture, soil hydromorphism, microclimate, and human impacts are significant in explaining the spatial distribution of plant groups. The study reveals that in these Sudano-Guinean savannas, vegetation is dominated by microphanerophytes. The Guinean-Congolese flora is better represented in gallery forests.

© 2018 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

* Auteurs correspondants.

Adresse e-mail : lifsoumah@gmail.com (F.S. Soumah).

1. Introduction

La conservation de la biodiversité se pose comme l'un des enjeux majeurs du XXI^e siècle [1–4]. Dès les années 1980, les forêts dites « sacrées » ont attiré l'attention d'instances internationales, telles l'Unesco, notamment sur le potentiel lié à la conservation de la biodiversité [5,6]. En Afrique, dans de nombreux pays comme le Togo, le Bénin, la Côte d'Ivoire et le Burkina, les recherches sur les rôles écologiques/écosystémiques de ces systèmes forestiers se multiplient depuis de nombreuses années [7–12]. L'ensemble de ces travaux témoigne d'une prise de conscience généralisée sur la nécessité de conserver ces écosystèmes potentiellement plurisécularisés face à l'accroissement des pressions anthropiques.

La détermination des facteurs régissant l'organisation spatiale de la diversité végétale actuelle est primordiale dans un plan de conservation de la biodiversité et aura de profondes implications dans la définition de stratégies d'inventaire des ressources naturelles et de gestion durable de ces forêts tropicales [13]. En Afrique, l'examen des groupements végétaux s'effectue généralement à deux échelles complémentaires, régionale et locale. À l'échelle régionale (phytogéographique) de l'Afrique tropicale, les groupements végétaux sont traditionnellement définis par les facteurs géologiques, historiques et climatiques couvrant de vastes territoires, correspondant aux grandes subdivisions climato-phytogéographiques [14,15]. À l'échelle locale, l'identification des groupements repose tout particulièrement sur l'analyse floristique, en lien avec les conditions stationnelles, notamment la topographie, le sol, le climat, la faune et l'action de l'homme [16].

En Guinée, l'étude des écosystèmes forestiers est surtout concentrée sur les zones forestières et/ou sur les aires protégées d'États [17–20]. Les rares travaux disponibles sur les forêts sacrées de Guinée traitent principalement des aspects socioculturels [21–24], les aspects écologiques demeurant secondaires, voire inconnus. Afin de palier cette quasi-absence de données, ce travail porte sur la caractérisation phytoécologique de quatre forêts sacrées et des végétations environnantes afin d'évaluer le niveau d'anthropisation des différents systèmes connectés à ces forêts. Les connaissances écologiques concernant ces groupements sont actuellement très limitées en Guinée, et ne permettent pas d'appréhender efficacement la structuration floristique des forêts sacrées ainsi que des systèmes plus ou moins anthropisés qui les entourent. Il est donc nécessaire, dans ce fort contexte de pressions anthropiques, d'estimer (i) quels types de groupements végétaux dominent ces environnements, (ii) quels sont les facteurs majeurs responsables de la répartition spatiale des groupements végétaux et (iii) quels sont les types biologiques et phytogéographiques qui caractérisent les différents groupements.

L'objectif de cette étude est donc d'analyser les caractéristiques floristiques des îlots forestiers à caractère sacré en lien avec les facteurs écologiques dans les savanes soudano-guinéennes. Il s'agit d'identifier les groupements végétaux dans un but de conservation de la biodiversité mais, surtout, de déterminer les types biologiques et chorologiques qui dominent ces différents groupements,

ainsi que les facteurs écologiques responsables de leur distribution spatiale. Cette étude permettra, *in fine*, d'estimer le rôle des forêts sacrées dans la conservation locale de la biodiversité en haute Guinée.

2. Matériels et méthodes

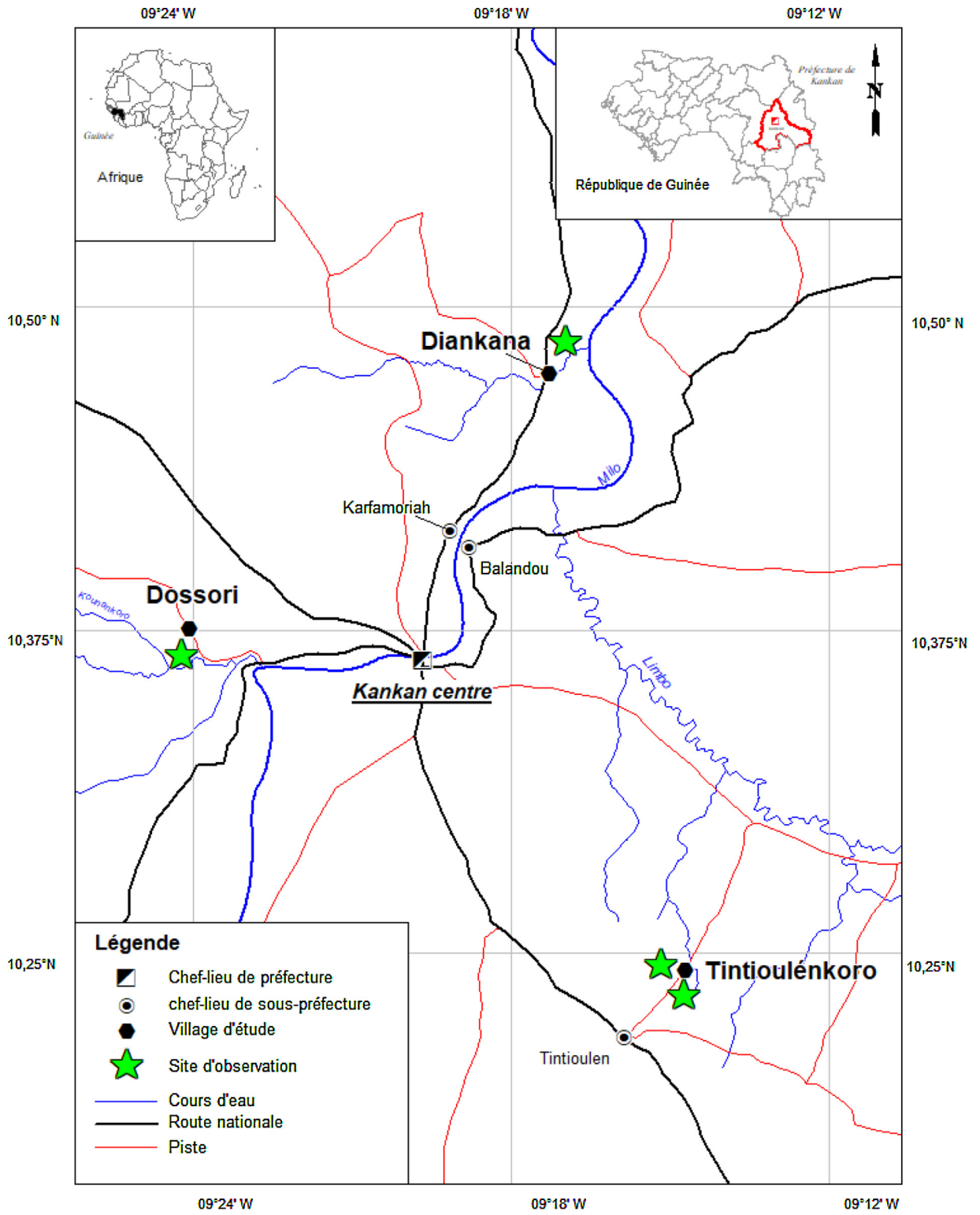
2.1. Sites d'étude

Les forêts sacrées étudiées sont localisées dans les villages de Diankana, de Tintioulkoro et de Dossori (Fig. 1), situés au niveau de la préfecture de Kankan, en haute Guinée, localisée entre 9°40' et 10°45'N et 8°18' et 9°45'W, dans la région naturelle de la Haute Guinée. Son climat est défini par deux saisons très marquées : une saison sèche, d'octobre à avril, et une saison pluvieuse, de mai à septembre. Les précipitations annuelles sont comprises entre 1200 mm dans le Nord de la préfecture et 1800 mm dans le Sud. La température moyenne annuelle atteint 28 °C. Selon la classification de Troupin [25], la préfecture appartient à la zone soudano-guinéenne. Les sols sont majoritairement de types ferrallitiques gravillonnaires, à l'exception des zones alluviales, qui forment des sols hydromorphes. Le réseau hydrographique est essentiellement constitué par la rivière Milo et ses affluents. La végétation est dominée par les savanes parcourues de galeries forestières. La population compte 473 359 habitants (recensement 2014), soit 17 habitants/km², d'ethnie Malinké en majorité, tous dépendant de l'agriculture et de l'élevage pour leur subsistance.

2.2. Méthodes d'étude

Les inventaires phytosociologiques ont été réalisés dans les forêts sacrées (espaces protégés) et leurs environs (espaces non protégés). Les principales zones prédéfinies (Fig. 2) du centre de ces forêts vers les zones environnantes sont : (i) la zone centrale interne de la forêt (Cif), (ii) la zone centrale externe de la forêt (Cef), (iii) la zone lisière forestière (Lf) et (iv) la zone environnante (Ze). Au niveau de chacune de ces zones, les relevés ont été réalisés sur huit placettes de 400 m² chacune, soit 32 relevés par sites et 128 dans l'ensemble. Il s'agit d'un échantillonnage stratifié, puis aléatoire. Dix variables environnementales ont été relevées : les données géomorphologiques [topographie (ou topo-séquence) et inclinaison de la pente], la texture, l'humidité, la température, le pH, le rapport carbone-azote (C/N) du sol, la lumière atteignant la surface du sol, le recouvrement ligneux et les activités humaines. Les variables non mesurées sur place sont issues d'analyses effectuées en laboratoire à partir d'échantillons de sols prélevés.

Les relevés floristiques ont consisté à dresser la liste de toutes les espèces (spermaphytes et fougères) présentes dans chaque placette. Le recouvrement moyen de chaque espèce a été noté en utilisant l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Les plantes non identifiées sur le terrain ont été photographiées et récoltées. Leur identification a été effectuée à l'université de Kankan, à l'herbier national de Guinée et à l'université de Lomé. Pour



Reproduction: DIAKITE Mohamed & Fodé Salifou Soumah, SIG/CRA Bordo, janvier 2017

Fig. 1. Localisation géographique des zones d'étude en République de Guinée. Les sites de Dossori, Diankana, et Tintioulénkoro sont indiqués par une étoile verte sur la carte de haute Guinée.

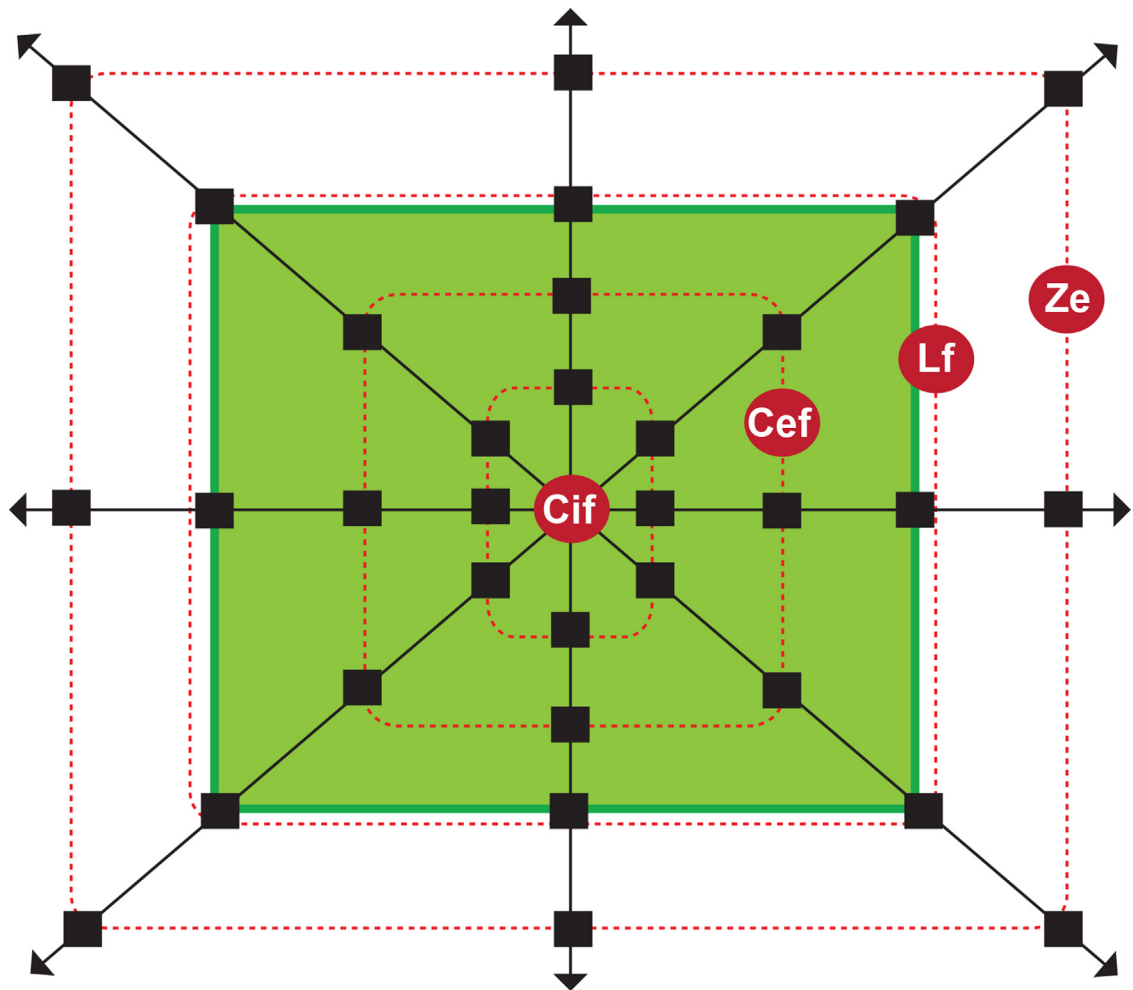


Fig. 2. Modèle d'échantillonnage appliqué dans chaque site d'observation afin de maintenir une cohérence par rapport aux résultats obtenus (Cif : zone centrale interne de la forêt ; Cef : zone centrale externe de la forêt ; Lf : lisière forestière ; Ze : zone environnante).

les problèmes de classification et de nomenclature, le système APG (APG IV, 2016) a été utilisé.

2.3. Analyse des données

La détermination de la texture du sol s'est basée initialement sur une granulométrie grossière : séparation des grosses particules (> 2 mm) des particules fines (< 2 mm) par tamisage. Le procédé de tamisage a été utilisé et la « charge gravillonnaire » (grosses particules) a été exprimée en pourcentage par rapport au poids total de l'échantillon mesuré. La fraction fine (fraction passante) a été étudiée par granulométrie laser afin d'en établir une répartition. Les différentes données ont été regroupées en trois fractions, d'après Feller et al. [26] : 20–2000 μm (sables), 2–20 μm (limons) et 0–2 μm (argiles). Le carbone organique et l'azote total ont été mesurés par « analyse élémentaire » à l'aide du Flash 2000 Thermo Fischer.

La discrimination des groupements végétaux à partir des relevés floristiques s'est basée sur les méthodes de classification ascendante hiérarchique (CAH) à partir du logiciel PAST². La détermination des principaux facteurs de discrimination a été réalisée sur base d'analyses en

composantes principales (ACP) portant sur les valeurs moyennes des variables environnementales des groupements végétaux.

L'analyse du spectre biologique des groupements s'est basée sur les types biologiques définis : mégaphanérophytes (> 30 m de hauteur), mésophanérophytes (8–30 m de hauteur), microphanérophytes (2–8 m de hauteur), nanophanérophytes (0,25–2 m de hauteur), chaméphytes, hémicryptophytes, géophytes et thérophytes.

L'analyse du spectre phytogéographique a été effectuée sur la base des grandes subdivisions chorologiques établies pour l'Afrique [15]. Il s'agit d'espèces cosmopolites, pan-tropicales, paléotropicales, afro-américaines, soudano-zambéziennes, afro-tropicales, afro-malgaches, plurirégionales africaines, guinéo-congolaises et soudaniennes.

3. Résultats

3.1. Richesse floristique

La richesse floristique a été évaluée *via* le nombre d'espèces identifiées. Au total, 431 espèces de plantes (herbacées comme ligneux), appartenant à 312 genres et

87 familles, ont été recensées, dont 242 espèces, 187 genres et 64 familles botaniques dans les forêts sacrées de haute Guinée. Les familles les plus représentées (en nombre d'espèces) dans ces îlots forestiers sont les Fabaceae (36 espèces), les Rubiaceae (28 espèces), les Apocynaceae (10 espèces), les Phyllanthaceae (10 espèces) et les Malvaceae (9 espèces). Dans les végétations situées aux alentours de ces forêts sacrées, les Fabaceae (55 espèces), les Poaceae (43 espèces), les Rubiaceae (21 espèces), les Malvaceae (19 espèces) et les Asteraceae (13 espèces) sont les familles dominantes.

3.2. Groupements végétaux

L'analyse de similarité met en évidence douze groupements végétaux (Fig. 3), dont cinq caractérisant les îlots forestiers (G2, G3, G4, G8 et G12) et sept se rapportant aux végétations environnant les îlots forestiers (G1, G5, G6, G7, G9, G10 et G11).

G1 (groupement à *Ambrosia maritima* et *Oryza sativa*) est identifié dans six relevés effectués dans une plaine rizicole au voisinage d'une forêt sacrée. Les quelques espèces constantes de ce groupement sont *Cynodon dactylon*, *Acmella uliginosa* et *Centella asiatica*. Les arbres représentent 15 %, les arbustes 25 %, les arbrisseaux 1 %, les lianes 8 % et les herbes 52 %.

G2 (groupement à *Cola cordifolia* et *Dialium guineense*) se développe sur les abords externe d'une forêt galerie. Il a pour espèces constantes *Combretum racemosum*, *Saba senegalensis*, *Alchornea hirtella* et *Olyra latifolia*. Les arbres représentent 27 %, les arbustes 34 %, les lianes 15 % et les herbes 24 %.

G3 (groupement à *Erythrophleum suaveolens* et *Canarium schweinfurthii*) est uniquement identifié dans les relevés effectués dans une forêt galerie. Ses espèces constantes sont *Detarium senegalense*, *Dialium guineense*, *Antiaris africana* et *Lecaniodiscus cupanioides*. Il est constitué de 29 % d'espèces d'arbres, de 38 % d'espèces d'arbustes, de 11 % de lianes et de 22 % d'herbacées.

G4 (groupement à *Anthonotha crassifolia* et *Erythrophleum suaveolens*) est également constitué par des relevés réalisés dans une forêt. Il renferme des espèces constantes comme *Cola cordifolia*, *Detarium senegalense*, *Tabernaemontana longiflora*, *Azelia africana*, *Ochna schweinfurthiana*, *Clerodendron capitatum*, *Geophila obvallata* et *Cissua aralioides*. Les espèces d'arbres représentent 26 %, d'arbustes 35 %, d'arbrisseaux 1 %, de lianes 11 % et d'herbes 27 %.

G5 (groupement à *Mangifera indica* et *Sida rombifolia*) correspond à une végétation rudérale à la marge des endroits habités et d'une forêt sacrée. Parmi ses espèces constantes figurent *Euphorbia hirta*, *Triumfetta pentandra* et *Synedrella nodiflora*. Les arbres en constituent 20 % des espèces, les arbustes 22 %, les lianes 5 % et les herbes 53 %.

G6 (à *Anthonotha crassifolia* et *Nephrolepis bisserata*). Les espèces constantes de ce groupement sont *Asystasia gangetica*, *Aframomum sulcatum* et *Dioscorea preussii*. Il est constitué par les relevés provenant des zones de lisières de plusieurs îlots forestiers. Les arbres représentent 24 % d'espèces, les arbustes 29 %, les arbrisseaux 2 %, les lianes 8 % et les herbes 44 %.

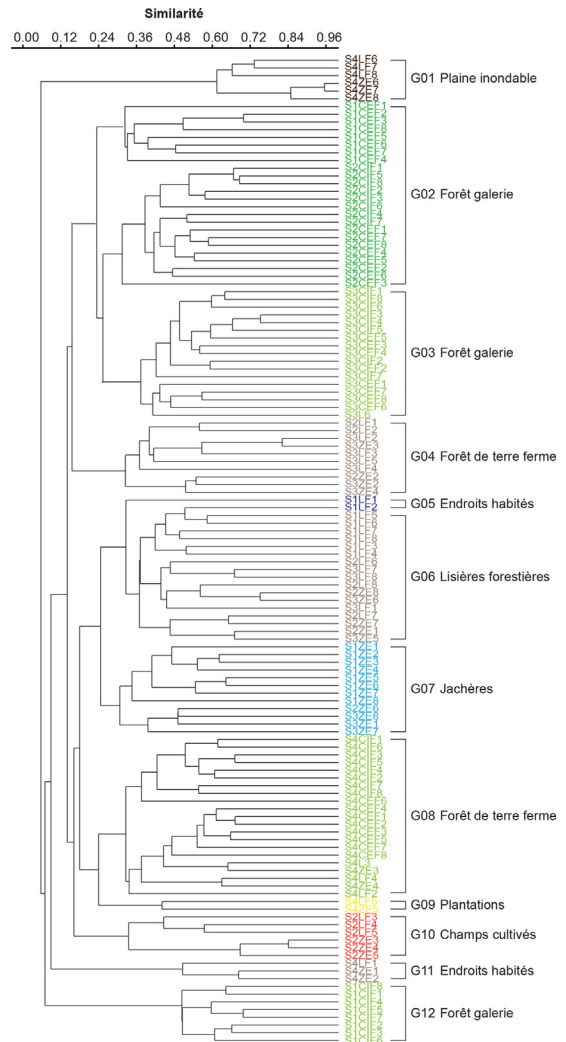


Fig. 3. Classification ascendante hiérarchique des relevés floristiques effectués. L'origine stationnelle des groupements végétaux est indiquée sur la partie droite du document. Légende : S1CIF1-S1CIF8 : relevés de la centrale interne de la forêt du site 1 ; S1CEF1-S1CEF8 : relevés de la centrale externe de la forêt du site 1 ; S1LF1-S1LF8 : relevés des lisières forestières du site 1 ; S1ZE1-S1ZE8 : relevés des zones environnant la forêt du site 1. S2CIF1-S2CIF8 : zone centrale interne de la forêt du site 2 ; S2CEF1-S2CEF8 : zone centrale externe de la forêt du site 2 ; S2LF1-S2LF8 : lisières forestières du site 2 ; S2ZE1-S2ZE8 : zones environnant la forêt du site 2 ; S3CIF1-S3CIF8 : zone centrale interne de la forêt du site 3 ; S3CEF1-S3CEF8 : zone centrale externe de la forêt du site 3 ; S3LF1-S3LF8 : lisières forestières du site 3 ; S3ZE1-S3ZE8 : zones environnant la forêt du site 3 ; S4CIF1-S4CIF8 : zone centrale interne de la forêt du site 4 ; S4CEF1-S4CEF8 : zone centrale externe de la forêt du site 4 ; S4LF1-S4LF8 : lisières forestières du site 4 ; S4ZE1-S4ZE8 : zones environnant la forêt du site 4.

G7 (à *Gmelina arborea* et *Andropogon africanus*) a comme espèces constantes *Detarium microcarpum*, *Danielia oliveri*, *Hymenocardia acida*, *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*. Il correspond aux relevés effectués dans plusieurs jachères, dont certaines sont reboisées avec les espèces introduites (*Gmelina arborea* et *Tectona grandis*). Il est composé de 20 % d'espèces d'arbres, 28 % d'arbustes, 3 % d'arbrisseaux, 5 % de lianes et 44 % d'herbes.

G8 (à *Isoberlinia doka* et *Cola cordifolia*) est essentiellement composé des relevés effectués dans une forêt sur terre ferme, à charge gravillonnaire élevée et à texture limono-argileuse. Les espèces constantes de G8 sont *Combretum glutinosum*, *Albizia zygia*, *Khaya senegalensis*, *Ochna schweinfurthiana* et *Clerodendron capitatum*. Les arbres sont représentés par 31 % des espèces, les arbustes 38 %, les lianes 9 % et les herbes 22 %.

G9 (à *Mangifera indica* et *Daniellia oliveri*) caractérise les plantations sur sols gravillonnaires limoneux au voisinage d'une forêt sacrée. Les espèces constantes sont *Elionurus pobeguinii*, *Isoberlinia doka*, *Vitellaria paradoxa* et *Lantana camara*. Les arbres sont constitués par 24 % des espèces, les arbustes 28 %, les arbrisseaux 1 %, les lianes 9 % et les herbes 38 %.

G10 (à *Sesamum indicum* et *Arachis hypogea*) est caractéristique des champs cultivés sur les plateaux aux sols gravillonnaires limono-sableux. Les espèces constantes du groupement sont *Hymenocardia acida*, *Pericopsis laxiflora*, *Vitellaria paradoxa*, *Daniellia oliveri* et *Anacardium occidentale* (espèce dont la présence dans ce groupement indique la création d'une plantation). Les arbres sont représentés par 22 % des espèces, les arbustes 18 %, les arbrisseaux 1 % et les herbes 57 % des espèces.

G11 (à *Sida rhombifolia* et *Urena procumbens*) correspond à une végétation rudérale des endroits habités, au voisinage des forêts. Les espèces constantes de ce groupement sont *Hyptis suaveolens*, *Euphorbia hirta* et *Elionurus pobeguinii*. Les arbres représentent 20 % des espèces, les arbustes 13 %, les lianes 8 % et les herbes 60 %.

G12 (à *Carapa procera* et *Garcinia ovalifoli*) est lié aux sols limono-argileux hydromorphes (station temporairement

marécageuse) et uniquement constitué par les relevés dans l'aire centrale de la forêt galerie de Diankana. Les espèces constantes de ce groupement sont *Ixora longiflora*, *Raphia sudanica*, *Napoleonaea leonensis* et *Cercestis afzelii*. Les arbres représentent 32 % des espèces, les espèces d'arbustes 40 %, les lianes 22 % et les espèces d'herbes 5 %.

L'analyse de similarité (ANOSIM) indique une forte dissimilarité entre ces différents groupements ($R_{\text{value}} = 0,89$; $P_{\text{value}} < 0,001$).

3.3. Facteurs écologiques majeurs de distribution des groupements

Les axes (1 & 2) du plan discriminant (ACP, Fig. 4) expliquent 68,55 % de l'inertie totale. L'axe 1 de l'ACP isole à droite du plan les groupements G1, G5, G6, G7, G9, G10 et G11. Il s'agit des groupements constitués par des relevés effectués dans les biotopes plus ouverts ou plus anthropisés (plaine rizicole, champ cultivé des coteaux, endroits habités, plantation, jachères), situés autour des îlots forestiers. Ces groupements sont bien corrélés à la lumière, la température, la topographie (plateau), ainsi qu'aux activités humaines. Au niveau des valeurs négatives de cet axe se retrouvent les groupements forestiers G2, G3, G4, G8 et G12. Ces groupements sont corrélés avec le recouvrement ligneux et l'humidité du sol. L'axe 1 de l'ACP traduit une répartition des groupements en fonction du microclimat et l'hydromorphie du sol, liée à l'évolution géomorphologique du terrain, qui conditionne la texture et le régime hydrique du sol.

L'axe 2 de l'ACP classe dans les valeurs positives les groupements constitués par les relevés réalisés dans les

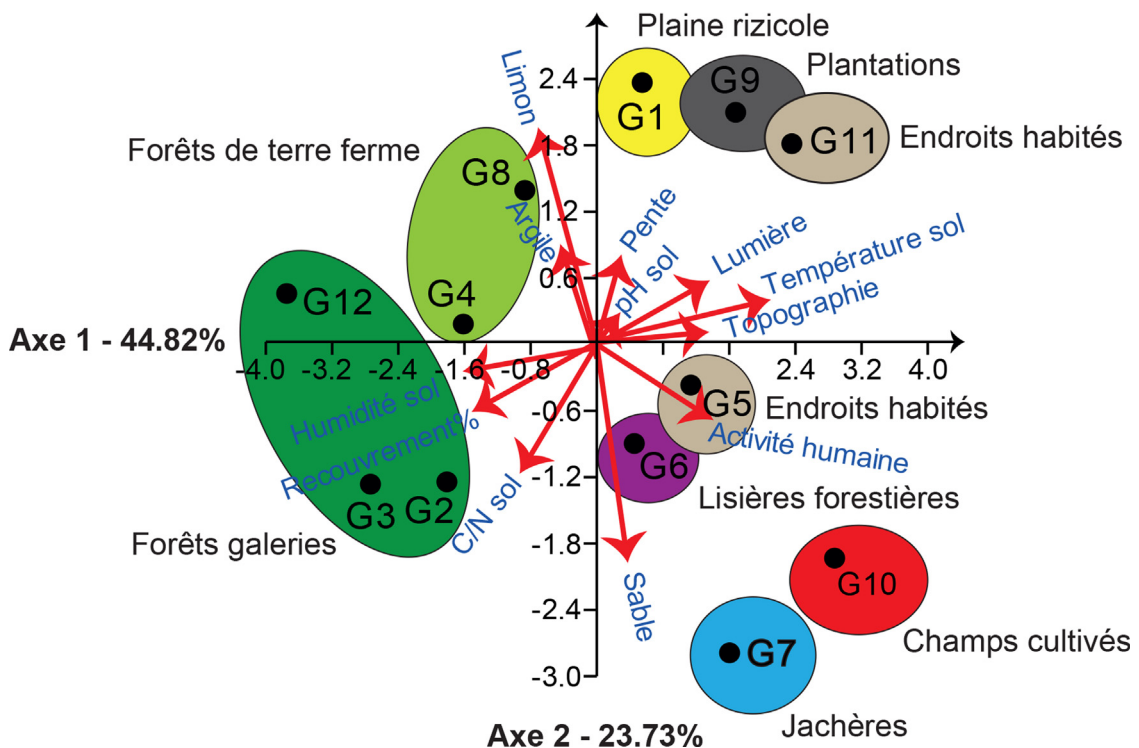


Fig. 4. Analyse en composantes principales type biplot démontrant la relation entre les groupements végétaux et les variables environnementales.

milieux à forte proportion des éléments plus fins (limon et argile). Dans les valeurs négatives figurent les groupements correspondant aux sols plus sableux. Cet axe exprime une distribution des groupements en fonction de la texture du sol. Le rapport C/N est également corrélé en bas du plan aux groupements caractéristiques des forêts, où il est relativement élevé. Cette analyse ne montre pas de corrélations significatives des groupements avec le pH du sol.

3.4. Analyse du spectre biologique des groupements végétaux

Cette analyse révèle la présence de huit types biologiques dans les différents types de végétation étudiés, avec une prédominance des microphanérophytes (19 à 58 %) selon les groupements végétaux (Fig. 5A), soit 37 % en moyenne (Fig. 6A). Les mésophanérophytes correspondent à une valeur de 15–32 % (avec une moyenne de 22 %) et les thérophytes à 1–36 % (moyenne

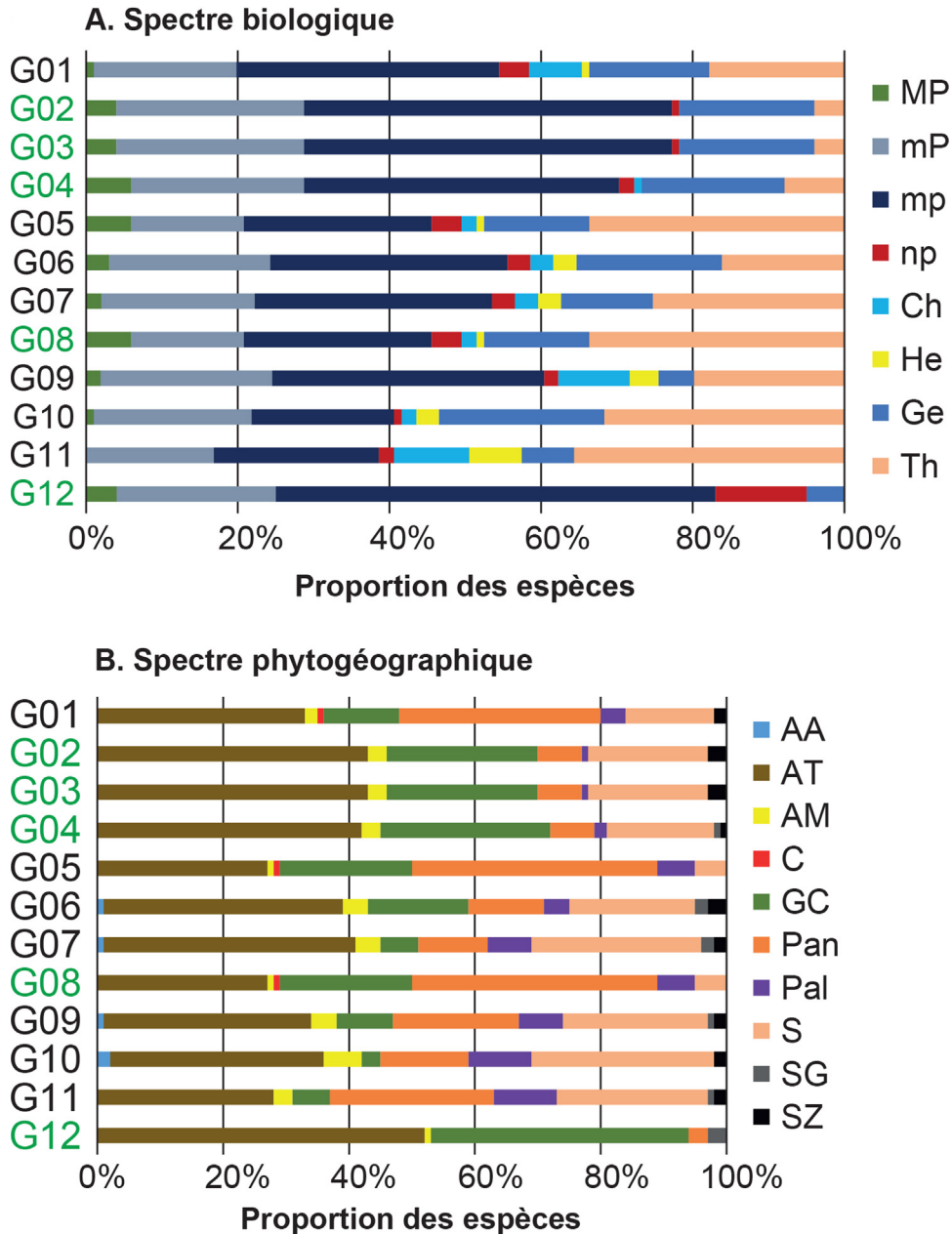
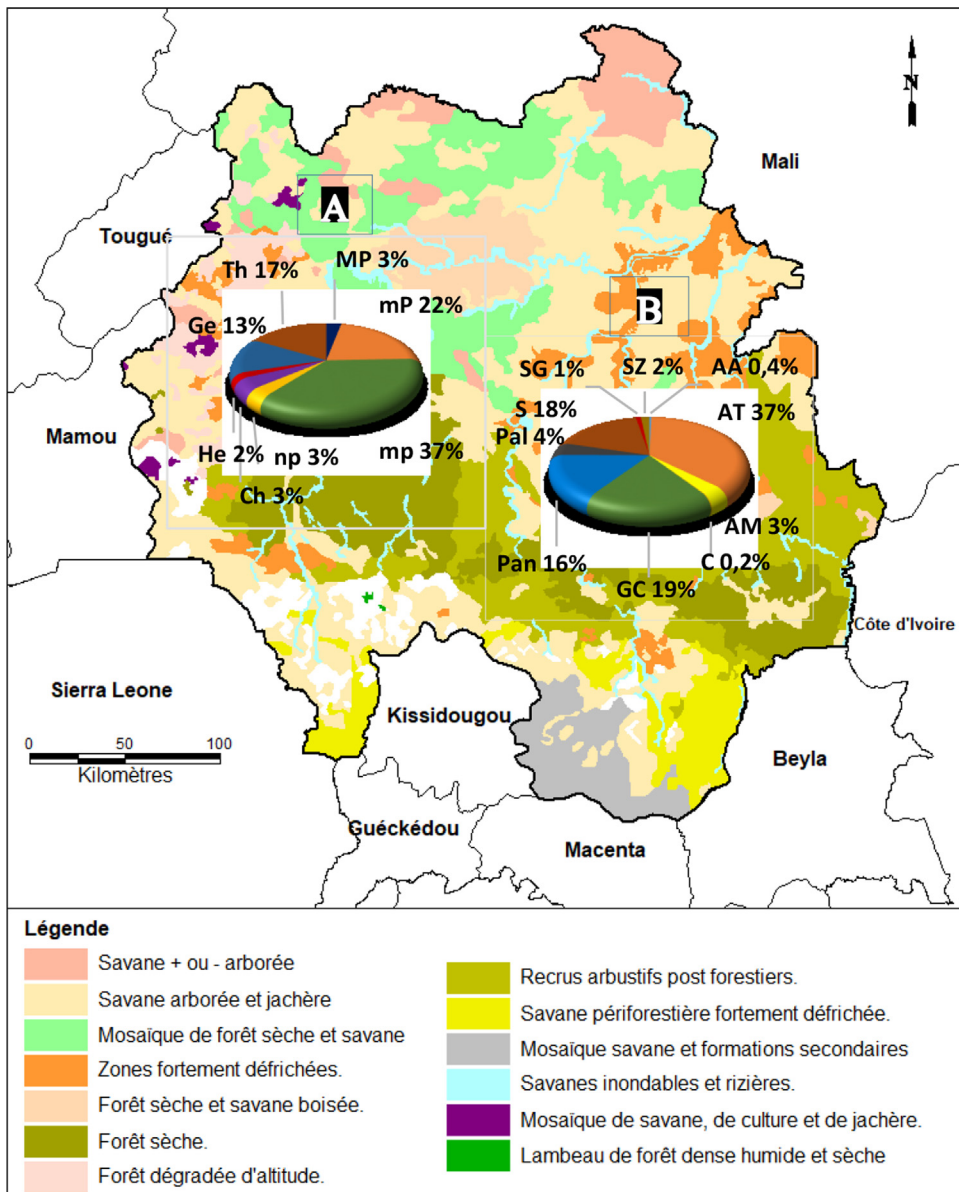


Fig. 5. Spectres biologiques et phytogéographiques des groupements végétaux. Les G2, G3, G4, G8 et G12 sont des groupements forestiers. Le reste est constitué par les groupements identifiés dans les végétations environnantes des forêts. A : MP : mégaphanérophyte ; mP : mésophanérophyte ; mp : microphanérophyte ; np : nanophanérophyte ; Ch : chaméphyte ; He : hémicryptophyte ; Ge : géophyte ; Th : thérophyte. B : AA : afro-américaine ; AT : afro-tropicale ; AM : afro-malgache ; C : cosmopolite ; GC : guinéo-congolaise ; Pal : paléotropicale ; Pan : pantropicale ; S : soudanienne ; SG : soudano-guinéenne ; SZ : soudano-zambézienne.

de 17 %). Les groupements identifiés dans les formations environnantes, plus ouvertes et plus perturbées, sont, en revanche, dominés par les thérophytes, suivies des microphanérophytes et mésophanérophytes. La forte prédominance des Phanérophytes, tous types confondus, montre que même les parcelles anthropisées des savanes soudano-guinéennes présentent des conditions édaphiques favorables aux formations forestières ou boisées.

3.5. Analyse du spectre phytogéographique des groupements végétaux

Les flores de dix domaines phytogéographiques ont été recensées dans la zone. L'analyse révèle une forte représentation des espèces afro-tropicales, qui varient entre 27 et 52 % selon les groupements végétaux (Fig. 5B), soit 37 % en moyenne pour la zone d'étude (Fig. 6B). Elles sont suivies par la flore guinéo-congolaise (3 à 41 %, soit



Source: D.N. Eaux et Forêts

Réalisation: Mohamed Diakitè, SIG/CRA Bordo,
& Fodé Salifou Soumah, UJNK,
Août 2017

Fig. 6. Représentation graphique des proportions moyennes (%) des types biologiques (A) et phytogéographiques (B) dans la végétation de la zone soudano-guinéenne. A : MP mégaphanérophyte ; mP : mésophanérophyte ; mp : microphanérophyte ; np : nanophanérophyte ; Ch : chaméphyte ; He : hémicryptophyte ; Ge : géophyte ; Th : thérophyte. B : AA : afro-américaine ; AT : afro-tropicale ; AM : afro-malgache ; C : cosmopolite ; GC : guinéo-congolaise ; Pal : paléotropicale ; Pan : pantropicale ; S : soudanienne ; SG : soudano-guinéenne ; SZ : soudano-zambézienne.

19 % en moyenne), plus représentée dans les îlots forestiers, principalement dans les forêts galeries (Fig. 5B). Ensuite viennent la flore soudanienne (6 à 29 %, soit 18 % en moyenne) et la flore pantropicale (3 à 39 %, soit 16 % en moyenne). Les fortes proportions de ces deux derniers types sont observées dans les écosystèmes les plus ouverts ou les plus anthropisés (secteurs habités, agricoles, jachères). Ces résultats montrent qu'en zone soudano-guinéenne, les conditions stationnelles édaphiques des forêts, notamment au niveau des forêts galeries, sont favorables à l'émergence de la flore guinéo-congolaise et constituent les derniers remparts de cette flore dans ces environnements. En revanche, l'anthropisation de cette végétation semble favoriser les espèces soudanienne et pantropicales. Cette analyse met également en évidence la complexité de la flore située en zones de transition écologique, principalement à l'échelle régionale.

4. Discussion

4.1. Groupements végétaux des forêts galeries

Les groupements G2, G3 et G12 sont ici caractéristiques des milieux humides. Ils ont été identifiés dans les forêts couvrant les sources des petits cours d'eau à régime temporel ou saisonnier. Le site de Diankana, dont la dépression est un peu plus profonde et large, a favorisé le développement de deux groupements bien distincts, dont l'un occupe la bordure de la dépression (G2) et l'autre le noyau ou thalweg (G12). Le premier est moins hygrophile et se développe dans les parties non inondables, sur un substrat rocailleux, gravillonnaires à texture limono-sableuse. Le second, plus hygrophile, semble supporter la présence d'un marécage temporaire, sur un substrat boueux en surface, à texture limono-argileuse. La dépression de la galerie de « Kolonbatou » n'est pas assez large et profonde pour créer deux biotopes significativement différents. Cette galerie, dont les caractéristiques écologiques et floristiques sont assez homogènes sur toute son étendue, correspond à un seul groupement.

L'ensemble de ces groupements semblent définis par les conditions édaphiques (texture et hydromorphie) et la géomorphologie locale. Le type de galerie semble aussi expliquer l'individualisation plus ou moins nette des groupements. Les espèces qui les caractérisent sont en majorité forestières et plus ou moins hygrophiles. Elles sont aussi présentes dans les formations similaires dans d'autres régions de la Guinée [27]. En domaines soudano-guinéen et soudanien de la Côte d'Ivoire [28–30], au Sénégal [31], au Burkina Faso [32] et au Bénin [33], certaines de ces espèces sont également considérées comme caractéristiques des galeries forestières ou forêts ripicoles. Toutefois, la plupart de ces études ne précisent pas la distribution spatiale de ces espèces selon leur exigence écologique au sein de ces formations édaphiques.

4.2. Groupements végétaux des forêts sur « terre ferme »

Les groupements G4 et G8 correspondent aux forêts sacrées de plateau supportées par des sols profonds et

gravillonnaires en surface. Parmi les principales espèces de ces groupements se retrouvent *Anthonotha crassifolia* (G4) et *Isoberlinia doka* (G8). Ces espèces font partie de la flore commune des forêts claires de la Haute Guinée [27]. Elles sont répandues sur l'ensemble des savanes guinéennes et soudanienne. Au Togo, Douma et al. [34] ont identifié neuf groupements à *Isoberlinia* dans les forêts claires sur sols ferrugineux plus ou moins profonds.

À la faveur d'une protection relativement longue contre les défrichements, les feux et l'exploitation des arbres, l'évolution des conditions microclimatiques forestières a entraîné la disparition des herbacées héliophiles et a favorisé l'installation d'un sous-bois. Ce dernier comprend certaines espèces fréquentes, telles que *Sorindeia juglandifolia*, *Anchomanes diffiformis*, *Ochna schweinfurthiana* et *Clerodendron capitatum*. Cette flore révèle des affinités avec certains îlots de forêts denses sèches ou semi-décidues de plateau décrits dans la même zone phytogéographique en Côte d'Ivoire [29,30,35].

4.3. Groupements des végétations environnantes des forêts sacrées

Ces groupements correspondent aux milieux plus anthropisés (les secteurs habités et agricoles). Les défrichements-brûlis, les feux, le pâturage, le reboisement des zones dégradées par les espèces introduites ou le choix d'espèces à conserver pour une utilité quelconque ont façonné la végétation et la flore de ces zones d'exploitation autour des forêts sacrées. En effet, le caractère répétitif et durable de ces activités, longtemps remarquables dans la région, impacte significativement les couvertures végétales et pédologiques naturelles [17,36,37]. Encore aujourd'hui, le phénomène se poursuit et les zones proches des habitations humaines sont toujours les plus affectées. Baldé [38] a remarqué dans les alentours des villages de Kankan, dont Tintioulencoro, une fréquence de plantations d'arbres fruitiers et des cultures saisonnières de plateau moins exigeantes sur des sols qu'il a qualifiés « d'épuisés », avec une pression importante des petits ruminants. *Sesamum indicum* et *Archis hypogea*, deux cultures connues pour ce caractère en zone de savanes [39], dominent les champs cultivés en périphérie de la forêt « Kolonbatou » de Tintioulencoro.

Les espèces caractéristiques de ces groupements sont, en général, cultivées, rudérales, ubiquistes ou conservées par les paysans pour leur utilité. Parmi ces dernières figurent *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*. Leur conservation dans les agrosystèmes ou dans les jachères en haute Guinée a été observée par Diallo [19] et Baldé [38]. Il en est de même dans toutes les savanes guinéennes et soudanienne ouest-africaines [40–42]. Les espèces rudérales caractéristiques sont pantropicales et sont parmi les plus communes des villes et villages de Guinée [27]. L'analyse de similarité entre ces groupements révèle que l'anthropisation a créé une différence significative entre les parcelles protégées (îlots forestiers) et les parcelles perturbées (espaces périphériques).

4.4. Spectres biologique et phytogéographique des groupements

L'analyse du spectre biologique des groupements végétaux révèle, dans l'ensemble, une forte prédominance des Phanérophytes au sens large et plus particulièrement des microphanérophytes et mésophanérophytes. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Rakotozafy et al. [43] dans une formation forestière à l'ouest de Madagascar, et à ceux d'Ali et al. [42] et d'Ahouandjinou et al. [44] en zone soudano-guinéenne au Bénin. Pour les îlots forestiers étudiés dans le Sud du Togo par Kokou et Caballé [10], les microphanérophytes, sont suivies des nanophanérophytes. La forte proportion des thérophytes est observée dans les systèmes plus ouverts. Ces formations sont les plus ouvertes et les plus dégradées par l'anthropisation.

Les résultats de l'analyse phytogéographique de la flore des différents groupements végétaux révèlent une forte proportion d'espèces afro-tropicales, guinéo-congolaises, soudaniennes et pantropicales. Les fortes proportions d'espèces guinéo-congolaises sont observées dans les forêts galeries (35 % en moyenne). Elles sont relativement moins représentées dans les forêts de terre ferme (24 % en moyenne) et très peu retrouvées dans les milieux plus ouverts ou plus anthropisés, où leur proportion en moyenne est de 10 %. Les espèces pantropicales et les espèces soudaniennes ont, en revanche, des fortes proportions dans ces milieux plus ouverts. Ces résultats sont comparables à ceux de Kokou et al. [8] et d'Ali et al. [42], qui ont été respectivement obtenus dans le Sud du Togo et au Bénin. Les plus fortes proportions des espèces à affinité guinéo-congolaise sont situées dans les groupements forestiers, contrairement aux formations périphériques dégradées. Par ailleurs, ces résultats sont différents de ceux d'Ali et al. [45], obtenus dans les végétations naturelles en zone de Sahel au Niger où les espèces paléotropicales, pantropicales et soudano-zambésiennes dominent. En zone de savanes soudano-guinéennes, la présence d'espèces à affinité guinéenne pourrait s'expliquer par l'humidité édaphique relativement forte [28,30,46]. Ces espèces profitent de l'humidité édaphique locale qui mime les effets liés à la forte pluviométrie de la région guinéo-congolaise, où ces espèces atteignent leur distribution maximale [33].

L'importante proportion des espèces soudaniennes et guinéo-congolaises, après les espèces afro-tropicales, témoigne du fait que les végétations étudiées se situent dans la zone de transition soudano-guinéenne.

5. Conclusions

À l'échelle de la zone couvrant les sites d'observation, les variations climatiques ne pourraient pas être considérées comme étant le facteur principal de discrimination des groupements végétaux. Les résultats de cette étude montrent principalement que les conditions édaphiques (la texture et le régime hydrique du sol), la géomorphologie locale et l'intervention humaine influencent la distribution spatiale des groupements végétaux. L'étude met également en évidence la forte diversité écologique et

floristique de ces îlots forestiers, témoins de la biodiversité guinéenne. Une forte proportion d'espèces guinéo-congolaises a été observée dans ces groupements forestiers, alors que la flore soudanienne et les espèces pantropicales émergent dans les milieux plus ouverts, soulignant que le fait que l'anthropisation joue un rôle de plus en plus prépondérant dans la dynamique des écosystèmes situés en périphérie de ces forêts. Une protection accrue ferait de ces îlots forestiers des niches écologiques pour de nombreuses espèces végétales et animales à affinité forestière, la richesse floristique de ces forêts faisant état, a priori, de 242 espèces, 187 genres et 64 familles.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ambassade de France en Guinée ainsi que Campus France. Cette étude a été financée en partie par l'Institut universitaire de France ainsi que par l'université Paul-Sabatier-Toulouse-3. Les auteurs tiennent également à vivement remercier les populations des villages de haute Guinée qui ont accepté que soit menée cette étude de leurs forêts sacrées.

Annexe 1. Matériel complémentaire

Le matériel complémentaire accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <https://doi.org/10.1016/j.crv.2018.09.001>.

Références

- [1] N.D. Burgess, J. D'Amico Hales, T.H. Ricketts, E. Dinerstein, Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands, *Biol. Conserv.* 127 (2006) 383–401.
- [2] N. Myers, R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca, J. Kent, Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature* 403 (2000) 853–858.
- [3] C.J. Vörösmarty, P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C. Reidy Liermann, P.M. Davies, Global threats to human water security and river biodiversity, *Nature* 467 (2010) 555–561.
- [4] M.C. Hansen, P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J.R.G. Townshend, High-resolution global maps of 21st-century forest cover change, *Science* 342 (2013) 850–853.
- [5] J. Decher, Conservation, small mammals, and the future of sacred groves in West Africa, *Biodivers. Conserv.* 6 (1997) 1007–1026.
- [6] P.S. Ramakrishnan, K.G. Saxena, U.M. Chandrashekhara, *Conserving the sacred: For biodiversity management*, UNESCO-IBH Publishers, Oxford and New Delhi, 1998.
- [7] S. Guinko, Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso. Les reliques boisées ou bois sacrés, *Bois Forêts Trop.* 208 (1985) 29–36.
- [8] K. Kokou, K. Afiademanyo, K. Akpagana, Les forêts sacrées littorales du Togo : rôle culturel et de conservation de la biodiversité, *J. Rech. Sci. Univ. Lomé* 3 (1999) 91–104.
- [9] K. Kokou, G. Caballé, K. Akpagana, Analyse floristique des îlots forestiers du sud du Togo, *Acta Bot. Gallica* 146 (1999) 139–144.
- [10] K. Kokou, G. Caballé, Les îlots forestiers de la plaine côtière togolaise, *Bois Forêts Trop.* 263 (2000) 39–51.
- [11] K. Hamberger, Les sites sacrés naturels au Togo de Sud-Est. Cadre social et fonction religieuse, rapport final du projet « Les sites sacrés naturels et la conservation de la biodiversité », 2006 <https://halshs.>

- archives-ouvertes.fr/halshs-00346724/document, (consulté le 9 juillet 2018)..
- [12] A.C. Yao, K.B. Kpangui, K.J. Kouao, L.M.D. Adou, B.T.A. Vroch, K.E. N'guessan, Diversité floristique et valeur de la forêt sacrée Bokasso (Est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation, *Vertigo. Rev. Electr. Sci. Environ.* (2013) 13, <https://journals.openedition.org/vertigo/13500> (accessed 9 July 2018).
- [13] R. Pelissier, Relations entre l'hétérogénéité spatiale et la dynamique de renouvellement d'une forêt dense humide sempervirente, thèse de doctorat, université Lyon-1, Lyon, France, 1995.
- [14] A. Aubréville, Flore forestière soudano-guinéenne A.O.F.-Cameroun-A. E. F., Sociétés d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 1950.
- [15] F. White, La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique, Unesco/Aetfat/Unso, Orstom-Unesco Eds, 1986
- [16] R. Letouzey, Manuel de botanique forestière. Afrique tropicale. 1 : Botanique générale. 2A : Familles, CTFT, Paris, 1982.
- [17] J.G. Adam, Les reliques boisées et les essences des savanes dans la zone préforestière en Guinée française, *Bull. Soc. bot. Fr.* 95 (1948) 22–26.
- [18] J. Fairhead, M. Leach, Contested Forests: Modern conservation and historical land use in Guinea's Ziama Reserve, *Afr. Affairs* 93 (1994) 481–512.
- [19] M.S. Diallo, Évolution de la gestion des aires protégées en Guinée. La difficile cohabitation de politiques publiques et des systèmes traditionnels : cas du parc national du haut Niger, thèse de doctorat, université du Maine, UFR lettres, langues et sciences humaines, département de géographie, Le Mans, France, 2011.
- [20] S. Sidibé, S. Guinko, Les formations végétales de la forêt classée de Mafou dans le parc national du haut Niger, *Revue semestrielle de recherche en environnement, Bull. Environ.* 10 (2015) 15–24.
- [21] P.D. Gaisseau, Ethnographie, Forêts sacrées. Magie et rites secrets des Tomas, Albin Michel, Paris, 2013.
- [22] K. Condé, Les organisations sociales traditionnelles et les services publics de conservation des écosystèmes dans le contexte guinéen (cas du parc national du haut Niger), Mémoire de diplôme d'études approfondies d'histoire, sociétés et civilisations, option anthropologie, Université de Rennes, Rennes, France, 1997.
- [23] S. Fofana, A. Diallo, A.K. Barry, I. Boiro, Quand les coutumes changent au détriment de la diversité biologique. Centre d'étude et de recherche en environnement (CERE), université de Conakry, Conakry, Guinée, 1999
- [24] M. Sow, Pratiques culturelles et conservation de la biodiversité en Guinée, *Educ. Relat. Environ.* 4 (2003) 289–295.
- [25] R. Schnell, Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. La flore et la végétation de l'Afrique tropicale, Gauthier-Villars, Paris, 1976.
- [26] C. Feller, E. Fritsch, R. Foss, C. Valentin, Effet de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferrallitiques (Afrique de l'Ouest, en particulier), *Cah. ORSTOM* 26 (1991) 25–36.
- [27] S. Lisowski, Flore de Guinée, *Scripta Botanica Belgica Document-National Botanic Garden of Belgium*, Peeters, Herent, Belgique, 2009.
- [28] E. Adjanohoun, Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale, Orstom, Paris, 1964.
- [29] J.-L. Guillaumet, Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally, (Côte d'Ivoire), Orstom, Paris, 1967.
- [30] J.-L. Devineau, Structure et dynamique de quelques forêts tropicales de l'Ouest africain, Écologie, Environnement, thèse d'État, université Pierre-et-Marie-Curie-Paris-6, Paris, 1984.
- [31] A. Goudiaby, Diversité floristique et conservation de la forêt galerie de la cascade de Dindéfello, Sud-Est du Sénégal, in : A.T. Ba, J.E. Madsen, B. Sambou (Eds.), *Atelier sur Flore, Végétation et Biodiversité au Sahel*, Aarhus University Press, Aarhus, Danemark, 1998, pp. 67–74.
- [32] J. César, J. Bouyer, L. Granjon, M. Akoudjin, L. Guerrini, D. Louppe, Les reliques forestières de la falaise de Banfora : un peuplement original au voisinage de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, *Bois Forêts Trop.* 305 (2010) 43–55.
- [33] M. Oumou, A.K. Natta, A.C. Adomou, D.B. Foucault, Caractéristiques écologiques et phytosociologiques des galeries forestières de la Réserve de biosphère de la Pendjari (Nord-Ouest du Bénin), *Acta Bot. Gallica* 158 (2011) 125–139.
- [34] M. Dourma, Les forêts claires à *Isobertinia doka* Craib & Stapf et *I. tomentosa* (Harms) Craib & Stapf en zone soudanienne du Togo : écologie, régénération naturelle et activités humaines, *Acta Bot. Gallica* 158 (2013) 141–144.
- [35] M. Mühlberg, A. Galat-luong, P. Poilecot, B. Steinhauer-Burkart, I. Kuhn, L'importance des îlots forestiers de savane humide pour la conservation de la faune de forêt dense en Côte d'Ivoire, *Terre Vie Rev. Ecol. Appl.* 45 (1990) 197–214.
- [36] M.S. Barry, M. Dioubaté, A.K. Baldé, M.S. Diallo, A. Diakit, Identification, hiérarchisation des pressions humaines et analyse de la durabilité des systèmes d'exploitation des ressources sur la diversité biologique terrestre et de causes principales des pressions en haute Guinée. Stratégies plan d'action-Diversité biologique (SNPADB), ministère des Mines, de la Géologie et de l'Environnement, République de Guinée, 1999
- [37] S. Pomey, Les couvertures végétales et pédologiques de l'Afrique occidentale et centrale : une conception anthropogène de la zonalité ? *Hist. Geogr.* 379 (2002) 283–296.
- [38] A.K. Baldé, Exploitation de l'agro-biodiversité des plateaux du terroir de Tintioulenkoro dans le contexte du changement climatique en République de Guinée, thèse de doctorat, Institut supérieur de formation et de recherche appliquée (ISFRA) de l'université des sciences sociales et de gestion de Bamako (USSGB), 2014.
- [39] J.-C. Mouboussin, Problèmes agronomiques posés par la culture de l'arachide en zone de savanes, résultats acquis, recherches en cours, objectifs, in : I.R.D. Fonds (Ed.), *Les priorités de la recherche agricole dans le développement économique de l'Afrique à Abidjan*, Abidjan, 1968, 237–252.
- [40] D. Diawara, Situation des ressources génétiques forestières de la Guinée. Atelier sous-régional FAO/IPGRI/ICRAF sur la conservation, la gestion, l'utilisation durable et la mise en valeur des ressources génétiques forestières de la zone sahélo-soudanienne (Ouagadougou, 22-24 sept. 1998). Note thématique sur les ressources génétiques forestières, Document FGR/14F, Département des forêts, FAO, Rome, 2001.
- [41] R.A. Hounghin, Les mécanismes endogènes dans la problématique de l'environnement à Covè (Bénin), 11^e assemblée générale du Codesria, Maputo, 2005.
- [42] R.K.F.M. Ali, J. Odjoubere, A. Brice, H. Tente, B. Sinsin, Caractérisation floristique et analyse des formes de pression sur les forêts sacrées ou communautaires de la basse vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin, *Afr. Sci.* 10 (2014) 243–257.
- [43] B.F.L. Rakotozafy, R.M. Hanitrarivo, P. Ranirison, J.A. Tahinarivony, R. Edmond, L. Gautier, Structure et composition floristique de la forêt sur faciès karstique de Beanka, Région Melaky, Ouest de Madagascar, in: S.M. Goodman, L. Gautier, M.J. Raherilalao (Eds.), *Malag. Nature* 7 (2013) 105–125.
- [44] T.B. Ahouandjinou, H. Yédomonhan, M.G. Tossou, A.C. Adomou, A. Akoègninou, Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudano-guinéenne (Centre-Bénin), *Eur. Sci. J.* 13 (2017) 400–423.
- [45] A. Ali, S. Idrissa, K. Saley, C. Issa, M. Ali, S. Mahamane, Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger, *J. Anim. Plant Sci.* 34 (2017) 5354–5375.
- [46] A. Aubréville, Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation, *Bois Forêts Trop.* 51 (1957) 23–27.