

EFFETS DES FACTEURS ECOLOGIQUES SUR LA DISTRIBUTION DES ESPECES FORESTIERES A KOKOLOGHO (BURKINA FASO)

Joël OUEDRAOGO¹

Yélézouomin Stéphane Corentin SOME²

Saïdou SAVADOGO³

¹Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines (LABOSHS), Université Norbert ZONGO, Burkina Faso.

²Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines (LABOSHS), 01 BP 6820 Ouagadougou 01, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso /Laboratoire Dynamique des Espaces et Sociétés (LDES), Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso.

³Vacataire, Biogéographie, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso.

* Auteur correspondant

ouedraogojoel89@gmail.com.

Résumé

Les ressources forestières sont devenues un enjeu d'avenir pour les pays en développement par leur potentiel écologique et social. De fait, la compréhension des facteurs contrôlant la distribution des espèces végétales est également au centre des questions en écologie et en biogéographie surtout dans les pays en développement comme le Burkina Faso. C'est pourquoi, l'analyse phytosociologique de la végétation ligneuse de la commune rurale de Kokologho a pour objectif d'analyser la diversité et la structure des groupements ligneux en relation avec les conditions écologiques. Pour ce faire, 18 relevés phytosociologiques de 50m×50m et 14 fosses pédologiques ont été réalisés le long d'un transect orienté des glaciés vers les bas-fonds afin de recueillir les données sur la végétation et les sols. La structure des groupements a été décrite à travers la répartition des individus par classe de diamètre et de hauteur, le calcul de la densité et, de la fréquence de présence, le calcul du recouvrement et des indices de Shannon, de Simpson et de Hill. L'analyse factorielle des correspondances a permis de distinguer trois groupements de végétaux et de mettre en exergue une corrélation entre la diversité, la structure et les conditions écologiques du sol parce que les faibles valeurs de diversité, la structure clairsemée de la végétation, les faibles hauteurs et de circonférences de diamètre ainsi que les faibles taux de recouvrement aériens sont obtenus dans les groupements végétaux où les conditions édaphiques et la topographie constituent des facteurs limitants.

Mots clés : groupement de végétaux, répartition spatiale, commune rurale, Kokologho.

Abstract

Forest resources have become a future issue for developing countries due to their

ecological and social potential. In fact, understanding the factors controlling the distribution of plant species is also at the center of questions in ecology and biogeography, especially in developing countries like Burkina Faso. This is why the phytosociological analysis of the woody vegetation of the rural commune of Kokologho aims to analyze the diversity and structure of woody groups in relation to ecological conditions. To do this, 18 phytosociological surveys of 50m×50m and 14 soil pits were carried out along a transect placed from the summits towards the lowlands in order to collect data on vegetation and soils. The structure of the groups was described through the distribution of individuals into diameter and height classes, the calculation of density, frequency of presence, overlap and the Shannon, Simpson and Hill indices. The correspondence analysis made it possible to distinguish three groups of plants and to highlight a correlation between the diversity, the structure and the ecological conditions of the soil because the low values of diversity, the sparse structure of the vegetation, the low heights and circumference diameter as well as low aerial coverage rates are obtained in plant groups where edaphic conditions and topography constitute limiting factors.

Keywords: group of plants, spatial distribution, rural commune, Kokologho.

Introduction

Les écosystèmes sont des entités complexes caractérisées par des flux de matières et d'énergie et de multiples interactions entre composantes vivantes et non-vivantes (Freschet *et al.*, 2018 : 1). Au cœur des écosystèmes, les sols et les plantes sont à la fois sous l'influence de paramètres abiotiques et celle des organismes vivants (Chapin *et al.*, 2011 cité par Freschet *et al.*, 2018 : 1). L'homme a souvent une influence capitale pouvant aboutir à la limitation, la régression ou même la disparition de l'aire d'un taxon, mais aussi à son extension (Lacoste et Salanon, 1969 :18). Il constitue donc un facteur écologique décisif qui contribue à la modification et à la répartition des taxons à la surface du globe.

Au Burkina Faso, le besoin croissant de la population en bois-énergie a entraîné une augmentation de l'exploitation du bois-énergie passant de 6336000 m³ en 1990 à 7333000 m³ en 2005 compromettant du coup, la reconstitution des espèces végétales (Savado, 2018 : 3). Située à mi-chemin entre Ouagadougou et Koudougou, la commune rurale de Kokologho n'échappe pas à cette situation à cause de la surexploitation des ressources végétales (Savado, 2018 : 28). En effet, la demande croissante en bois-énergie au niveau local et l'influence des grandes agglomérations comme Ouagadougou et Koudougou entraînent le développement de l'exploitation clandestine des ressources ligneuses (Savado, 2018 : 4) et par conséquent une réduction des superficies des formations végétales. Or, les ressources forestières sont devenues un enjeu d'avenir pour les pays en

développement par leur potentiel économique, écologique et social (MEPN, 2006 cité par Diouf *et al.*, 2019 : 1459). De ce fait, la compréhension de l'influence des facteurs écologiques sur la végétation devrait favoriser la gestion durable des ressources forestières et la conservation de la diversité biologique. Mais, très peu de chercheurs ont travaillé sur le rôle des facteurs écologiques dans la distribution de la végétation à Kokologho. C'est pourquoi cette étude a été initiée dans le but de déterminer l'influence des facteurs environnementaux sur la répartition des espèces forestières car selon (Ouoba, 2014 : 2), les représentations qu'ont les sociétés de leur nature vont favoriser ou au contraire exercer un effet limitant sur les prélèvements opérés sur les ressources naturelles.

Approche méthodologique

1- Situation géographique de la zone d'étude

Le site de l'étude relève administrativement de la région du Centre-Ouest du pays. Il s'agit de de la commune rurale de Kokologho localisée dans la province du Boulkiemdé qui couvre 4.288 km². La commune rurale de Kokologho, comprise entre 12°05' et 12°15'30" de latitudes nord et entre 1°47'30" et 2°01'30" de longitudes ouest s'étend sur 298 km² (Figure 1). A cheval sur la route nationale n°1, c'est la commune « porte d'entrée » dans la province du Boulkiemdé à partir de la capitale du pays dont elle est séparée de 45 km (Savadogo, 2018 : 71). Elle est distante de Koudougou, chef-lieu de la province de 55 km.

La méthode des transects a permis de collecter les données sur la végétation et les sols à Kokologho.

2- Méthode d'étude de la végétation et des sols

2-1. Etude de la végétation ligneuse

L'approche phytosociologique de Braun Blanquet définie par Guinochet (1973) a été utilisée pour caractériser la végétation ligneuse de Kokologho. L'exécution de l'inventaire s'est ainsi fondée sur la réalisation des relevés floristiques précédée d'une phase préparatoire qui a orienté la campagne de terrain. Pour ce faire, la phase préparatoire a consisté à la recherche bibliographique qui a permis d'orienter les

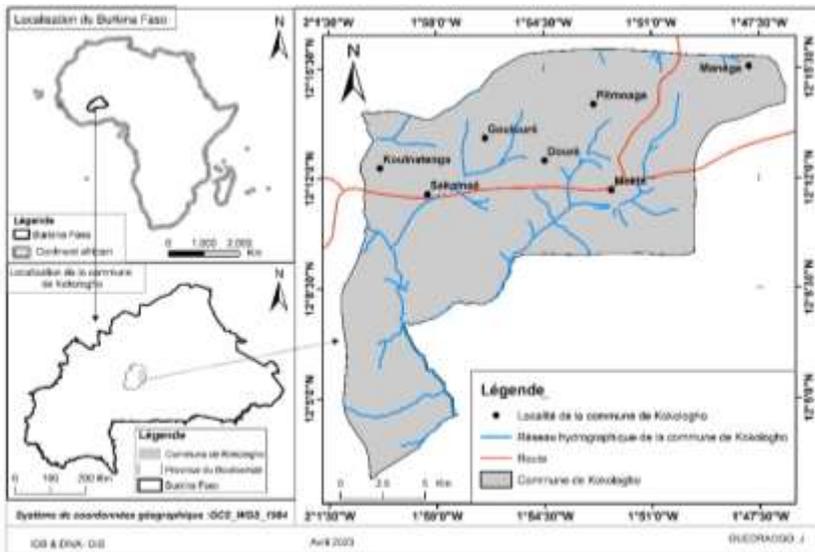
prospections préliminaires, de comprendre les réalités rencontrées sur le terrain, de réaliser la carte géomorphologique de la zone d'étude, de définir le transect de l'étude et de déterminer les différentes unités géomorphologiques sur lesquelles les différents relevés seront positionnés. Les coordonnées des sites d'implantation des relevés ont été ensuite saisies dans un GPS afin de les repérer facilement. Ainsi dix-huit (18) unités en raison de trois par unité géomorphologique ont été choisis suivant les variations de la topo-séquence et des faciès de végétation. Puis, les fiches de l'inventaire floristique ont été conçues et imprimées. Le matériel nécessaire à la réalisation de l'inventaire a été aussi réuni. Il s'agit du GPS, d'un bloc note, d'un stylo et d'un crayon à papier pour la prise des notes, d'un ruban de 50 m pour l'implantation des placettes, de trois (03) rubans métriques coulissants de cinq (05) mètres chacun pour mesurer les circonférences des rémanents, des piquets en fer et des ficelles pour marquer les limites des placettes pendant l'inventaire du peuplement principal. Avant d'aborder le terrain pour l'utilisation de ces fiches de collectes, et en possession des lettres de recommandation du Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines, une visite de courtoisie a été initiée avec le chef de service des Eaux et Forêts de Kokologho qui a mis à notre disposition deux (02) ingénieurs forestiers pour la réalisation de l'inventaire floristique. L'équipe était composée de deux forestiers, un étudiant en Master et un doctorant. La collecte des données a été réalisée dans des placettes carrées de taille fixée à 2500 m² (50m×50m) pour l'inventaire du peuplement principal constitué des espèces ayant atteint le diamètre minimum de pré-comptage fixé à 5 cm ($d_{1,30\text{ m}} \geq 5\text{ cm}$). Les placettes carrées ont été privilégiées dans cette étude car dans les zones de culture ou de jachère récentes, elles permettent d'obtenir des unités de végétation physionomiquement homogènes (Gehu, 1980 et Meddour, 2008 cité par Savadogo, 2018 : 38). En plus, l'intérêt pour les placettes carrées est qu'elles sont facilement implantables et conformes à l'unité de mesure de surface qui est le mètre-carré (Savadogo, 2018 :56).

2-2. Étude des sols

Les données secondaires utilisées concernent, les images satellitaires Google earth pro de 2020 et la carte géomorphologique de Kokologho indiquant les coordonnées géographiques des sites de prospection pédologique notamment les coordonnées des placettes de l'inventaire. Ainsi, la

prospection a été faite au niveau des placettes selon la méthode du transect afin de prendre en compte la diversité des conditions de sol et de topographie sur laquelle se développe les espèces forestières. Au niveau de chaque placette, un profil pédologique a été ouvert avec des pics et des pelles grâce à des manœuvres recrutés au niveau local, sauf sur les lithosols sur cuirasse. Auparavant, un GPS a été utilisé pour repérer les coordonnées des sites de prospection pédologique saisie lors de l'inventaire floristique. Les profils pédologiques ont été ensuite décrits par deux (02) ingénieurs du BUNASOLS avec des fiches de description de profils pédologiques. Puis des mètre-rubans ont été utilisés pour déterminer leurs profondeurs. Pour la détermination et la caractérisation des sols, la classification française de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (CPCS) et la Base de Référence Mondiale pour les ressources en sols de 2014, de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO/WRB, 2015) et le code MUNSELL, version ; 2014, ont été utilisés. La répartition spatiale des unités pédologiques cartographiées des placettes issue de la description des profils, de l'analyse et de la classification des horizons a permis d'identifier sept (07) types de sols que sont, les lithosols sur cuirasse ferrugineuse (Lc), les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels (FLIS), les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés peu profonds (FLIPP), les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (FLC), les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes (FLH), les sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions (FLTC) et les sols hydromorphes peu humifère à pseudogley de surface (HPGS). Ils sont regroupés dans trois (03) classes à savoir, la classe des sols minéraux bruts, la classe des sols à sesquioxydes de fer et manganèse et celle des sols hydromorphes.

Figure 1: Localisation de la commune de Kokologho



3- Traitement et analyse des données

Le dépouillement et le traitement statistique des données relevées et des sols ont été faits grâce aux logiciels Microsoft Excel 2007 et R. L'analyse des données par la méthode numérique d'ordination et par la méthode des tableaux ont permis de procéder au croisement et à la schématisation des données. D'une part, l'analyse factorielle des correspondances (AFC) des données de la végétation et des sols à partir de R a permis en effet, de regrouper les espèces végétales soumises aux mêmes facteurs écologiques. D'autre part, Microsoft Excel 2007 a permis d'étudier la diversité compositionnelle et les structures démographiques de la végétation ligneuse. Le traitement a essentiellement consisté au calcul des paramètres comme la fréquence, les indices Shannon-Weaver (H'), de Simpson (D) et de diversité de Hill, la densité réelle, le diamètre moyen, la hauteur moyenne, et le recouvrement car ces statistiques sont d'habitude utilisées pour étudier la diversité compositionnelle et structurale des espèces ligneuses.

Fréquence de présence : la fréquence est le nombre de fois qu'une espèce apparaît dans une série d'échantillonnage (Diop *et al.*, 2019 : 1067). Elle est calculée par la formule suivante : $F = \frac{\sum N_{ri}}{N_r} \times 100$, (Roberts-Pichette et Gillespie, 2002 cité par Diop *et al.*, 2019 : 1067) ou F = fréquence de présence en pourcentage (%); N_{ri} = nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce i ; N_r = nombre total de relevés.

Indice de diversité biologique ou Indice de Shannon est calculé par la formule suivante :

$H' = - \sum \left(\frac{N_i}{N} \right) * \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right)$ (Grall et Hily, 2003 : 3), avec H' = Indice de diversité de Shannon-Weaver; S = le nombre total d'espèces dans la communauté (richesse spécifique); P_i = l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce; $P_i = n_i/N$, avec n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon et \log_2 = logarithme à base 2. L'indice de Shannon est faible lorsque H' est inférieur à 3 bits, moyenne si H' est compris entre 3 et 4 puis élevé quand H' est supérieur ou égal à 4 bits (Diop *et al.*, 2019 : 1068).

Indice de Simpson (D) : il mesure la probabilité que deux (02) individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (Grall et Hily, 2003 : 3). Il est calculé par la formule suivante : $D = \frac{\sum N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$ avec N_i = nombre d'individus de l'espèce donnée et N = nombre total d'individus. Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité (Grall et Hily, 2003 : 3).

Indice de diversité de Hill : il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon-Weaver et de Simpson. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, et plus la diversité est faible (Grall et Hily, 2003 : 4). Il est déterminé à travers la formule suivante :

$Hill = (1/\lambda) / e^{H'}$ avec $1/\lambda$ = l'inverse de l'indice de Simpson et $e^{H'}$ = l'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver (Grall et Hily, 2003 : 3).

Densité réelle : elle est le nombre d'individus par unité de surface (individus.ha⁻¹) (Diouf *et al.*, 2019 : 1460). La densité réelle a été déterminée par la formule suivante : $D_r = \frac{N_i}{S}$ avec N_i = effectif total de l'espèce i dans l'échantillon considéré et S = surface de l'échantillon en ha (Diouf *et al.*, 2019 : 1460).

Hauteur moyenne (H_m) : elle est la somme des hauteurs individuelles divisée par le nombre total d'échantillons. Elle est calculée par la

formule suivante : $H_m = \sum(h_i)/n$ avec h_i = hauteur du ligneux et n = nombre total d'échantillons.

Diamètre moyen (D_m) : le diamètre moyen est la somme des diamètres individuels divisée par le nombre total d'échantillons. Il est calculé par la formule suivante : $D_m = \sum(d_i)/n$ avec d_i = diamètre du ligneux et n = nombre total d'échantillons.

Recouvrement aérien (G) : il correspond à la proportion de la surface d'un échantillon occupée par la projection verticale au sol de la couronne d'un végétal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) (Diouf *et al.*, 2019 : 1461). Le recouvrement aérien est calculé par la formule suivante : $G = \sum(\pi(d_{mh}/2)^2)/Se$ avec G = Couvert aérien, d_{mh} = diamètre moyen du houppier en m, qui est égal à la moitié de la somme des diamètres Nord-Sud et Est-Ouest, et Se = surface de l'échantillon considéré en ha (Diouf *et al.*, 2019 : 1461).

Résultats et discussion

1- Facteurs écologiques déterminant la répartition spatiale des groupements végétaux

La structure des données floristiques et des sols établit dans les plans factoriels sur la base de la méthode AFC permet de rendre compte du changement de la composition floristique suivant la diversité des habitats dans la commune rurale de Kokologho. Le premier axe (axe 1) avec des valeurs positives et négatives décrit le gradient topographique et les types de sols comme principaux facteurs écologiques qui contrôlent la distribution des groupements ligneux dans la commune de Kokologho. En effet, la communauté végétale de la classe 1 composée d'individus tels que *An lei* (*Anogeissus leiocarpus*), *Ac mac* (*Acacia macrostachya*), *St spi* (*Strychnos spinosa*), *St set* (*Sterculia setigera*), *Pr afr* (*Prosopis africana*), *Ma mul* (*Manilkara multinervis*), *Az ind* (*Azadirachta indica*) et *Co ade* (*Combretum adenogonium*) se développe sur des lithosols sur cuirasse (Figures 2 et 3). Ces sols se rencontrent sur les glacis haut de pente et les buttes cuirassées alors que la communauté végétale de la classe 2 composée d'individus tels que *Vi par* (*Vitellaria paradoxa*), *Ac nil* (*Acacia nilotica*), *Fa alb* (*Faidherbia albida*), *Ac sey* (*Acacia seyal*), *Ba eag* (*Balanites aegyptiaca*), *Te lax* (*Terminalia laxiflora*), *Ta ind* (*Tamarindus indica*), *De mic* (*Detarium microcarpum*), *Ga eru* (*Gardenia erubescens*), *Pa big* (*Parkia*

biglobosa), *la aci* (*Lannea acida*), *Na lat* (*Nauclea latifolia*), *Xi ame* (*Ximenia americana*), *Te mac* (*Terminalia macroptera*), *Pt sub*, *Pi ret*, *Di sp*, *Di cin*, *Ac sen* (*Acacia senegal*), *Ag stu* (*Aganope stuhlmannii*), *Sc bir* (*Sclerocarya birrea*), *Pt eri* (*Pterocarpus erinaceus*), *La mi* (*Lannea microcarpa*), *Ca sie* (*Cassia sieberiana*), *Di mes* (*Diospyros mespiliformis*) et *Bo cos* (*Bombax costatum*) se rencontre généralement sur les FLIS, FLIPP, FLC, FLH et FLC (Voir définition au 2-2) notamment sur les glacis pente moyenne et faiblement sur les glacis haut de pente et bas de pente. En général pour les régions tropicales où la variation altitudinale est faible, c'est la topographie qui est toujours citée comme variable discriminante à laquelle on corrèle le type de sol (Sinsin 1993 cité par Ouédraogo *et al.*, 2008 : 14). Ces résultats sont également similaires à ceux obtenus par Toko Imorou, (2013) qui décrit le gradient topographique comme principal facteur environnemental qui contrôle la distribution des groupements ligneux. Cependant, la topographie à elle seule ne détermine pas la répartition des formations végétales car à une même position topographique peuvent se rapporter des formations différentes (Toko Imorou, 2013 : 2187). C'est pourquoi, en dehors des plans d'eau et le long du fleuve Nazinon où s'établissent surtout les forêts galeries, les autres formations végétales se rencontrent à la fois sur les glacis haut de pente, pente moyenne, bas de pente et sur les buttes cuirassées.

Le second axe, quant à lui décrit l'humidité comme principal facteur écologique qui contrôle la distribution du groupement végétal de la classe 3 composé d'individus tels que *Co mic* (*Combretum micranthum*), *Mi ine* (*Mitragyna inermis*) et *Da oli* (*Daniellia oliveri*). Il met en exergue des communautés végétales qui sont principalement localisées sur les glacis bas de pente et les vallons colluvio-alluviaux où l'eau et l'humidité sont quasi permanentes (Figures 2 et 3). D'ailleurs, ce sont ces espèces exclusives qui contribuent plus à la discrimination des groupements dans les analyses multifactorielles des structures de données floristiques (Ouédraogo *et al.*, 2008 : 14). C'est pourquoi dans les régions tropicales où la variation altitudinale est faible, l'humidité est également citée comme variable discriminante (Wala, 2004 cité par Ouédraogo *et al.*, 2008 : 14) en plus de la topographie et des types de sol.

Aussi, la profondeur et la texture du sol jouent-elles un rôle déterminant dans la distribution des communautés végétales dans la commune rurale de Kokologho. En effet, la communauté végétale de la classe 1 se développe sur des sols où la cuirasse affleure alors que celle

de la classe 2 se rencontre sur des sols dont la profondeur varie entre 16 cm et 120 cm avec une texture limono-argilo-sableuse en surface et limono-sableuse en profondeur. Pendant que, la communauté végétale de la classe 3 se développe sur des sols très profonds (≥ 120 cm) avec une texture limono-argileuse au premier horizon et argileuse en profondeur. Ces résultats corroborent ceux de Toko et Sinsin (2011), Toko Imorou (2013) et Honvou *et al.*, (2021) qui ont également distingués des communautés végétales sur la base d'unités morphopédologiques. Et pour ces auteurs, les conditions édaphiques telles que la texture, la profondeur et l'humidité du sol ainsi que la topographie jouent un rôle primordial dans la distribution des groupements végétaux mais pour Toko Imorou (2013), la profondeur du sol est le principal facteur.

2- Rôle des facteurs écologiques sur la composition floristique et la diversité spécifique

L'évaluation de la diversité sur la base du calcul des indices de Shannon-Weaver, de Simpson et l'indice de diversité de Hill révèle des indices élevés qui indiquent que la diversité biologique dans la commune rurale de Kokologho est assez riche (Tableau 1). En effet, la flore d'une station (richesse floristique ou diversité α) est considérée comme « assez riche » lorsqu'elle renferme 31 à 40 espèces quel que soit le biochore concerné (Daget, 2003 cité par Diallo *et al.*, 2013 : 119). Aussi, le nombre d'espèces (37) obtenu est-il comparable à celui de Djego *et al.*, (2012) qui ont obtenu une richesse spécifique de trente-six (36) espèces dans les savanes du Bénin. Cette diversité est due à la protection de certaines espèces agroforestières en voie de disparition contre les feux et la coupe anarchique de bois (Savadogo, 2018 : 258). Cependant, l'examen des indices selon les groupements de végétaux montre une disparité entre les groupements car les faibles valeurs se rencontrent dans les sols minéraux bruts et les sols hydromorphes tandis que les fortes valeurs ont été trouvées dans les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (Tableau 1). Par conséquent, la diversité floristique dépend des conditions de sol (la texture, la profondeur et l'humidité) et topographiques car la forte valeur de richesse spécifique est obtenue dans les systèmes agroforestiers où les sols sont moyennement humides, peu profonds à profonds et

généralement localisés sur les glacis pente moyenne. C'est pourquoi, *Vitellaria paradoxa* principale espèce de ce groupement végétal arbore les pentes colluviales des sols moyennement humides et profonds mais demeure peu abondant au bord des cours d'eau (Kaboré, 2012 cité par Thiam *et al.*, 2022 : 269). Ces résultats corroborent également ceux de Ouédraogo *et al.*, (2008) qui estiment que la diversité floristique généralement dépend des facteurs environnementaux tels que les conditions de sol. En plus, cette richesse résulte non seulement des activités courantes de cultures mais aussi de l'héritage des cycles culturels précédents dans les jachères et de la capacité de nombreuses espèces postculturelles à se maintenir sous l'effet perturbateur du pâturage (Diallo *et al.*, 2013 : 117). D'ailleurs, de nombreuses espèces s'installent à la faveur de la perturbation induite par la pâture (Zampaligré *et al.*, 2019 cité par Honvou *et al.*, 2021 : 92). Par ailleurs, la position topographique et les caractéristiques physiques du sol ne favorisent pas la colonisation de certains milieux par plusieurs espèces ligneuses d'où les deux groupements de végétaux (classe 1 et classe 3), les moins diversifiés rencontrés dans la commune de Kokologho. Ces communautés végétales se développent sur les sols minéraux bruts et les sols hydromorphes. En fait, le groupement de la classe 3 est pauvre en espèces et moins dense. Dans ce peuplement végétal, la position topographique et la nature du sol sont telles que l'eau stagne durant la saison des pluies or la texture du sol est limono-argileux au premier horizon et argileux en profondeur. Ces conditions étant asphyxiantes et très sélectives pour l'implantation et l'épanouissement de plusieurs espèces (Ouédraogo *et al.*, 2008 : 15), seules *Combretum micranthum*, *Daniellia oliveri* et *Mitragyna inermis* y sont fréquentes et les autres espèces sont très rarement rencontrées. Egalement sur les glacis haut de pente et sur les buttes cuirassées occupés par le groupement de végétaux de la classe 1, on rencontre des sols secs causés par le ruissellement dû à leur position physiographique et à la faible infiltration causée par l'induration. Ainsi, le point de flétrissement est vite atteint, limitant de facto la bonne croissance et l'abondance des espèces ligneuses (Toko Imorou, 2013 : 2187) d'où la structure clairsemée et la faible diversité floristique constatée. Ainsi, les conditions de sol demeurent les principaux facteurs écologiques qui contrôlent à la fois la diversité et la structure des groupements de végétaux (Ouédraogo *et al.*, 2008 : 15) et les faibles valeurs de diversité sont obtenues dans les groupements où

les conditions édaphiques constituent des facteurs limitants (Toko Imorou, 2013 : 2187).

3 - Relation entre la structure verticale de la végétation et les facteurs écologiques

L'analyse de la végétation sur le plan de sa structure verticale montre un fort taux de recouvrement aérien (42697,11 m²/ha) sur les sols à sesquioxyde de fer et de manganèse et de faible recouvrement aérien sur les sols minéraux bruts (1014,86 m²/ha) et les sols hydromorphes (546,93 m²/ha). Le fort recouvrement sur les sols à sesquioxyde de fer et de manganèse est dû aux facteurs anthropiques car les parcs sont d'une part, les lieux du développement optimum de beaucoup d'espèces qui bénéficient de mesures de protection particulière depuis la prise de l'arrêté n° 1762 du 30 décembre 1948. D'autre part, beaucoup d'espèces qui se développent sur ce type de sol bénéficient de la protection particulière des paysans du fait des services socio-économiques qu'elles fournissent (Savado, 2018 : 136). Ces conditions ont par conséquent favorisé la présence de grands arbres à cime jointive dans ce milieu. Toutefois, le faible recouvrement aérien sur les sols minéraux bruts et les sols hydromorphes s'explique respectivement par la faible infiltration et au sens de progression du front pionnier agricole vers les bas-fonds à cause des difficultés climatiques et de l'augmentation de la population à Kokologho. En outre, l'analyse de la structure verticale de la végétation montre que le diamètre et la hauteur varient selon les conditions morphopédologiques (Tableau 1, Figure 4 et 5) et anthropiques. En effet, sur les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse dont la texture est limono-sableuse et argileuse, avec une profondeur et une humidité moyenne, se développent des individus dont les circonférences peuvent aller au-delà de 300 cm avec des hauteurs qui varient entre 2 et 14 m. Cette structure de la végétation est liée à la vieillesse des parcs et aux facteurs anthropiques comme la régénération naturelle assistée, la plantation et la protection de certaines espèces agroforestières ainsi qu'à l'émondage. D'ailleurs à Kokologho, les populations ont développé depuis quelques années dans leurs pratiques agricoles, l'élevage et la protection d'espèces autres que celles de l'agroforesterie classique (Savado, 2018 : 258). Néanmoins de façon naturelle en milieux ouverts, la croissance en hauteur des arbres

est ralentie autour de huit mètres (8m) puis s'estompe aux environs de quatorze mètres (14 m) à cause de l'importance de la chaleur et de la lumière du soleil, à l'exception de quelques rares spécimens (Savado, 2018 : 262). Du reste, l'émondage permanent pour entretenir les exploitations agricoles, se procurer du bois et améliorer la production des arbres fruitiers sauvages ont une influence sur la hauteur des arbres. Pourtant les sols très profonds, limono-argileux et argileux où l'humidité est quasi permanente ont conduit à la mise en place de grands arbres comme *Daniellia oliveri* dont la hauteur est supérieure à quatorze mètres et des individus de faibles circonférences de diamètre (Figure 4 et 5). La profondeur et l'humidité du sol expliquent la présence de ces grands arbres. Cependant, en forêt galerie, la présence des individus de petits diamètres peut s'expliquer par l'engorgement permanent du sol et la présence de certains ligneux à cime jointive comme *Daniellia oliveri* dont l'ombrage ne favorise pas le développement de beaucoup d'espèces. De même, sur les glacis haut de pente et sur les buttes cuirassées où le sol est sec et fortement induré, la structure de la végétation est clairsemée avec beaucoup d'espèces dont la hauteur est comprise entre [2-6] m et la circonférence de diamètre entre [16-50] cm. La compétition des espèces forestières pour le peu de ressources disponibles et les activités humaines notamment le prélèvement du bois-énergie et l'occupation des bas-fonds pour les activités agricoles expliquent l'état de la végétation de ces milieux. La pente du terrain et les activités agricoles influent en fait sur l'humidité et la rétention de l'eau par le sol grâce à leur rôle sur l'infiltration et le point de flétrissement est vite atteint, ce qui limite la bonne croissance des ligneux. Plusieurs auteurs (Ouedraogo *et al.*, 2008 ; Toko et Sinsin, 2011 ; Djego *et al.*, 2012 ; Toko Imorou, 2013 ; Diallo *et al.*, 2013 et Diop *et al.*, 2017) sont parvenus aussi à la conclusion selon laquelle, la structure des espèces ligneuses est d'une part sous la dépendance de la topographie, de la nature du sol et de sa disponibilité en eau et, d'autre part, sous l'intensité des activités anthropiques.

		<i>leiocarpus</i>			
Loganiaceae	<i>Strychnos</i>	<i>Strychnos spinosa</i>	0,22	0,57	5,56
Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>Azadirachta indica</i>	0,22	2,85	5,56
Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia macrostachya</i>	1,56	183,12	5,56
Mimosaceae	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis africana</i>	0,22	4,45	5,56
Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>Manilkara multinervis</i>	0,89	138,23	5,56
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i>	<i>Sterculia setigera</i>	0,44	18,51	5,56
Anacardiaceae	<i>Lannea</i>	<i>Lannea acida</i>	0,67	6,45	11,11
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya</i>	<i>Sclerocarya birrea</i>	2,89	1187,31	33,33
Anacardiaceae	<i>Lannea</i>	<i>Lannea microcarpa</i>	10,67	6126,93	77,78
Balanitaceae	<i>Balanites</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	3,11	2,93	11,11
Bombacaceae	<i>Bombax</i>	<i>Bombax costatum</i>	1,33	457,3	22,22
Caesalpiniaceae	<i>Cassia</i>	<i>Cassia sieberiana</i>	2,22	357,34	27,78
Caesalpiniaceae	<i>Piliostigma</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,22	1,23	5,56
Caesalpiniaceae	<i>Tamarindus</i>	<i>Tamarindus indica</i>	0,44	40,3	5,56
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia macroptera</i>	0,22	0,19	5,56
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia laxiflora</i>	6,22	815,91	16,67
Combretaceae	<i>Pteleopsis</i>	<i>Pteleopsis suberosa</i>	0,22	0,39	5,56
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros mespiliformis</i>	0,67	4,1	16,67
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i>	<i>Pterocarpus erinacens</i>	0,44	2,39	11,11
Fabaceae	<i>Detarium</i>	<i>Detarium microcarpum</i>	1,56	55,27	5,56
Fabaceae	<i>Ostryoderris</i>	<i>Ostryoderris stuhlmannii</i>	0,22	2,45	5,56
Fabaceae	<i>Dicbrostachys</i>	<i>Dicbrostachys sp</i>	0,22	6,28	5,56
Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia nilotica</i>	0,22	2,72	5,56
Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia senegal</i>	0,22	5,67	5,56
Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia seyal</i>	3,11	401,92	5,56

Mimosaceae	<i>Dichrostachys</i>	<i>Dichrostachys cinerea</i>	0,22	12,6	5,56
Mimosaceae	<i>Faidherbia</i>	<i>Faidherbia albida</i>	2,89	1936,09	11,11
Mimosaceae	<i>Parkia</i>	<i>Parkia biglobosa</i>	1,33	717,88	27,78
Olcaceae	<i>Ximenia</i>	<i>Ximenia americana</i>	0,22	0,7	5,56
Rubiaceae	<i>Gardenia</i>	<i>Gardenia erubescens</i>	0,44	4,02	11,11
Rubiaceae	<i>Nuclea</i>	<i>Nuclea latifolia</i>	0,67	10,75	5,56
Sapotaceae	<i>Vitellaria</i>	<i>Vitellaria paradoxa</i>	15,56	30537,99	72,22
Total			69,53	44258,9	500,09
Hill=0,18			Hill ₁ =0,59	Hill ₂ =0,23	Hill ₃ =0,61
D=0,09			D ₁ =0,69	D ₂ =0,11	D ₃ =0,6
H'=4,06			H' ₁ =0,87	H' ₂ =3,6	H' ₃ =0,98
Classe des sols hydromorphes					
Classe des sols minéraux bruts					
Classe des sols à sesquioxyde de fer et de manganèse					

Source : Données terrains, Décembre, 2022

Conclusion

Il ressort de l'étude que la topographie est le principal facteur écologique qui influence la distribution des espèces forestières à laquelle on associe les activités humaines, les types de sol, la texture, l'humidité et la profondeur du sol. Mais, l'homme est le principal facteur de la diversité biologique. Il constitue également le principal facteur environnemental qui influence la structure verticale des espèces forestières auquel on corrèle la topographie, l'ombrage ainsi que la profondeur et l'humidité du sol.

Cette étude devrait renforcer d'une part, les connaissances des acteurs du monde rural de l'influence des facteurs environnementaux sur la distribution des espèces forestières. D'autre part, elle devrait favoriser une gestion durable des ressources forestières et la conservation de la diversité biologique car l'Etat burkinabé veut miser sur les PFNL pour assurer la sécurité alimentaire tout en diversifiant les sources

alimentaires, nutritionnelles et de revenus par la promotion et valorisation des PFNL.

Références bibliographiques

- Diallo, H., Faye, E., Kone, B., Bindelle, J., Lejoly, J., & Maiga, M.** (2013). Biodiversity and pastoral value of herbaceous species of the Fina reserve (Mali). *Scripta Botanica Belgica*, 50, 111-120.
- Diop, R. D., Mbaye, M. S., Bassene, C., Diop, I., Sarr, O., Camara, A. A., Sy, M. T. A., & Noba, K.** (2019). Végétation ligneuse du conservatoire botanique Michel Adanson de Mbour (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 1064. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.39>
- Diop, R. D., Mbaye, M. S., & Noba, K.** (2017). La flore du conservatoire botanique Michel Adanson de Mbour (Sénégal) : Perspective pour un plan d'aménagement et de gestion. *Journal of Applied Biosciences*, 109(1), 10688. <https://doi.org/10.4314/jab.v109i1.13>
- Diouf, J., Mbaye, M. S., Camara, A. A., Dieng, B., Diouf, N., Sarr, M., & Noba, K.** (2019). Structure et dynamique de la flore et la végétation de la réserve spéciale botanique de Noflaye (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(3), 1458. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.20>
- Djogo, J., Gibigaye, M., Tente, B., & Sinsin, B.** (2012). Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Koadji au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(2), 705-713. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i2.14>
- Freschet, G., Roumet, C., Violle, C., & Garnier, E.** (2018). *Interactions entre le sol et la végétation : Structure des communautés de plantes et fonctionnement du sol* (p. 83-99).
- Grall Jacques & Hily Christian.** (2003). *Traitement des données stationnelles (faune)* (FT-10-2003-01.doc).
- 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. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i1.8>
- Lacoste, A., & Salanon, R.** (1969). *Eléments de biogéographie et d'écologie.*

Nathan.

Mahamoud, C. M., & Akpo, L. E. (2018). Effet des facteurs environnementaux sur la structuration de la flore ligneuse du Karthala (Grande-Comore, Océan indien). *VertigO, Volume 18 Numéro 1*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.20211>

Ouedraogo, O., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., & 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. <https://doi.org/10.21248/fvss.11.2>

Ouoba, P. A., Dapola, E. C. D., & Pare, S. (2014). Perception locale de la dynamique du peuplement ligneux des vingt dernières années au Sahel burkinabé. *VertigO, Volume 14 Numéro 2*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.15131>

SAVADOGO Saïdou. (2018). *Impacts des changements et variabilités climatiques et des facteurs anthropiques sur la disponibilité des produits forestiers non ligneux dans le domaine soudano-sabélien du Burkina Faso : Cas de Kokologho et de Ténado* [Thèse]. Joseph KI ZERBO.

Thiam, M., Diouf, M., Ndiaye, O., Samb, C. O., & Ndiaye, S. (2022). Caractérisation des parcs de Karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) des terroirs de Kénioto et Samécouta (Kédougou, Sénégal). *European Scientific Journal, ESJ, 18*(21), 270.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n21p270>

Toko, I., & Sinsin, B. (2011). Facteurs déterminant la variabilité spatiale de la biomasse herbacée dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5*(3). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i3.72180>

Toko Imoro, I. (2013). Effets des facteurs abiotiques sur la répartition spatiale des groupements végétaux dans la zone de transition soudano-guinéenne du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7*(6), 2178. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i6.1>