

Caractérisation de la diversité et structure de la végétation ligneuse des formations ripicoles de la forêt classée de Kari, Burkina Faso

Assan GNOUMOU^{1,4*}, Hamed Aboubacar OUATTARA^{2,4}, Oumarou SAMBARE^{3,4}
et Amadé OUEDRAOGO⁴

¹ Université de Dédougou, Unité de Formation et de Recherche, Sciences Appliquées et Technologies,
BP 176, Burkina Faso

² Université de Dédougou, Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural,
BP 176, Burkina Faso

³ Institut des Sciences de Ouagadougou, 01 BP 1757 Ouagadougou, Burkina Faso

⁴ Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre,
Laboratoire de Biologie et Écologie Végétales, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : agnoumou@gmail.com

Résumé

L'objectif de la présente étude est la caractérisation de la diversité et de la structure des formations ripicoles de la forêt classée de Kari, en vue de reconstituer le couvert végétal des sols nus en utilisant des espèces autochtones mieux adaptées au site. Ainsi, 216 relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode de Braun-Blanquet. Des placeaux de 500 m² et de 1000 m² ont été posés respectivement sur les berges et les zones adjacentes. Des mesures dendrométriques prenant en compte des individus adultes (DHP \geq 5 cm) et la régénération ont été effectuées dans ces mêmes placeaux. Au total 57 espèces ligneuses appartenant à 46 genres et 26 familles ont été recensées. Deux groupements ligneux à savoir le groupement à *Vitex chrysocarpa* et le groupement à *Balanites aegyptiaca* ont été discriminés respectivement sur les berges et les terres adjacentes. L'analyse des données dendrométriques montrent que les structures des peuplements adulte et juvénile sont bonnes et stables pour ces deux groupements. Cependant, tout le long de ces formations ripicoles l'on rencontre des faciès de la végétation très affectées par une forte pression anthropique. Les résultats obtenus permettent, en effet d'envisager le reboisement basé prioritairement sur les 10 espèces dominantes identifiées qui impriment la physionomie de ces formations ripicoles et également d'orienter le choix du groupement dans lequel il faudrait introduire les pépinières. Cette approche constitue une issue favorable à la reconstitution d'un équilibre naturelle du milieu.

Mots-clés : *phytosociologie, structure, formation ripicole, berge dégradée, écosystème, Burkina Faso.*

Abstract

Characterization of woody plant diversity and stand structure of the riparian forests in Kari classified forest, Burkina Faso

The main objective of the present study is to characterise the diversity and the woody stand structure of the riparian forests of Kari classified forest, on the way to allow the restoration of degraded lands using indigenous species. Thus, 216 phytosociological plots were carried out using the Braun-Blanquet method. The plots sizes were 500 m² for the string-course of the rivers and 1000m² for the neighbouring savannah. Dendrometric measurements, taking into account adult individuals (DBH \geq 5 cm) and the regeneration were carried out in side these same plots. So, a total of 57 woody species belonging to 46 genera and 26 families were recorded. Two woody plants communities, were discriminated. The community of *Vitex chrysocarpa* and the group with *Balanites aegyptiaca* were discriminated respectively near to the river and on its neighbouring lands. The analysis of the dendrometric data shows that the vegetation strand structure for all individuals with DBH \geq 5 cm and the natural regeneration had a good trend. However, along this riparian vegetation, some vegetation areas which are highly affected by strong anthropic pressure, can be find. The results obtained can be used for a reforestation based on the 10 identified species that determine the physiognomy of these riparian vegetation and also to guide the choice of the plant community into which the nurseries should be introduced. This approach establishes a favourable outcome for restoring the natural balance of the environment.

Keywords : *phytosociology, structure, riparian vegetation, degraded land, ecosystem, Burkina Faso.*

1. Introduction

Les ressources naturelles connaissent de nos jours une profonde dégradation à l'échelle mondiale. La dégradation des forêts et des terres constitue l'un des plus graves problèmes environnementaux contemporains dans le monde entier [1 - 3]. En particulier ce sont les pays en développement qui enregistrent les plus importants taux de réduction des surfaces forestières [4]. Au niveau des forêts tropicales, cette réduction résulte des activités humaines. Ainsi, elle reste la cause majeure de la baisse globale de la biodiversité et des services écosystémiques, ainsi que la modification des équilibres au sein des communautés végétales [5, 6]. Cette dégradation se traduit en partie par un rythme de disparition accéléré de la diversité biologique [7, 8], qui est pourtant l'élément de base autour duquel tourne toute la problématique du développement durable et même de la survie humaine. Ces effets négatifs sont perceptibles au niveau des espèces ligneuses qui constituent la composante permanente des savanes du pays [9]. Avisés par cette situation alarmante, les scientifiques, les organisations de la société civile et les acteurs politiques conjuguent leurs efforts pour la gestion durable et rationnelle des ressources biologiques. Ainsi l'une des composantes essentielles de la biodiversité qui est la phytodiversité doit être prioritairement sauvegardée pour le maintien des processus naturels et des écosystèmes qui entretiennent la vie des autres règnes. Toutefois, cette ressource est bien limitée et la déforestation se poursuit à grande vitesse [10 - 12]. En effet, de nombreux signes indiquent une dégradation sérieuse de la diversité et de la densité des ligneux [13]. Ce fléau se nourrit depuis un passé récent de facteurs nouveaux qui sont la croissance démographique [14] et le réchauffement climatique [15, 16]. La croissance démographique et la pression pastorale ont entraîné une forte pression sur les ressources forestières [17, 18]. La pression de la croissance démographique s'exprime à travers une nécessité d'étendre les zones de cultures et d'accroître les rendements pour combler le déficit alimentaire récurrent. De plus, il y a une prolifération incontrôlée des espaces

occupés par les cultures de rente dans le but, d'améliorer et de sécuriser le cadre de vie des populations. Cette pression impact négativement les écosystèmes à cause des besoins incontournables de bien être (santé, habitation, culture, etc.) qui y sont prélevés. Les acteurs les plus vulnérables sont les populations locales qui dépendent largement des ressources naturelles renouvelables et n'ont que leur environnement immédiat comme source de tous ces besoins [19 - 21]. La conséquence de cette pression anthropique est la perturbation des écosystèmes qui se fragmentent, induisant ainsi un déséquilibre écologique, qui crée une disparition d'importantes couches de végétation [22]. Les terres fertiles se réduisent de plus en plus, il y a des espèces qui deviennent de plus en plus rares. En effet, la disparition des terres arables entraîne la convoitise des zones humides qui étaient jadis épargnées, car les terres y étaient longuement inondées ou trop humides non adaptées aux cultures avec des risques de pathologies élevées à cause de l'humidité. Ces zones humides sont aujourd'hui la cible des populations à la recherche de terres fertiles pour les activités agricoles et pastorales [23]. Le Burkina Faso ne reste pas en marge de toute cette réalité, on note une disparition accrue de ses ressources naturelles notamment végétales [24]. En effet, la régression des forêts galeries et autres types de formations ripicoles s'est accentuée dans différentes régions du Burkina, car elles sont passées de 851830 ha en 1992 à 834265 ha en 2002 [25]. Pourtant, elles sont considérées comme le lieu de la biodiversité par excellence.

Quelques travaux ont été menés au niveau national sur ces formations ripicoles en rapport avec la description de la phytodiversité et de sa répartition suivant le gradient phytogéographique [26 - 28], l'étude de la répartition de la flore sur les berges en fonction de la microtopographie a également été abordée [29], en plus une autre étude a analysé l'impact du sens d'écoulement du cours d'eau sur la répartition de la diversité floristique et la structure de la végétation [30]. Selon les recommandations des derniers travaux, des mesures de protection et de restauration de ces écosystèmes doivent être entreprises [31]. Alors que jusque-là peu d'études ont porté sur la restauration de la végétation des formations ripicoles. La région de la Boucle du Mouhoun parfois qualifiée « de grenier du Burkina Faso » est riche en forêts classées et en zones humides dont les régimes de protections ne sont parfois pas respectés par les populations locales. On assiste à des exploitations frauduleuses, induisant ainsi, des conséquences assez graves sur la végétation qui est déboisée laissant des sols nus sur certaines berges très affectées. C'est pourquoi dans le cadre du projet « Adaptation Basée sur les écosystèmes-Fonds pour l'Environnement Mondial » de la Boucle du Mouhoun, cette étude a été initiée. L'objectif global de ce travail est de caractériser la végétation ligneuse des formations ripicoles de la forêt classée de Kari, en vue de reconstituer la végétation des sols nus en utilisant les espèces locales mieux adaptées au milieu. De façon spécifique il s'agit de :

- Identifier les groupements végétaux ligneux des formations ripicoles de la forêt classée de Kari
- Analyser la composition floristique des groupements ligneux des formations ripicoles de la forêt classée de Kari
- Analyser la structure de la végétation des individus adultes et juvéniles des groupements ligneux des formations ripicoles de la forêt classée de Kari

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La forêt classée de Kari est située entre les coordonnées 3°15' et 2°50' de longitude ouest, 12°00' et 12°30' de latitude nord (*Figure 1*). Sa superficie actuelle est estimée 8000 hectares. Elle est en nette régression car cette forêt couvrait une superficie de 13000 hectares au début de son classement en 1938 [8]. Elle est bordée par la rive droite du fleuve Mouhoun et fait partie du 20^e site Ramsar du corridor forestier de la Boucle du

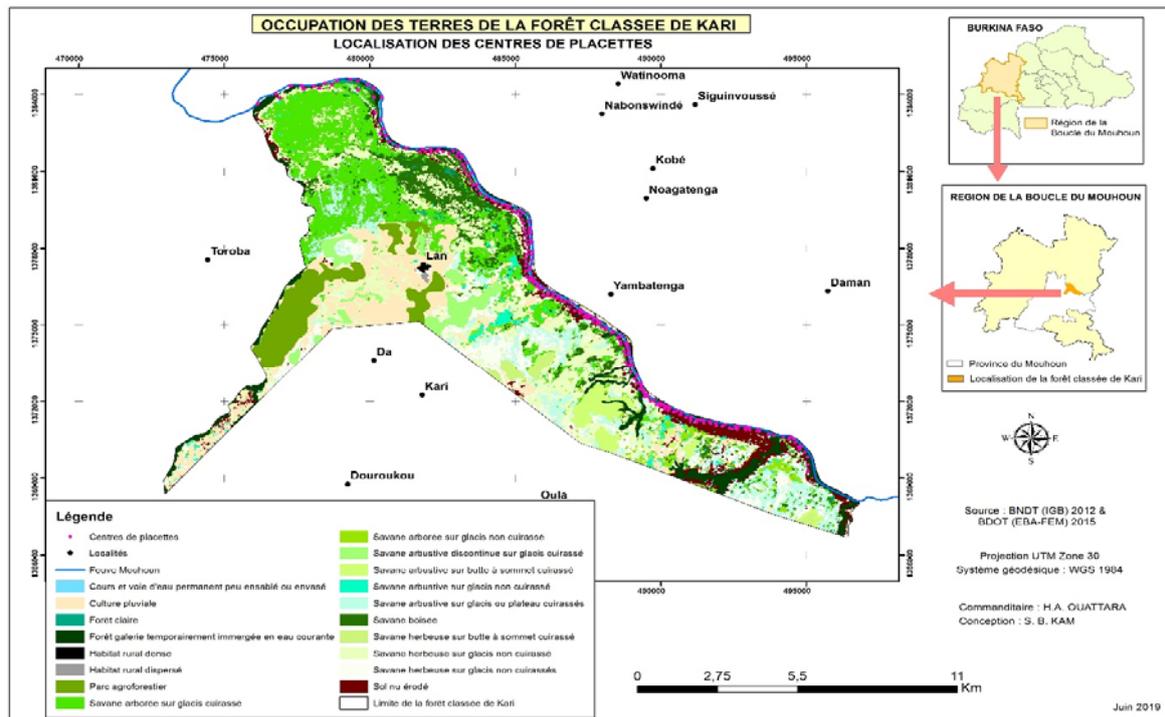


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

Mouhoun. Selon la répartition phytogéographique du Burkina Faso, la zone d'étude fait partie de la zone Nord-Soudanienne [26]. Les formations végétales dominantes rencontrées sont les savanes arbustives et herbeuses, les savanes arborées. On y rencontre également de grands parcs agroforestiers. L'agriculture occupe plus de 90 % de la population active. C'est une agriculture de subsistance de type extensif et largement tributaire des aléas climatiques. L'élevage est la deuxième activité économique de la commune après l'agriculture. De type traditionnel extensif, il est pratiqué aussi bien par les pasteurs peulhs que les populations autochtones.

2-2. Prospection et collecte des données

2-2-1. La prospection

Avant la collecte des données, une sortie de terrain a été effectuée le 10 mai 2019, en vue d'identifier les différents faciès de la végétation installée au bord du cours d'eau. Ainsi, la carte de la végétation de la forêt classée de Kari, nous a servi de guide. Sur le terrain, nous avons pu également apprécier la scission entre la végétation des berges et celle des zones adjacentes.

2-2-2. Collecte des données

2-2-2-1. Collecte des données phytosociologiques

Pour la présente étude, la collecte des données sur la végétation a uniquement concerné la composante ligneuse. Nous avons adopté un échantillonnage orienté suivant la berge et la zone adjacente. A l'intérieur, de chaque entité les relevés ont été effectués de manière aléatoire en leur affectant des codes.

Ainsi, au niveau des formations végétales des zones adjacentes, la superficie des relevés adoptée est de 1000 m² (50 m x 20 m) puis, celle des formations situées sur la berge du cours d'eau, est de 500 m² (50 m x 10 m). Les relevés ont été exécutés entre la fin du mois de mai et la mi-juillet, période pendant laquelle la plupart des arbres portent des feuilles permettant ainsi la distinction des espèces sur le terrain. Pour la réalisation des relevés phytosociologiques nous avons adopté la méthode de [31]. Cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs dans l'étude de la végétation pour identifier les différents groupements végétaux au Burkina Faso [17, 24, 29]. Toutes les espèces recensées sont affectées d'un coefficient d'abondance grâce à l'échelle de BRAUN-BLANQUET modifiée par WILMANN. Cette échelle a déjà été utilisée avec succès dans l'étude des groupements végétaux [32, 33]. Les coefficients d'abondance-dominance sont les suivants :

- 5 : recouvrement compris entre 75 et 100 %;
- 4 : recouvrement compris entre 50 et 75 %;
- 3 : recouvrement compris entre 25 et 50 %;
- 2b : recouvrement compris entre 16 et 25 %;
- 2a : recouvrement compris entre 5 et 15 %;
- 1 : recouvrement inférieur à 5 %;
- + : simplement présent.

La liste complète de toutes les espèces rencontrées a également été dressée. Et pour celles dont le nom scientifique n'était pas connu sur le terrain ; un herbier a été confectionné en vue d'une détermination plus tard à l'aide des flores. Les coordonnées géographiques des centres de placettes prises, ont été projetées sur une carte pour rendre compte de la répartition des différents relevés réalisés.

2-2-2-2. Collecte des données dendrométriques

En ce qui concerne la collecte des données dendrométriques, les relevés (216) ont été couplés aux relevés phytosociologiques. Alors, cela signifie que nous avons effectué l'inventaire dans les mêmes placeaux de 500 m² installées au niveau de la berge et de 1000 m² installées dans la zone adjacente. L'inventaire a consisté à mesurer la circonférence des individus adultes dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) est supérieur ou égal à 5cm, soit une circonférence de 15,7 cm à l'aide d'un ruban de mesure métrique et la hauteur totale des individus a été estimée. Par la suite le diamètre a été déduit de la circonférence pour les individus unicaules ($d = C/\pi$) et Le diamètre quadratique a été calculé pour les individus multicaules selon la **Formule** suivante :

$$Dq = \sqrt{\sum_{i=1}^n (ds^2)} \quad (1)$$

où, ($Dq =$ diamètre quadratique et $ds =$ diamètre de chaque tige)

L'inventaire de la régénération a concerné les individus juvéniles dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) est inférieur à 5 cm. Des placettes de 25 m² (5 m x 5 m) ont été ainsi installées à l'intérieur de chaque placette de 500 m² et de 1000 m². Les paramètres collectés ont été le diamètre au collet et la hauteur de chaque individu. Ces paramètres ont été mesurés à l'aide du pied à coulisse et du ruban métrique.

2-3. Analyse des données

2-3-1. Analyse des données phytosociologiques

Afin d'identifier les groupements végétaux, les données ont été saisies dans le tableur Excel. Cela nous a permis d'obtenir une matrice brute des données, que nous avons soumises au logiciel CAP version 2.15 (Community Analysis Package) en vue d'individualiser les groupements végétaux. A cet effet l'ensemble des relevés a été soumis à l'analyse en vue de générer un dendrogramme pouvant faire ressortir l'affinité floristique qui existe entre tous les relevés. D'abord, un dendrogramme global généré a présenté deux sous-groupes de relevés d'une part, (i) ceux des zones affectées par l'érosion du sol comportant des plages nues sans couvert végétal et d'autre part, (ii) ceux des zones ayant une composition floristique homogène, berges comme zone adjacentes. Ensuite, chaque sous-groupe de relevés (i et ii) a été analysé séparément pour générer un dendrogramme. Après cette phase, la classe de présence de chaque espèce est calculée dans le tableur Excel pour chaque sous-groupe de relevés dans le but de déterminer les espèces différentielles pouvant discriminer les groupements végétaux. Ainsi ; pour le sous-groupe de relevés (i) aucune espèce différentielle n'a pu être identifiée sur la base de la classe de présence des espèces, d'où aucun groupement. Par contre, pour le sous-groupe de relevés (ii), les espèces différentielles de chaque groupement ont été identifiées sur la base de la classe de présence des espèces. Enfin, un tableau synthétique présentant les groupements végétaux du sous-groupe de relevés (ii) a été élaboré (*Tableau 1*).

2-3-2. Analyse des données dendrométriques

2-3-2-1. Analyse de la structure de la végétation

L'analyse de la structure de la végétation a été effectuée suivant les groupements identifiés. Les relevés dendrométriques réalisés ont été repartis en fonctions des groupements lors de la saisie des données dans un tableur Excel 2010. Par la suite le logiciel statistique XLSTAT version 2014.5.03 et JMP 7 ont été utilisés analyser les données dendrométriques et pour la réalisation des histogrammes des groupements des individus adultes et juvéniles au niveau des berges et des zones adjacentes. Ainsi les paramètres ci-dessous ont été calculés :

$$\text{Surface terrière } G = D^2_{1,30} \frac{\pi}{4}, \text{ exprimé en m}^2/\text{Ha} \quad (2)$$

où, D = diamètre à hauteur de 1,30 m du sol et $\pi = 3,14$.

$$\text{Densité} = \frac{\text{Nombre total d'arbres de la placette}}{\text{Superficie de la placette exprimée en hectare}} \quad (3)$$

Plusieurs méthodes sont utilisées pour décrire la distribution de la structure des arbres. Mais la distribution de Weibull a été choisie, car c'est un modèle qui a été assez utilisé dans la description de certaines forêts [34] et semble le mieux adapté [35 - 37]. Elle se caractérise par une grande souplesse d'emploi et une variabilité de forme. Les distributions des classes de diamètres ont été comparées avec la distribution de Weibull. Ainsi, les paramètres de la forme et de l'envergure du modèle de la distribution de Weibull ont été calculés au niveau des peuplements de chaque groupement (individus adultes et juvéniles), au niveau des populations de dix espèces dominantes. Pour représenter la structure théorique des peuplements, la distribution de Weibull a été utilisée en estimant ses paramètres à partir des données observées [37]. En effet, le modèle de distribution de Weibull est le suivant :

$$f(x, \alpha, \beta) = \alpha \beta^{-\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \quad (4)$$

Où β est le paramètre de la forme de la distribution de Weibull, α le paramètre de l'envergure (l'échelle) de la distribution et x la variable considérée (le diamètre). La distribution de weibull peut prendre plusieurs types de forme déterminée par le paramètre de forme β . Selon la valeur de β nous avons les cas suivants :

- Pour $\beta < 2,6$ la fonction de la densité de la probabilité de Weibull est positivement asymétrique avec une queue orientée vers la droite. Ce type de distribution représente une population stable idéale, s'entretenant elle-même en maintenant un rythme plus ou moins constant d'installation de semis;
- Pour $2,6 < \beta < 3,7$ son coefficient d'asymétrie tend vers 0 et par conséquent, la distribution tend vers la normale. Ce type de distribution peut caractériser les populations dans lesquelles l'installation de nouveaux semis est sporadique ou irrégulière ou encore les populations dont la régénération a été temporairement interrompues du fait d'une récolte excessive de fruits ou de graines, des dommages directs aux semis, ou de l'absence d'agents de pollinisation ou de dissémination;
- Pour $\beta > 3,7$ la fonction de la densité de la probabilité de Weibull est négativement asymétrique avec une queue orientée vers la gauche. Ce type de distribution caractérise une population dont la régénération est limitée pour une raison ou une autre et si les conditions ne changent pas, cette population disparaîtrait définitivement des formations végétales.

L'échelle (α) qui est le deuxième paramètre de Weibull est en relation avec la moyenne de la distribution [34].

2-3-2-2. Analyse de la composition et de la diversité floristique

Pour l'analyse de la composition floristique les paramètres ci-dessous ont été calculés :

$$\text{Dominance Relative} = \frac{\text{Surface terrière totale d'une espèce}}{\text{Surface terrière totale de toutes les espèces}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Densité relative} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèce}} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{Nombre de relevés dans lequel l'espèce est présente}}{\text{Nombre total de relevés}} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{Fréquence relative} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\text{somme de toutes les fréquences}} \times 100 \quad (9)$$

$$\text{L'Indice de Valeur d'Importance (IVI)} = \text{dominance relative} + \text{densité relative} + \text{fréquence relative} \quad (10)$$

$$\text{Valeur d'Importance de la Famille (FIV)} = \text{dominance relative} + \text{densité relative} + \text{diversité relative} \quad (11)$$

Théoriquement la dominance relative, la densité relative, la fréquence relative varient de 0 à 100 %. Ainsi l'indice de valeur d'importance (IVI) des espèces et la valeur d'importance de la famille (FIV) doit varier de 0 à 300 %. Aussi les indices de diversité ont été calculés pour comprendre la diversité floristique des groupements. Les indices de diversité de Shannon (H) et de Pielou (EH) permettent de mieux apprécier la diversité et la composition

des communautés végétales. L'indice de diversité de Shannon permet de quantifier l'hétérogénéité de la diversité spécifique d'un milieu tandis que l'indice d'équitabilité de Pielou mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Ces différents indices ont été calculés comme suit :

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (12)$$

où, S = nombre total des espèces dans la population (richesse spécifique) et P_i = abondance relative des $i^{\text{ème}}$ espèces dans une placette. La valeur de H' est minimale (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces [38].

$$EH = \frac{H}{\ln S} \quad (13)$$

S = nombre total des espèces dans une communauté ; P_i = abondance relative de la $i^{\text{ème}}$ espèce dans chaque placette ; L'indice de diversité de Shannon sert à apprécier la richesse spécifique (nombre d'espèces rencontrées) et l'équitabilité. Il varie de 0 (faible diversité) à 1 (grande diversité)

L'indice de similarité de Sorensen (C_s) a été également calculé pour évaluer la similarité entre les deux communautés de Sorensen ont été calculés pour évaluer la diversité β (similarité entre les peuplements des sites). Ils ont été calculés sur la base de la présence/absence des espèces. Leurs valeurs varient entre 0 et 1 et une valeur proche de 1 indique une grande similarité entre les sites d'où une faible diversité β [38].

$$C_s = \frac{2j}{2j+a+b} \quad (14)$$

j = nombre d'espèces communes aux sites ; a = nombre d'espèces trouvées seulement dans le site 1 ; b = nombre d'espèces trouvées seulement dans le site 2.

Cet indice varie de 0 (faible similarité) et 1 (grande similarité).

3. Résultats

3-1. Discrimination des groupements ligneux

Au total deux-cent seize (216) relevés ont été réalisés sur les berges et les zones adjacentes dégradées. Les coordonnées GPS de tous les relevés réalisés sont projetées sur la **Figure 2**. Ainsi, le premier dendrogramme généré avec tous les relevés à l'aide du logiciel CAP, nous présente deux sous-groupes. Un sous-groupe (i) constitué de (112) relevés réalisés dans les zones affectées par l'érosion du sol et comportant des plages nues sans couvert végétal (berges et zones adjacentes) et un sous-groupe (ii) constitué de (104) relevés réalisés dans les zones ayant une composition floristique homogène sur les berges et les zones adjacentes. Ensuite, les relevés de chaque sous-groupe (i) et (ii) ont été utilisés pour générer des dendrogrammes. Mais, l'analyse du sous-groupe (i) n'a permis d'identifier une espèce différentielle de ce groupe de relevés. Tandis que celui du sous-groupe (ii) a permis de discriminer deux groupements ligneux présentés par le deuxième dendrogramme (**Figure 3**). Les deux

groupements discriminés sont : le groupement à *Vitex chrysocarpa* des berges et le groupement à *Balanites aegyptiaca* des zones adjacentes (**Tableau 1**).

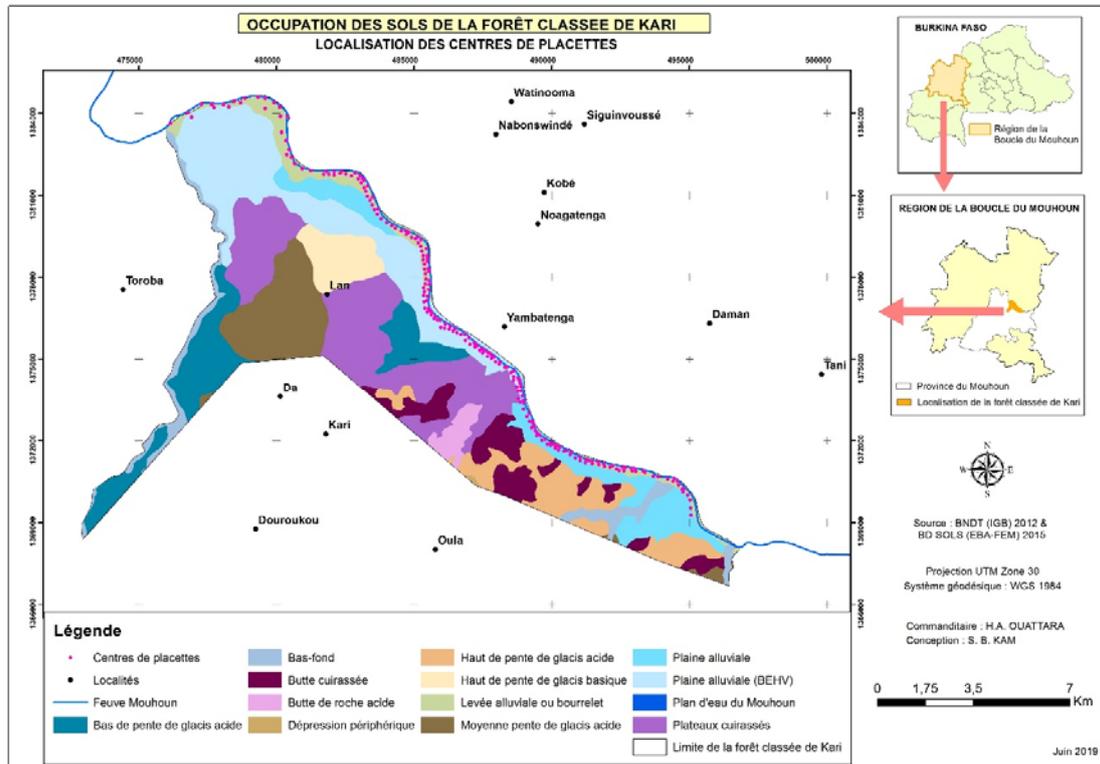


Figure 2 : Localisation des centres de placettes

3-1-1. Groupement à *Vitex chrysocarpa*

Le groupement à *Vitex chrysocarpa* installé sur les berges, est dominé par une savane arborée dont la physionomie est marquée par *Mitragyna inermis*. Le taux de recouvrement moyen est de 86 % avec une richesse floristique moyenne de $8,12 \pm 2,80$ espèces par relevé. La texture du sol est argileuse à argilo-limoneuse dans les horizons de surface. Les espèces différentielles de ce groupement sont : *Vitex chrysocarpa*, *Mitragyna inermis* et *Acacia erythrocalyx*. Les espèces compagnes importantes sont : *Piliostigma thonningii*, *Cola laurifolia*, *Morelia senegalensis*, *Taccazea apiculata*, *Mimosa pigra*, *Acacia sieberiana* et *Diospyros mespiliformis*.

3-1-2. Groupement à *Balanites aegyptiaca*

Localisé dans les zones adjacentes, le groupement à *Balanites aegyptiaca* est en grande partie dominé par des arbustes. Son taux de recouvrement est également de 86% avec une richesse floristique de $8,84 \pm 3,60$ espèces en moyenne par relevé. Ce fort taux de recouvrement est dû à la présence de *Acacia erythrocalyx* qui donne l'aspect de fourré. La texture du sol est argilo- sableuse à argilo-limoneuse dans les horizons de surface. Les espèces différentielles de ce groupement sont : *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Dichrostachys cinerea*, *Grewia bicolor* et *Combretum niroense*. Comme espèces compagnes importantes on a : *Capparis seiparia*, *Feretia apodanthera*, *Ziziphus mauritiana*, *Ximenia americana*, *Sclerocarya birrea* et *Anogeissus leiocarpa*.

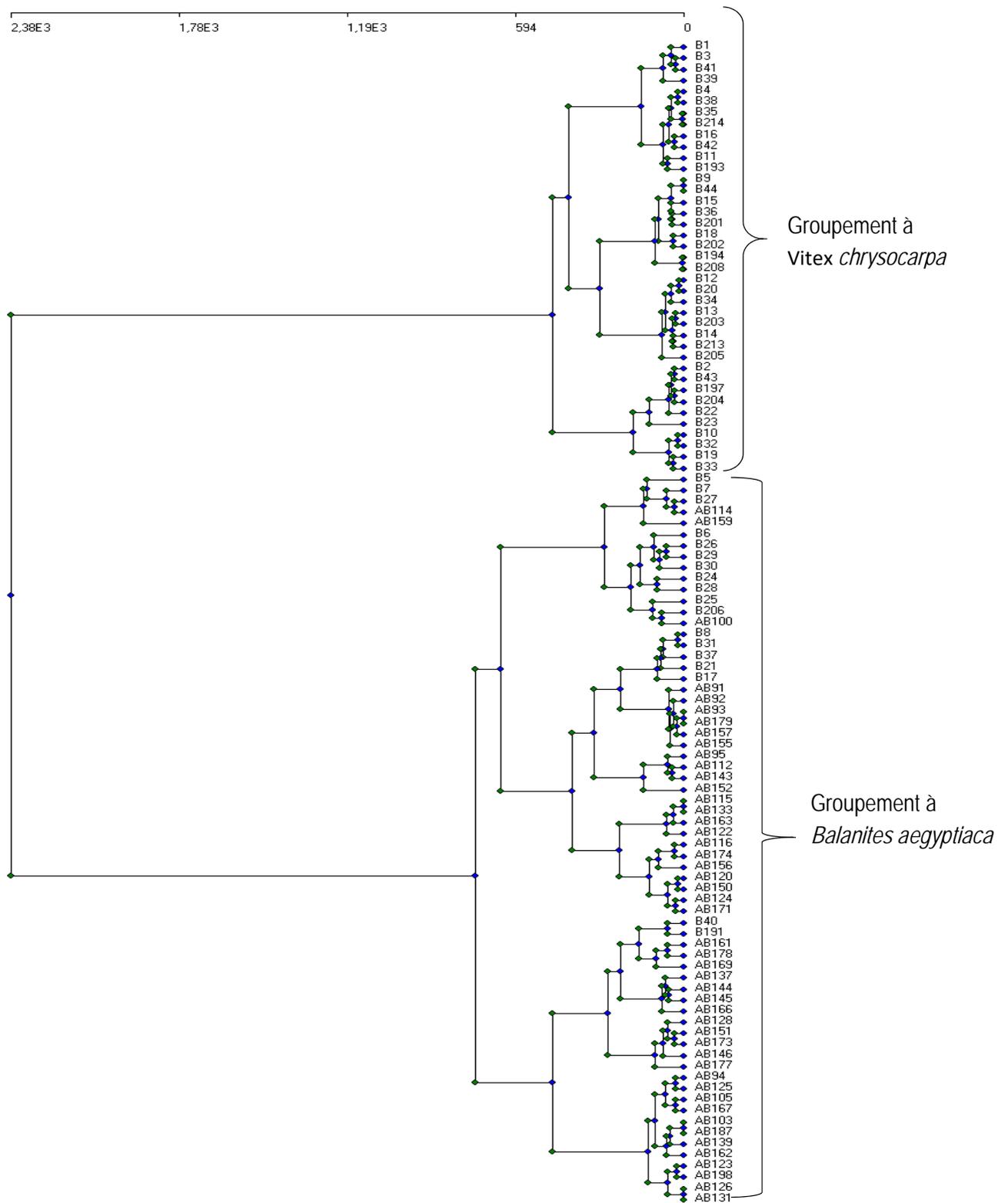


Figure 3 : Dendrogramme des groupements ligneux

Tableau 1 : Tableau synthétique des groupements ligneux

Groupements	<i>Vitex chrysocarpa</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>
Nombre de relevés	58	46
Taux de recouvrement moyen	86 %	86 %
Nombre moyen d'espèces	8,12	8,84
Espèces différentielles		
<i>Vitex chrysocarpa</i>	IV	.
<i>Mitragyna inermis</i>	V	II
<i>Acacia erythocalyx</i>	V	III
<i>Balanites aegyptiaca</i>	II	V
<i>Acacia seyal</i>	II	V
<i>Combretum niroense</i>	II	IV
<i>Grewia bicolor</i>	II	IV
<i>Dichrostachys cinerea</i>	I	IV
Espèces compagnes importantes		
<i>Piliostigma thonningii</i>	III	I
<i>Cola laurifolia</i>	II	.
<i>Morelia senegalensis</i>	II	.
<i>Taccazea apiculata</i>	II	.
<i>Mimosa pigra</i>	II	.
<i>Acacia sieberiana</i>	II	I
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	II	II
<i>Diospyros mespiliformis</i>	II	I
<i>Feretia apodanthera</i>	I	II
<i>Capparis sepiara</i>	I	III
<i>Ziziphus mauritiana</i>	I	II
<i>Ximenia americana</i>	I	II
<i>Sclerocarea birea</i>	I	II

3-2. Diversité floristique d'ensemble

3-2-1. Composition floristique des groupements ligneux

Au total 57 espèces ligneuses (2,75 % de la flore du pays), réparties en 46 genres et 26 familles ont été identifiées sur l'ensemble des sites échantillonnés. Les berges totalisent une richesse spécifique de 42 espèces ligneuses recensées contre une richesse spécifique de 38 espèces ligneuses dans les zones adjacentes. La richesse floristique moyenne est de $8,12 \pm 2,80$ espèces par relevé sur les berges et de $8,84 \pm 3,60$ espèces par relevé dans les zones adjacentes. En ce qui concerne les indices de valeur d'importance (IVI) des espèces, les dix (10) espèces dominantes sont : *Mitragyna inermis* (54,43 %), *Balanites aegyptiaca* (43,99 %), *Grewia bicolor* (24,50 %), *Acacia seyal* (23,70 %), *Acacia erythocalyx* (17,39 %), *Vitex chrysocarpa* (11,96 %), *Anogeissus leiocarpa* (7,98 %), *Combretum niroense* (11,68 %), *Piliostigma thonningii* (8,59 %) et *Dichrostachys cinerea* (7,98 %) (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Liste des dix (10) espèces dominantes selon leur indice de valeur d'importance

Espèces	Indice de valeur d'importance (IVI)
<i>Mitragyna inermis</i>	54,43 %
<i>Balanites aegyptiaca</i>	43,99 %
<i>Grewia bicolor</i>	24,50 %
<i>Acacia seyal</i>	23,70 %
<i>Acacia erythocalyx</i>	17,39 %
<i>Vitex chrysocarpa</i>	12,74 %
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	11,96 %
<i>Combretum niroense</i>	11,68 %
<i>Piliostigma thonningii</i>	8,59 %
<i>Dichrostachys cinerea</i>	7,98 %

Tableau 3 : Liste des dix (10) familles importantes

Famille	Nombre d'espèces	FIV (%)
Rubiaceae	04	57,13
Fabaceae-Mimosoideae	09	50,20
Balanitaceae	01	38,72
Combretaceae	06	25,94
Tiliaceae	03	23,58
Fabaceae-Caesalpinioideae	03	14,43
Fabaceae-Faboideae	04	10,54
Verbenaceae	01	9,94
Sterculaceae	02	8,85
Anacardiaceae	03	8,58

Les indices d'importance de famille (FIV) révèlent que la famille des Rubiaceae et des Leguminoseae-Mimosaceae, dominant la végétation de la zone d'étude. En outre les dix (10) familles dominantes sont : Les Rubiaceae (57,13 %), les Leguminoseae-Mimosaceae (50,20 %), les Balanitaceae (38,72 %), les Combretaceae (25,94 %), les Tiliaceae (23,58 %), les Cesalpinaceae (14,43 %), les Fabaceae (10,54 %), les Verbenaceae (9,94 %), les Sterculiaceae (8,85 %) et les Anacardiaceae (8,58 %). Les dix familles représentent plus de la moitié des espèces recensées (63,15 %) (**Tableau 3**).

3-2-2. Diversité spécifique et similarité entre les groupements

Les indices de diversité de Shannon (H) et de Piélou (EH) ne varient pas significativement d'un groupement à l'autre. Pour ce qui est de l'indice de diversité de Shannon on a (H = 2,01) pour le groupement à *Vitex chrysocarpa* et (H = 2,03) pour le groupement à *Balanites aegyptiaca*. L'équitabilité de Piélou EH est (EH = 0,52) pour le groupement à *Vitex chrysocarpa* et (EH = 0,55) pour le groupement à *Balanites aegyptiaca* (**Tableau 4**). L'indice de Sorensen (Cs = 0,33) montre qu'il existe une faible similarité entre le groupement des berges et celui des zones adjacentes.

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des indices de diversité et de la structure des groupements ligneux

Groupements ligneux	Surface terrière (m ² /ha)	Densité (ind/ha)	Indice de Shannon	Indice de Piélou
<i>Vitex chrysocarpa</i>	81,69 ± 0,09	715,65 ± 32,05	2,01 ± 0,06	0,52
<i>Balanites aegyptiaca</i>	38,97 ± 0,02	502,5 ± 32,26	2,03 ± 0,08	0,55

3-3. Caractéristique structurale des groupements végétaux ligneux

3-3-1. Paramètres dendrométriques des individus adultes

Les densités moyennes varient significativement d'un groupement à l'autre ($P < 0,0001$). Ainsi la plus forte densité est observée au niveau des berges avec $715,65 \pm 32,05$ individus/ha contre $502,5 \pm 32,26$ individus/ha pour les zones adjacentes. Les surfaces terrières varient également significativement d'un groupement à l'autre ($P < 0,0001$). La plus forte surface terrière est observée au niveau des berges avec $81,69 \pm 0,09$ m²/ha contre $38,97 \pm 0,02$ m²/ha dans les zones adjacentes (**Tableau 4**).

3-3-2. Structure des individus adultes

Au niveau du groupement à *Vitex chrysocarpa* des berges les individus sont concentrés dans les trois premières classes de diamètre à savoir 5-10 cm, 10-15 cm et 15-20 cm (**Figure 4a**). Pour le groupement à *Balanites aegyptiaca* des zones adjacentes il y a un nombre élevé d'individus dans les deux premières classes de diamètre (**Figure 4b**). Toutefois, on note un nombre relativement important d'individus de gros diamètres (≥ 40 cm) au niveau du groupement des berges par rapport au groupement des zones adjacentes où le nombre individus de gros diamètres est très faible. La distribution des classes de diamètres (structure horizontale) des individus adultes des groupements à *Vitex chrysocarpa* et à *Balanites aegyptiaca* présente chacun une distribution en forme de "J" inversé. Les classes dominantes correspondent aux jeunes individus. On constate la présence d'un grand nombre d'individus ayant de petits diamètres dans les premières classes de diamètre comparativement à un petit nombre d'individus de gros diamètres présents les classes de diamètres supérieurs. De plus les structures s'ajustent à la distribution de Weibull, avec les 2 paramètres de forme β inférieurs à 2,6. Les valeurs de β sont respectivement de 1,07 pour les berges et 1,22 pour les zones adjacentes. Selon les valeurs β obtenues ces structures sont caractéristiques des peuplements multispécifiques en équilibre stables.

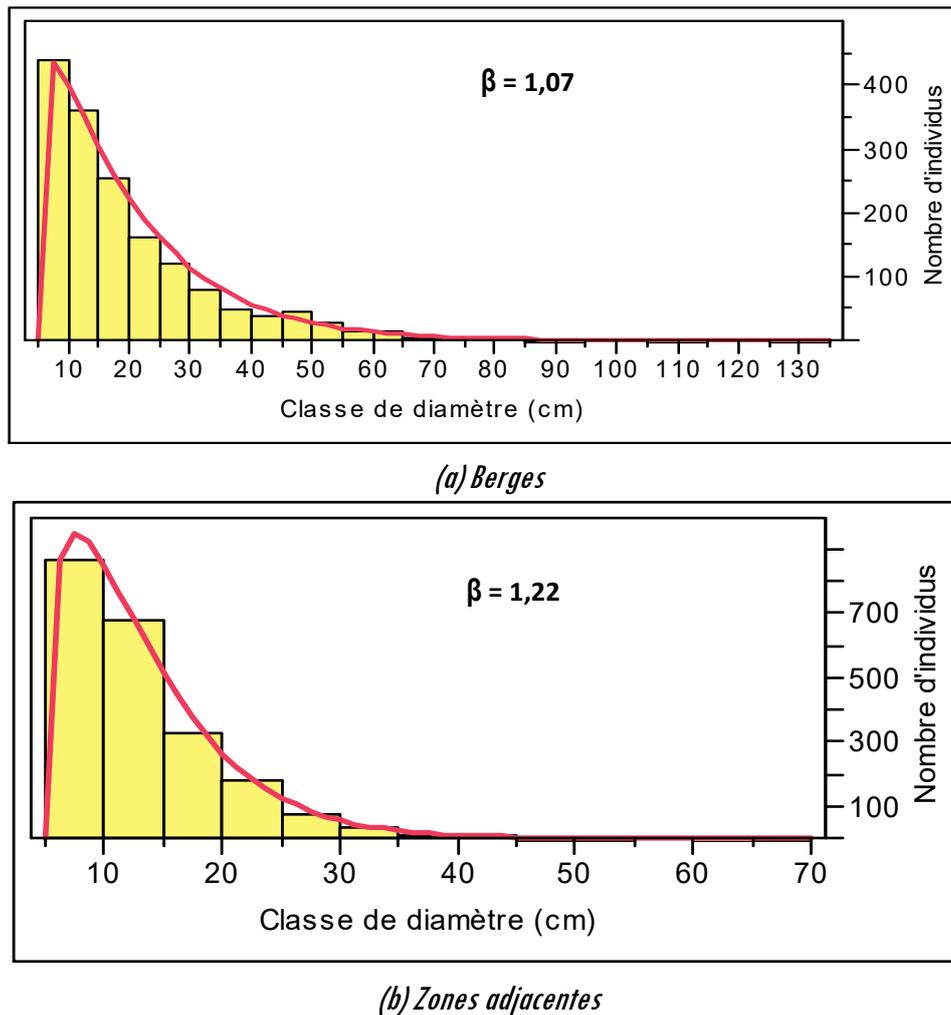
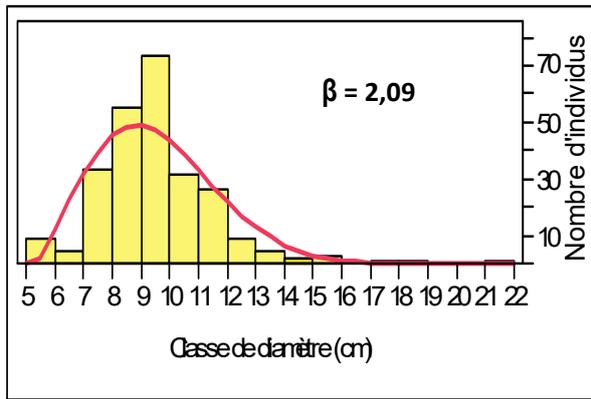


Figure 4 : Structure en classe de diamètre des individus adultes plurispécifiques des berges et des zones adjacentes

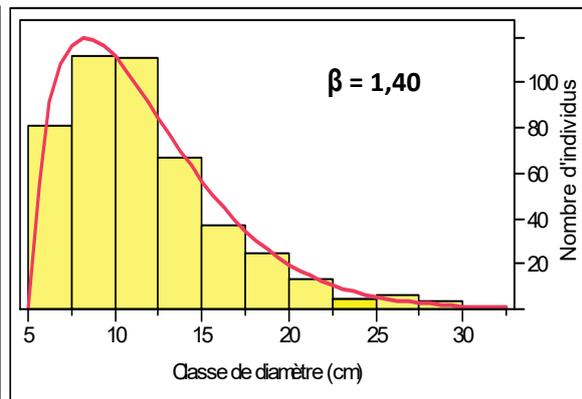
Ajustement de weibull à 3 paramètres

3-3-3. Structure des individus adultes des dix (10) espèces dominantes selon leur indice de valeurs d'importance

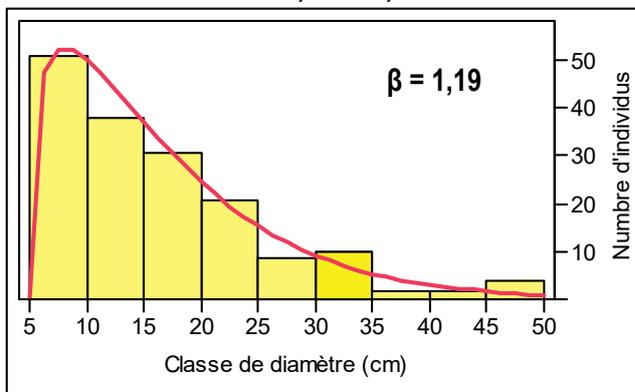
La distribution des classes de diamètre ajustée à la fonction de weibull de toutes les espèces dominantes (**Figure 5**) a une valeur de β inférieure à 2,6. Ce qui signifie que les populations de ces espèces sont stables, toutefois certaines populations ont des valeurs de β inférieures à 2,6 mais très élevées (*Acacia erythrocalyx* : $\beta = 2,09$; *Vitex chrysocarpa* : $\beta = 1,89$; *Piliostigma thonningii* : $\beta = 1,74$; *Mitragyna inermis* : $\beta = 1,51$). Toutefois, la distribution de "J" inversée des histogrammes n'est pas observée chez les populations de ces espèces, car les classes dominantes ne correspondent pas aux jeunes individus.



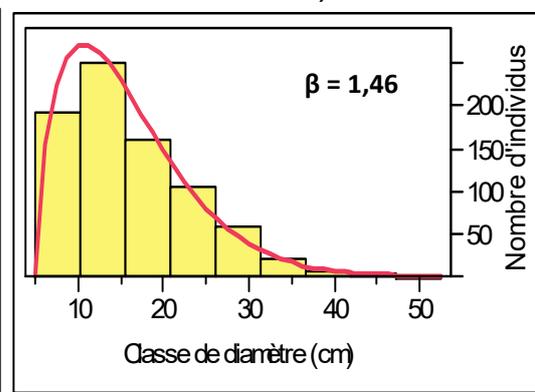
Acacia erythrocalyx



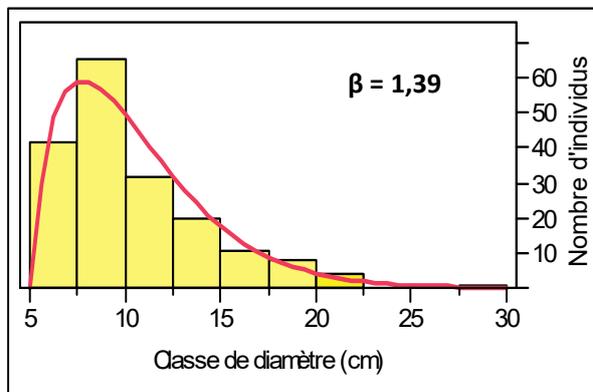
Acacia seyal



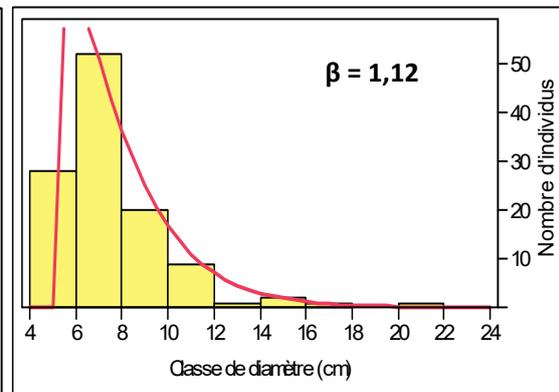
Anogeissus leocarpa



Balanites aegyptiaca



Combretum niroense



Dichrostachys cinerea

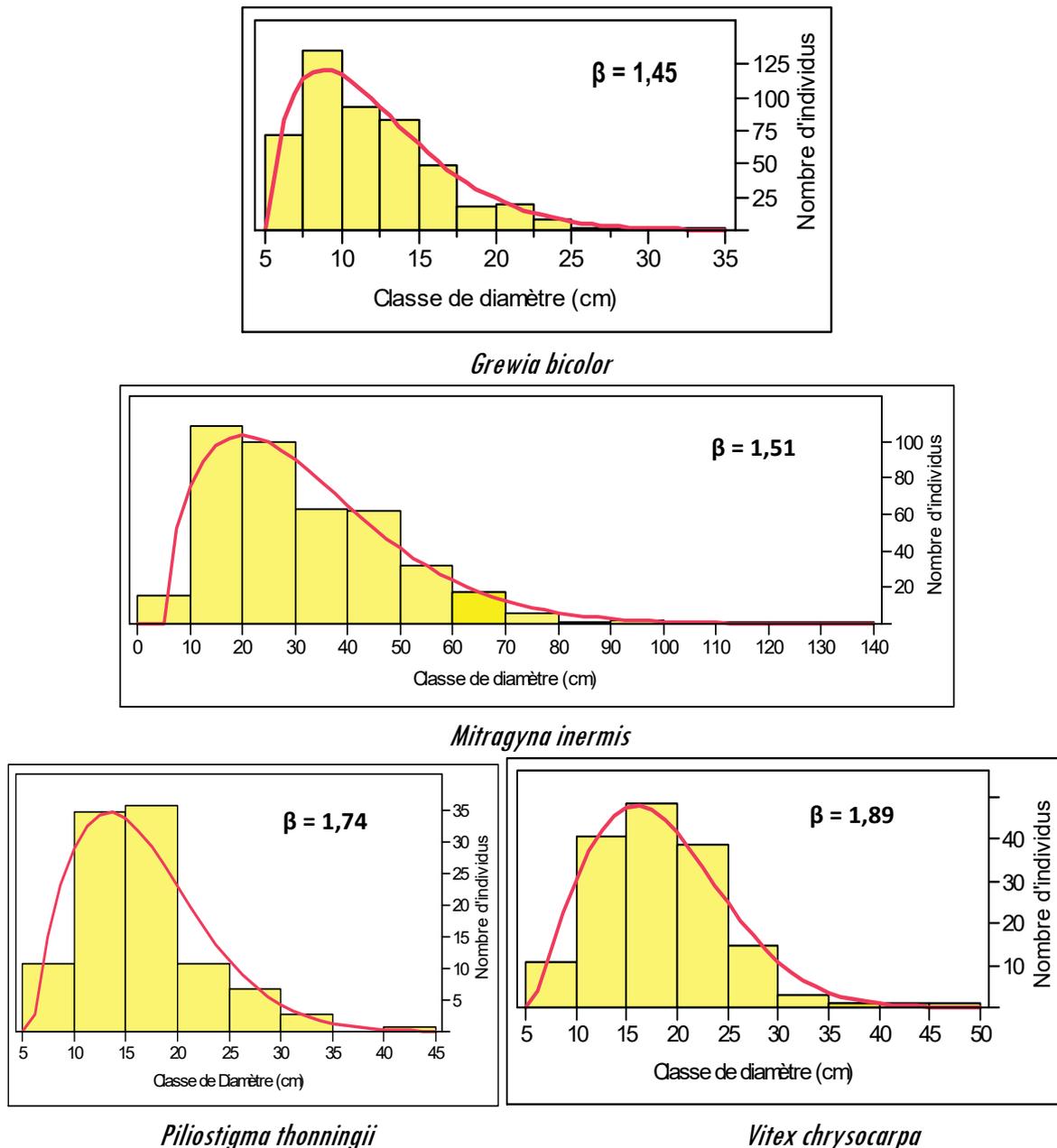


Figure 5 : Structure en classe de diamètre des individus adultes des 10 espèces dominantes des berges et des zones adjacentes

3-3-4. Structure des individus juvéniles

Pour les individus juvéniles, la structure verticale (classe de hauteur) présente également une allure en "J" inversé aussi bien au niveau des berges que dans les zones adjacentes (**Figure 6**). L'ajustement de la fonction Weibull aux différentes structures montre que les structures des peuplements juvéniles sont bonnes et stables en témoignent les valeurs de β inférieures à 2,6 (1,02 pour les berges et 1,20 pour les zones adjacentes). Les peuplements juvéniles des zones adjacentes (**Figure 6b**) sont caractérisés par une présence des individus dans

pratiquement toutes les classes de hauteur. Par contre les individus juvéniles des berges (*Figure 6a*) de très faibles nombre d'individus atteignent de grande hauteur supérieures à 1m. En ce qui concerne la structure horizontale (*Figure 7*), elle présente également une allure en "J" inversé avec une présence des individus dans presque toutes les classes de diamètre. La plupart des individus sont concentrés dans les classes de diamètre < 1 cm aussi bien au niveau des peuplements des berges (*Figure 7a*) que des peuplements dans les zones adjacentes (*Figure 7b*). Les valeurs de β sont inférieures à 2,6 (0,93 pour les berges et 1,27 pour les zones adjacentes) ce qui sous-tend une bonne structure horizontale des 2 peuplements juvéniles. La corrélation entre les paramètres de croissance (diamètre au collet et hauteur) des 2 peuplements juvéniles est significative au niveau des berges ($p < 0,0001$) et au niveau des zones adjacentes ($p < 0,0001$).

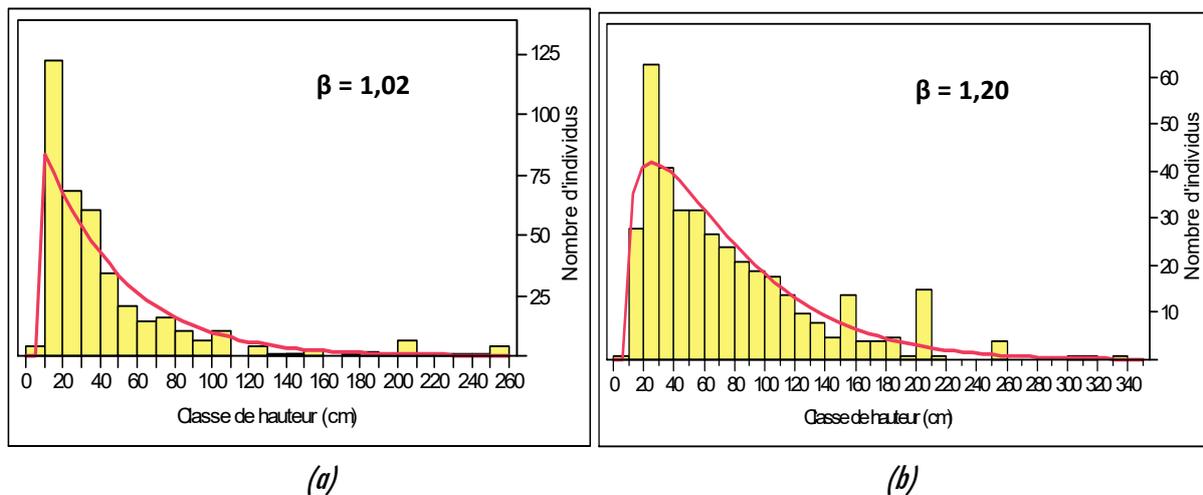


Figure 6 : Structure en classe de hauteur des individus juvéniles des berges et des zones adjacentes

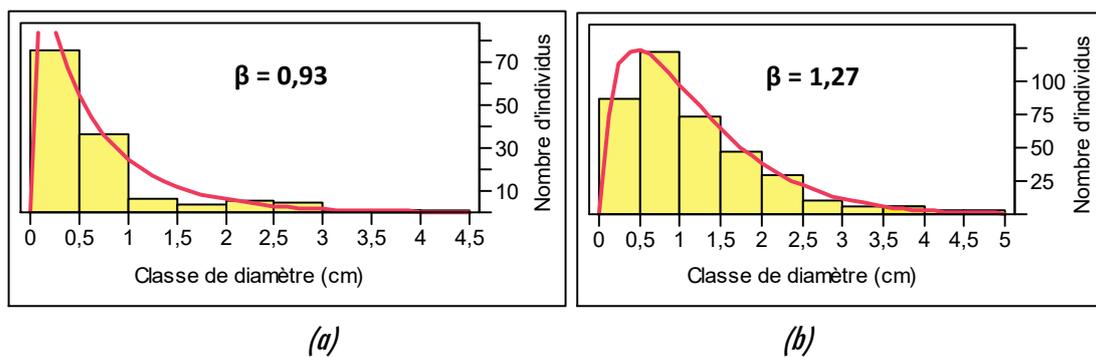


Figure 7 : Structure en classe de diamètre au collet des individus juvéniles des berges et des zones adjacentes

4. Discussion

4-1. Groupement ligneux

Les groupements ligneux que nous avons identifiés ont déjà été décrits par certains auteurs qui ont travaillé dans le secteur phytogéographique Nord-Soudanien. Ainsi, le groupement à *Vitex chrysocarpa* correspond au groupement à *Vitex chrysocarpa* et *Garcinia livingstonei* décrit dans le parc national d'Arly à l'est du Burkina Faso [33] et dans le secteur phytogéographique Sud Soudanien [29]. Ce groupement colonise les lits majeurs des cours d'eau sur sols argileux [33]. Ce qui est en accord avec notre étude car *Vitex chrysocarpa* est une espèce caractéristique des berges et supporte les longues périodes d'inondation. La présence des espèces comme *Vitex chrysocarpa*, *Morelia senegalensis*, *Cola laurifolia* qui sont des espèces couramment rencontrées dans le secteur phytogéographique Sud-Soudanien [26, 29] montre qu'il a existé par le passé des conditions climatiques favorables à l'épanouissement de ces espèces. Quant au groupement à *Balanites aegyptiaca*, il est similaire au groupement à *Balanites aegyptiaca* décrit dans le parc Urbain Bangr-Wéooogo [24]. Ces deux groupements présentent des espèces différentielles communes comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal* et dominés par des savanes arbustives. *Combretum niorense* et *Dichrostachys cinerea* ont été décrits comme des espèces différentielles par certains auteurs dans le secteur phytogéographique Nord-Soudanien [29, 33]. Cependant, *Grewia bicolor* peut être considéré comme une espèce différentielle typique à cette zone. On retient en conclusion que le groupement des berges comporte des espèces caractéristiques qui les distinguent nettement des savanes adjacentes.

4-2. Diversité et structure des groupements ligneux

4-2-1. Diversité des groupements ligneux

Le nombre d'espèces identifiées dans notre étude n'est pas en accord avec celui trouvé dans le même secteur phytogéographique [29] ; c'est-à-dire le secteur Nord-Soudanien qui était de 105 espèces ligneuses identifiées. Cette faiblesse de la richesse floristique pourrait s'expliquer non seulement par la nature du sol mais également par la pression pastorale observée dans la zone d'étude. Effet, la faible variabilité de la texture du sol explique la faible diversité floristique [9]. Par ailleurs le surpâturage observé dans la zone d'étude est confirmé par la fréquence élevée des espèces comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal* qui sont des espèces indicatrices de surpâturage [39]. Une étude réalisée a montré que le surpâturage entraîne une disparition de certaines espèces ligneuses appréciées [40]. Cependant, les berges présentent une richesse spécifique de 42 espèces ce qui est supérieure à 22 espèces celle inventoriée également sur les berges dans le secteur Nord-Soudanien [29]. Cela s'explique par le fait que les berges de la forêt classée de Kari ont une durée d'inondation courte ce qui favorise l'installation d'un nombre élevé d'espèces, car celles qui vivent logiquement dans les milieux exondés s'y installent également. On note que la diversité floristique est légèrement plus élevée au niveau des berges que dans les zones adjacentes. Cette richesse floristique des berges par rapport aux zones adjacentes est due au fait que les formations végétales des berges sont le plus souvent épargnées des feux qu'ils soient précoces ou tardifs [27]. On note également la présence des espèces rares ou occasionnelles car rarement rencontrées dans les relevés : il s'agit entre autres de *Paullinia pinnata*, *Pterocarpus santalinoides*, *Garcinia livingstonei*, *Syzygium guineense* et *Sesbania sesban*. Cependant *Pterocarpus santalinoides* est particulièrement menacée de disparition sur ce site ; car nos observations de terrain ont permis de constater des émondages répétés et des coupes effectuées par les éleveurs sur l'espèce. Cet état de fait compromet la survie et la pérennité de cette espèce, puisque que sa régénération naturelle devient quasi impossible. De ce fait, des mesures conservatoires

particulières doivent être prises pour les espèces menacées de disparition [41]. En outre, les indices de la valeur d'importance de famille (FIV) montrent une dominance de la famille des Rubiacées. Ce résultat est conforme à ceux d'autres travaux qui mettent en exergue la dominance des Rubiaceae dans les formations végétales ripicoles [29, 30, 42]. Par ailleurs, les indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité de Piélu des deux groupements discriminés dans la forêt classée de Kari sont proches. Ces faibles différences d'indices de diversité marquent la très faible variabilité de richesses floristiques entre les placeaux [9].

4-2-2. Structure des groupements ligneux

La structure démographique des différents groupements végétaux, des berges de la forêt classée de Kari est globalement dominée par un nombre d'individus élevé dans les petites classes de diamètre. On note une diminution du nombre d'individus dans les classes de diamètre supérieur. Cette tendance évolutive est caractéristique des formations végétales stables donc capables de se renouveler par la régénération naturelle. De nombreuses études réalisées dans les formations végétales au Burkina Faso confirment cette tendance [27, 43 - 45]. De façon spécifique la structure du groupement des berges est assez stable avec une distribution des individus dans pratiquement toutes les classes de diamètre. Ce groupement présente la densité et la surface terrière la plus élevée et cela est due à la présence des individus à gros diamètre comme, *Cola laurifolia*, *Tamarindus indica*, *Diospyros mespiliformis* et l'espèce multicaule comme *Mitragyna inermis*. En effet, l'analyse de la structure horizontale des groupements végétaux ligneux présentant des valeurs de surface terrière élevée renferment des individus à gros diamètres [9]. Par ailleurs, des travaux ont montré que les formations végétales ripicoles comme les galeries forestières présentent des densités et des surfaces terrières les plus élevées [30, 33], comparativement aux autres formations végétales adjacentes. Pour ce qui concerne groupement à *Balanites aegyptiaca* des zones adjacentes, les valeurs moyennes de la densité et de la surface terrières trouvées sont inférieures à celles trouvées au niveau du groupement des berges, cela est sans doute dû à la forte pression qui s'exerce sur les individus comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal* qui ont rarement des pieds de gros diamètre.

Ces espèces sont fortement appréciées par le bétail qui est très présent dans cette forêt et des traces d'élagage ont été observées également sur plusieurs individus de ces espèces. Cela est synonyme de prélèvement pour le fourrage ou pour dégager des voies d'accès au cours, car ce sont des espèces épineuses qui entravent la traversée. En effet la rivière Mouhoun qui borde la rive droite de la forêt classée de Kari sert de lieu incontournable d'abreuvement du bétail et également de source d'eau potentielle pour les ménages installés à proximité de cette aire protégée. Selon les analyses effectuées, ce groupement à *Balanites aegyptiaca* présente également un peuplement stable malgré cette forte une pression anthropique. En ce qui concerne la structure verticale des individus juvéniles des berges et des zones adjacentes, elle est stable dans l'ensemble. On note une forte proportion des individus dans les petites classes de hauteur (0-0,5 m et 0,5-1 m). Une telle structure indique un bon recrutement des individus juvéniles [38]. Cela est certainement dû à la forte capacité de rejet de ces individus. Néanmoins, les individus juvéniles des berges et zones adjacentes atteignent difficilement 1 à 2 m de hauteur. Cela est certainement dû à un perpétuel recommencement de cette strate juvénile qui n'arrive pas à s'affranchir du stade de régénération, à cause du passage annuel récurant des feux de brousse et du stress physiologique affligé à ces individus par le broutage du bétail. Au niveau de la structure horizontale des individus juvéniles, il y a des espèces dont la morphologie n'atteindra pas 5 cm de diamètre à hauteur de poitrine même à l'âge adultes. C'est le cas de *Mimosa pigra*, *Dichrostachys cinerea*, *Feretia apodanthera*, *Taccazea apiculata* et *Ximenia americana*; qui sont systématiquement reversés au niveau de la régénération lors de l'inventaire. Cette disposition naturelle, renforce l'effectif des jeunes individus avec la présence d'une forte proportion d'individus

dans les petites classes de diamètre. D'où la bonne dynamique d'ensemble des peuplements juvéniles. Les espèces fréquemment rencontrées dans les relevés de la strate juvénile des berges sont *Crataeva adansonii*, *Taccazea apiculata*, *Morelia senegalensis*, *Mimosa pigra*, *Mitragyna inermis*, tandis que celles rencontrées dans les zones adjacentes sont : *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Grewia bicolor*, *Feretia apodanthera*, *Ximenia americana* et *Dichrostachys cinerea*.

5. Conclusion

Les formations ripicoles de la forêt classée de Kari, ont une richesse floristique relativement faible (57 espèces). La flore est dominée par les Rubiaceae et les Fabaceae-Mimosoideae. Les investigations phytosociologiques ont permis de mettre en exergue deux groupements ligneux qui se distinguent par leurs espèces différentielles, il s'agit des groupements végétaux à *Balanites aegyptiaca* et à *Vitex chrysocarpa*. La structure démographique de ces deux groupements ligneux montre que les peuplements sont stables dans l'ensemble aussi bien au niveau des individus adultes que juvéniles, capable de s'auto régénérer. Cette bonne structure suscite un approfondissement des connaissances sur la dynamique de ces formations, vu que des plages de sols nus ont été observées, l'impact négatif des animaux et des hommes sur les espèces végétales est perceptible. Alors, une étude de la dynamique spatio-temporelle pourrait indiquer l'évolution dans le temps et dans l'espace des différentes unités de végétation présentes. De même, un suivi écologique sur un certain nombre d'années au minimum trois ans, pourrait permettre de mieux apprécier la dynamique. Toutefois, les résultats des travaux déjà obtenus serviront d'outils d'aide à la décision pour les forestiers en charge de la gestion de l'aménagement de la forêt classée de Kari.

Références

- [1] - R. LEBERGER, I. M. D. ROSA, C. A. GUERRA, F. WOLF and H. M. PEREIRA, *Biological Conservation*, 241 (2020) 108299
- [2] - D. MORALES-HIDALGO, S. N. OSWALT and E. SOMANATHAN, *Forest Ecology and Management*, 352 (2015) 68 - 77
- [3] - R. D'ANNUNZIO, M. SANDKER, Y. FINEGOLD and Z. MIN, *Forest Ecology and Management*, 352 (2015) 124 - 133
- [4] - S. SOULAMA, A. KADEBA, B. NACOULMA, S. TRAORE, Y. BACHMANN and A. THIOMBIANO, *Journal of Applied Biosciences*, 87 (2015) 8047 - 8064
- [5] - N. CEPERLEY, F. MONTAGNINI and A. NATTA, *Bois et Forêts des Tropiques*, 1, N°303 (2010)
- [6] - M. C. MOMO SOLEFACK, L. F. TEMGOUA, E. FONGNZOSSIE FEDOUNG and R. ZANGMENE DJOUDA, *Géo-Eco-Trop*, 1 (42) (2018) 147 - 158
- [7] - N. MYERS, *The Environmentalist*, 23 (2003) 9 - 15
- [8] - A. THIOMBIANO and D. KAMPFMAN, *Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II : Burkina Faso, Ouagadougou et Francfort-sur-le-Main*, BIOTA, (2010)
- [9] - E. MBAYNGONE, *Thèse de doctorat unique*, Université de Ouagadougou, (2008)
- [10] - M. QASIMA, K. HUBACEK, M. TERMANSEN and A. KHAN, *Applied Geography*, 31 (2011) 820 - 828
- [11] - A. KADEBA, B. NACOULMA, A. OUEÐRAOGO, Y. BACHMANN, A. THIOMBIANO and M. SCHMIDT, *Ann. For.Res.*, 58 (1) (2015) 109 - 123
- [12] - K. DIMOBÉ, A. OUEÐRAOGO, S. SOMA, D. GOETZE, S. POREMSBSKI and A. THIOMBIANO, *Global Ecology and Conservation*, 4 (2015) 559 - 571
- [13] - A. THIOMBIANO, R. WITTIG and S. GUINKO, *Rev.Ecol. (Terre vie)*, 58 (2003)

- [14] - J. M. GUZMÁN, G. MARTINE, G. MCGRANAHAN, D. SCHENSUL and C. TACOLI, *Population Dynamics and Climate Change*, New York and London, UNFPA and IIED, (2009)
- [15] - IPCC, *Fourth assessment Report*, (2007)
- [16] - L. HANNAH, *Conservation Biology*, 24 (1) (2009) 70 - 77
- [17] - S. SAVADOGO, A. OUÉDRAOGO and A. THIOMBIANO, *Int.J.Biol.Chem.Sci.*, 5 (4) (2011) 1639 - 1658
- [18] - H. RABIOU, B. BATIONO, K. ADJONOU, A. KOKUTSE, A. MAHAMANE and K. KOKOU, *Afrique science*, 13 (5) (2017) 43 - 60
- [19] - L. PERSHA, H. FISCHER, A. CHHATRE, A. AGRAWAL and C. BENSON, *Biological conservation*, 143 (2010) 2918 - 2925
- [20] - L. SANOU, *Mémoire de D.E.A*, Université de Ouagadougou, (2013)
- [21] - Y. SAWADOGO, S. GANABA, E. TINDANO and A. SOMÉ, *Int.J.Biol.chem.Sci*, 11 (5) (2017) 2408 - 2420
- [22] - M. S. WYMAN and T. STEIN, *Applied Geography*, 30 (2010) 329342
- [23] - O. SAMBARÉ, O. OUÉDRAOGO, R. WITTIG and A. THIOMBIANO, *Int.J.Biol chem.Sci.*, 4 (5) (2010) 1782 - 1800
- [24] - A. GNOUMOU, A. THIOMBIANO, K. HAHN-HADJALI, B. ABADOUABOU, M. SARR and S. GUINKO, *Flora et vegetatio sudano-sambesica*, 11 (2008) 35 - 48
- [25] - CONEDD, *Troisième rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso*, (2010)
- [26] - J. FONTÈS and S. GUINKO, *Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative*. Ministère de la Coopération Française, Toulouse, France, (1995)
- [27] - O. BELEM, *Thèse de doctorat d'état*; Université de Ouagadougou, (2008)
- [28] - O. SAMBARÉ, F. BOGNOUNOU, R. WITTIG, A. THIOMBIANO, *Journal of Forestry Research*, 22 (2) 2011 145 - 158
- [29] - O. SAMBARÉ, O. OUÉDRAOGO, R. Wittig and A. Thiombiano, *Int.J.Biol chem.Sci.*, 4 (5) (2010) 1782 - 1800
- [30] - E. KABORE, O. SAMBARE, A. OUÉDRAOGO and A. THIOMBIANO, *Int. Biol.chem.Sci.*, 7 (5) (2013) 1929 - 1950
- [31] - J. BRAUN-BLANQUET, *Plant sociology. The study of plant communities*. Ed. McGray Hill, New York & London, (1932)
- [32] - A. THIOMBIANO, *Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle*. Université de Ouagadougou, (1996)
- [33] - O. OUÉDRAOGO, A. THIOMBIANO, K. HAHN-HADJALI and S. GUINKO, *Flora et vegetatio sudano-sambesica*, 11 (2008) 5 - 16
- [34] - K. A RYNIKER, J. K. BUSH and O. W. VAN AUKEN, *Forest Ecology and Management*, 233 (2006) 69 - 77
- [35] - J. MERGANIC and H. STERBA, *European Journal of Forest Research*, 125 (2006) 427 - 439
- [36] - J. RONDEUX, *La mesure des peuplements forestiers*. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, (1999)
- [37] - B. HUSCH, T. BEERS and J. J. R. KERSHAW, *Forest Mensuration*. (4th Ed). John Wiley in Hoboken, N J., (2003)
- [38] - A. E. MAGURRAN, *Measuring Biological diversity*. Malden, Oxford, and Victoria : Blackwell Publishing, (2004)
- [39] - J. DIOUF, *Thèse de 3e cycle de Biologie végétale*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2011)
- [40] - M. DIALLO, *Recherches sur l'évolution de la végétation sous l'effet du pâturage dans l'ouest du Burkina Faso (zone soudanienne) : Cas de Bondoukuy, Kassaho et Kourouma*, (1997)
- [41] - S. MELOM, E. MBAYNGONE, A. BECHIR, N. RATNAN and P. MAPONGMETSEM, *Journal of Animal & plant sciences*, Vol. 25, Issue (1) (2015) 3799 - 3813
- [42] - M. SCOUPPE, *Mémoire de Master*, Université de Genève, (2011)
- [43] - E. MBAYNGONE, A. THIOMBIANO, K. HAHN-HADJALI and S. GUINKO, *Candollea*, 63 (1) (2008b) 17 - 33
- [44] - S. SAVADOGO, A. GNOUMOU and A. THIOMBIANO, *Afrique SCIENCE*, 13 (2) (2017) 354 - 372
- [45] - A. GNOUMOU, F. BOGNOUNOU, K. HAHN and A. THIOMBIANO, *Journal of Biological sciences*, (2011). ISSN 1727 - 3048