



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Composition, diversité, structure et stock de carbone de la strate ligneuse des zones pastorales au Burkina Faso

Souleymane OUEDRAOGO¹, Abdoulaye YAO², Paul Hahadoubouga YARGA¹,
Lassina SANOU³, Sebastien KIEMA³, Baba OUATTARA¹ et Hien MIPRO²

¹Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, INERA, Département Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production (GRN/SP), 03 BP 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

²Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

³Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, INERA, Département Environnement et Forêts, 03 BP 7047, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : lassina.sanoulassina@gmail.com

Received: 29-08-2024

Accepted: 27-12-2024

Published: 31-12-2024

RESUME

Les zones pastorales apportent l'essentiel de l'alimentation pour le bétail. Comprendre la dynamique de la végétation des zones pastorales est important pour guider dans la proposition des stratégies pour leur management. Dans cette étude nous avons décrit la composition, la diversité, la structure et la capacité de stockage de carbone de deux zones pastorales du Burkina Faso. Pour ce faire, un inventaire forestier a été réalisé suivant un échantillonnage systématique à l'intérieur de 321 placettes de superficies unitaires de 900 m². Les résultats ont indiqué que la flore ligneuse des sites étudiés était constituée de 103 espèces réparties en 77 genres et 32 familles. Les zones pastorales de l'Ouest étaient plus diversifiées que celles du centre-sud. La structure des ligneux de ces sites présentaient une distribution en forme de J-renversé caractérisant la dominance des individus de petit diamètre sur ceux de gros diamètre. Hormis *Balanites aegyptiaca* dans la zone pastorale de l'Ouest, la densité des espèces ligneuses fourragères était très faible (<10 pieds/ha). Il était ressorti que les arbres du site d'étude de Sidéradougou ont produit la plus grande quantité de biomasse (118,39 tMS/ha) avec un stockage de carbone de 59,19 tC/ha. De ces résultats, il est nécessaire d'améliorer le disponible fourrager et la capacité de séquestration de carbone de l'atmosphère des zones pastorales du Burkina Faso.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Diversité floristique, Dynamique structurale, Ligneux fourragers, Zone pastorale, stock de carbone.

Composition, diversity, structure and carbon stock of the woody stratum of pastoral areas in Burkina

ABSTRACT

Pastoral areas provide most of the feed for livestock. Understanding the dynamics of pastoral vegetation is important to guide for formulating efficient strategies for their management. In this study, we described the composition, diversity, structure and carbon storage capacity of two pastoral areas of Burkina Faso. To do this, a forest inventory was carried out following a systematic sampling within 321 plots with unit

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

9787-IJBSC

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i6.20>

areas of 900 m². The results indicated that the woody flora of the studied sites consisted of 103 species divided into 77 genera and 32 families. The pastoral areas of the west area were more diversified than those of the center-south area. The structure of the woody plants of these sites presented an inverted J-shaped distribution pattern suggesting the dominance of individuals of small diameter over those of large diameter. Except for *Balanites aegyptiaca* in the western pastoral zone, the density of woody fodder species was very low (<10 trees/ha). It appeared that trees in the Sideradougou study site produced the greatest amount of biomass (118.39 tDM/ha) with a carbon storage of 59.19 tC/ha. From these results, it is necessary to improve the fodder availability and the carbon sequestration capacity of the atmosphere in pastoral areas of Burkina Faso.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Key words: Floristic diversity, Structural dynamics, Woody fodder, Pastoral zone, carbon stock.

INTRODUCTION

Les prairies et les pâturages couvrent environ 30% de la surface de la terre et 70% des terres agricoles dans le monde (Kiema et al., 2021). En Afrique, 40% des terres sont consacrées au pastoralisme (Kiema et al., 2021). Au Burkina Faso, le pastoralisme constitue une des pratiques d'élevage la plus répandue (Kiema et al., 2021). Il est pratiqué par plus de 80% des ménages qui en tirent tout ou une partie de leurs revenus (MRA, 2010). En effet, la part des produits animaux, y compris les cuirs et les peaux, dans la valeur des exportations, est d'environ 26% et constitue le troisième produit d'exportation du pays après l'or et le coton (MRA, 2010). Outre sa place sociale et économique majeure, l'élevage constitue une activité pourvoyeuse d'emplois et un facteur d'intensification des exploitations agricoles par la traction animale et la fertilisation des sols au moyen de l'intégration agriculture-élevage (MRA, 2005). Cependant, dans le processus de son développement, le secteur de l'élevage est confronté à des difficultés qui limitent son plein essor. Il est intimement lié aux capitaux constitués des ressources naturelles (MEDD, 2013). Ce capital fait face malheureusement à une dégradation continue du fait de la croissance démographique, de l'accroissement numérique du bétail, de l'orpaillage et des changements climatiques (MEDD, 2013).

Au Burkina Faso, environ 34% des terres se sont détériorées, principalement des zones de pâturage dû aux facteurs anthropiques (les activités agricole, l'exploitation minière, les feux de brousse) au rythme de 105 000 à 250 000 ha/an (Kiema,

2015 ; DGEAP, 2018). Pour Djohy et al. (2021), le secteur de l'élevage est fortement menacé ces dernières années par la dégradation des conditions climatiques qui affecte négativement les capacités productives des pâturages naturels, le surpâturage et les pratiques de mobilité pastorale. Face à cette situation et au vu des potentialités certaines en matière d'élevage que regorge le Burkina Faso, la réponse technique et politique de l'Etat pour sauver le bétail et accroître sa productivité a été la création des zones pastorales (Nelen et al., 2004). En créant ces zones, l'État Burkinabé visait à sédentariser l'élevage peul transhumant, à augmenter la productivité du troupeau et à rationaliser la gestion des ressources naturelles, afin de garantir la sécurité des activités pastorales (Kagoné, 2001). En plus de la sécurisation des activités pastorales, ces écosystèmes forestiers jouent un rôle clé dans l'atténuation des effets néfastes du changement climatique, en absorbant le dioxyde de carbone, un des principaux gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique (Stavi et al., 2013 ; Dayamba et al., 2016). En effet, ils constituent de véritables puits de carbone, tant au niveau de la végétation que du sol. Malgré, la création des zones pastorales, la gestion durable des ressources fourragères demeure un défi majeur et demande plusieurs investigations.

En saison sèche, l'alimentation des animaux avec les plantes annuelles s'avère difficile car elles sont à l'état de paille très pauvre et c'est en cela qu'interviennent les arbres et arbustes comme pâturage aérien afin de pallier le caractère aléatoire, instable et

saisonnier du tapis herbacé (Bechir et Kabore-Zoungana, 2012 ; Sarr et al., 2013). Au Burkina Faso, de nombreuses études ont été menées sur la gestion durable des ressources naturelles fourragères (Nelen et al., 2004 ; Botoni/Liehoun et al., 2006 ; Kiema et al., 2007 ; Sawadogo 2011 ; Yameogo et al., 2013). Cependant, il est important de constater que la connaissance sur la flore ligneuse des Zones Pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin (ZPSG) d'une part et la contribution de cette flore dans l'atténuation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) de l'atmosphère d'autre part reste toujours sommaire (Cuisance et al., 1984 ; Kiema et al., 2021 ; Ouédraogo et al., 2022).

L'objectif principal de cette étude était d'approfondir une meilleure connaissance de l'état de la flore ligneuse des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin ainsi que leur capacité de séquestration en carbone en vue d'une gestion plus efficace et durable.

MATERIELS ET METHODES

Description du milieu d'étude

Les zones d'investigation retenues pour la présente étude se situent en zone nord-soudanienne et sud soudanienne dans les régions du centre-sud (pluviométrie située entre 600-800 mn et des Cascades (pluviométrie annuelle située entre 1100-1200 mn) au Burkina Faso (Figure 1). Il s'agit des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin (ZPSG). En zone sud-soudanienne, la zone pastorale de Sidéradougou est localisée entre les latitudes 10°30' et 11°10' Nord et les longitudes 3°55' et 4°50' Ouest. Elle s'étend à cheval entre la province de la Comoé dans la région des Cascades et celle du Houet dans la région des Hauts-Bassins. Pour une meilleure caractérisation de la végétation ligneuse, la zone pastorale a été subdivisée en deux sites d'étude dénommés le site de Sidéradougou (dans la province de la Comoé) et le site de Péni (dans la province des Hauts-Bassins). Le site de Sidéradougou est limité par les départements de Sidéradougou et de Tiéfora avec une superficie de 12 515,27 hectares (ha) et le site Péni est délimité par les

départements de Péni, Bobo-Dioulasso et Karangasso-Vigué avec une superficie de 44 602,73 hectares (ha). Dans la zone nord-soudanienne, la zone pastorale de Gadeghin est localisée entre les latitudes 12° 07' et 12° 14' Nord, et les longitudes 00° 56' et 01° 02' Ouest. Elle est située dans la commune de Mogtédo et couvre une superficie de 6 000 ha. La zone pastorale de Gadeghin est limitée par les villages de Mogtédo au Nord et à l'Est, au Sud par Bomboré, et à l'Ouest par Rapadama (PNGT2 / BGB Méridien Sarl, 2013). La zone pastorale de Sidéradougou appartient au secteur phytogéographique soudanien méridional selon le découpage phytogéographique du Burkina (Fontès et Guinko, 1995). Ce secteur est fondamentalement caractérisé par *Isoberlinia doka* Craib & Stapf qui forme de vastes peuplements (Guinko, 1984). La zone pastorale de Gadeghin est localisée dans le secteur phytogéographique soudanien septentrional. Dans cette région on a une végétation de savane arbustive dans la partie nord et centre et une végétation de savane arborée dans la partie sud.

Echantillonnage et collecte des données

La zone pastorale de Sidéradougou a une superficie relativement vaste (57 118 ha). Pour une meilleure connaissance de ses ressources ligneuses, ainsi que celle de la zone pastorale de Gadeghin (6 000 ha) nous avons effectué un inventaire forestier à l'intérieur de ces zones. L'inventaire à consister à réaliser un échantillonnage systématique où les unités d'échantillonnage ont été distribuées de manière uniforme (selon un maillage régulier). Le choix de ce type d'inventaire était basé sur le fait que, non seulement il est facile à réaliser sur le terrain, mais aussi que les échantillons sont répartis de façon égale sur toute la superficie (Glèlè et al., 2016). Pour l'échantillonnage des ligneux adultes, 321 placettes de forme carrée de 30 m × 30 m, soit une superficie de 900 m² (Boudet, 1984 ; Agognon, 2004, Mbayngone et al., 2008) ont été réparties dans les différents sites d'étude. Pour inventorier la strate ligneuse adulte, les placettes ont été réparties de la façon suivante : pour la zone pastorale de

Sidéradougou, 103 placettes et 206 placettes ont été installées respectivement sur les sites de Sidéradougou et Gadeghin. A l'intérieur de la zone pastorale de Gadeghin, 12 placettes ont été installées. La distance entre les centres de deux placettes était 1337 m.

À l'intérieur de chaque placette de la strate ligneuse adulte, cinq sous-placettes de 25 m² (5 m x 5 m) chacune ont été installées (Glèlè et Sinsin, 2009) pour inventorier la population juvénile. Cette population juvénile correspond aux individus dont le diamètre du tronc est inférieur à 5 cm (Ouedraogo, 2006). Les individus juvéniles ont été recensés par classes de hauteur. En effet les 9 classes de hauteur d'amplitude 25 cm [0-25], [25-50], [50-75], [75-100], [100-125], [125-150], [150-175], [175-200], > 200 ont été retenues. Cet intervalle de 25 cm a été adopté pour les classes de hauteur afin de mieux apprécier la dynamique et les tendances évolutives des peuplements juvéniles. Cette subdivision de la régénération permet de mettre en évidence les problèmes de développement des espèces ligneuses au niveau des stades juvéniles (Miège, 1966 ; Steven, 1994 ; Ouedraogo, 2006). Pour ces ligneux juvéniles, le mode de régénération a également été noté.

Collecte des données de la végétation

Pour chaque relevé, les caractéristiques d'identification du site, les conditions de station et les facteurs de perturbations anthropiques ont été notés. Un recensement exhaustif a permis de dresser la liste des espèces ligneuses (arbrisseaux, arbustes et arbres) et sous-ligneuses présentes dans les placettes comme dans les sous-placettes (Berhaut, 1967). A l'échelle de la placette de relevé, chaque espèce est affectée de son coefficient d'abondance-dominance selon la méthode de Braun-Blanquet (Tableau 1) en utilisant les coefficients d'abondance-dominance modifiés par Willmans (1989) in Thiombiano (2005). Pour les individus adultes, les caractéristiques dendrométriques telles que la circonférence à hauteur de poitrine (CHP) et les hauteurs (H) totales ont été notées. Cela a consisté à mesurer à l'aide d'un ruban tailleur la circonférence à 1,30 m du sol, des espèces ligneuses présentes dans

les placettes, dont la circonférence est $\geq 15,7$ cm. La hauteur totale des individus ligneux adultes a été estimée visuellement. À l'intérieur de chaque sous-placette, les espèces juvéniles ont été comptées et rangées dans 09 classes de hauteur d'amplitude 25 cm indiquées. L'état sanitaire des espèces adultes a été apprécié à travers une codification. À titre d'informations supplémentaires et facultatives, le type d'utilisation de sol, les traces d'activités humaines, la texture du sol et la topographie ont été notés.

Tableau 1 : coefficients d'abondance-dominance de Braun Blanquet

L'identification des espèces a été faite à l'aide des flores d'identification de Arbonnier (2009). Le catalogue des plantes vasculaires de Thiombiano et al. (2012) a permis de vérifier les noms et les synonymes des espèces de plantes identifiées.

Calculs et analyse des données

Evaluation de la diversité floristique des ligneux adultes des zones pastorales

La richesse floristique (S) représente le nombre total d'espèces présentes dans les zones pastorales. La richesse spécifique est souvent insuffisante pour étudier la diversité des écosystèmes parce qu'elle ne tient pas compte de l'abondance relative de chaque espèce (Mbayngone et al., 2008). Pour mieux analyser la diversité floristique des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin, une série de quatre indices de diversité qui considèrent à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces ont été calculés (Zerbo et al., 2016 ; Sanou et al., 2022). Il s'agit de l'indice de Margalef (DMg), l'indice de diversité de Shannon (H) permet d'apprécier l'hétérogénéité et la diversité d'un biotope, la réciproque de l'indice de Simpson (1/D), l'indice de similarité de Jaccard a été calculé pour évaluer la similarité entre la végétation des différentes zones pastorales. Il a été calculé sur la base de la présence / absence des espèces.

Spectre phytogéographique

Les spectres phytogéographiques ont été déterminés à partir des types phytogéographiques. Les spectres phytogéographiques mettent en évidence la

répartition des espèces selon leur aire de distribution. Les types phytogéographiques (TP) utilisés sont basés sur les grandes subdivisions chorologiques établies pour l'Afrique (White, 1986) dont les principaux sont : les espèces à large distribution géographique composées d'espèces cosmopolites (Cos), pantropicales (Pan), paléotropicales (Pal) et afro-américaines (AA); les espèces à distribution continentale constituées des espèces afro-malgaches (AM), afro-tropicales (AT), plurirégionales africaines (PA), soudano-zambéziennes (SZ), soudano-guinéennes (SG) et guinéo-congolaises (GC) ; et les espèces de l'élément de base qui regroupe essentiellement les espèces largement distribuées dans le Centre Régional d'Endémisme soudanien (S).

Structure des ligneux adultes des zones pastorales

L'étude de la structure des ligneux des zones pastorales a été réalisée à travers les classes de diamètre et de hauteur. Des amplitudes de quatre centimètres pour les classes de diamètre et de quatre mètres pour les classes de hauteur ont été adoptés afin d'apprécier la dynamique et les tendances de ces zones pastorales. Pour la structure horizontale, dix classes de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ont été définies. Il s'agit : des classes de [5-9 cm] ; [10-14 cm] ; [15-19 cm] ; [20-24 cm] ; [25-29 cm] ; [30-34 cm] ; [35-39 cm] ; [40-44 cm] ; [45-49 cm] et \geq 50 cm. Chaque intervalle inclut les valeurs décimales. Pour la structure verticale, une répartition des tiges par cinq classes de hauteur a été déterminée : [2-5 m] ; [6 -10 m] ; [11-15 m] ; [16-20 m] et [21-25 m]

Estimation de la biomasse et stock de carbone des zones pastorales

L'estimation du stock de carbone dans les formations végétales a nécessité l'utilisation de d'une équation allométrique préexistante pour déterminer la biomasse qui a été ensuite convertie en stock de carbone (Mbow et al., 2009). L'estimation de la biomasse est un exercice obligatoire pour déterminer le stock de carbone dans une formation végétale. La biomasse ligneuse aérienne est la quantité exprimée en masse de

la matière vivante des arbres Mbow (2009). Elle était estimée à partir des modèles allométriques non destructifs intégrant les paramètres dendrométriques. Plusieurs équations allométriques existent à cet effet. Cependant notre choix s'est porté sur les modèles allométrique quadratique et polynomial de Mbow (2009). En effet, ces modèles allométriques font partie des meilleurs modèles testés par Mbow (2009) dans les savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal qui partagent les mêmes conditions climatiques avec le Burkina Faso. Selon Mbow (2009), le modèle quadratique fait une estimation différenciée en fonction de la taille des diamètres. Par contre pour les tout-petits diamètres (5-7 cm) et les grands diamètres ($>$ 17 cm), le modèle polynomial sous-estime légèrement la biomasse et rend plus de biomasse pour les diamètres moyens (7-17 cm). Les différences entre ces modèles peuvent donner des résultats similaires sur le total de biomasse si on a une distribution bien équilibrée des individus dans les différentes classes de diamètres. Par contre si une catégorie de classe de diamètre prédomine, les deux groupes de modèles peuvent rendre des estimations relativement différentes. L'utilisation de ces deux modèles permet de fixer les limites inférieures et supérieures d'estimation de la biomasse totale ligneuse de ces deux zones pastorales.

La formule du modèle quadratique est la suivante :

$$y = 49,84 - (10,34 \times DBH) + (0,89 \times DBH^2)$$

Avec DBH : diamètre à hauteur de poitrine en cm et y : biomasse en kg

La formule du modèle polynomial est la suivante :

$$y = (0,0225 \times DBH^3) - (0,517 \times DBH^2) + 13,61 \times DBH - 58,18$$

Avec DBH : diamètre à hauteur de poitrine en cm et y : biomasse en kg

L'estimation de la biomasse racinaire des ligneux sur pied a été évaluée suivant la méthode indiquée dans les lignes directrices établies par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2006). En effet, selon ce dernier, l'équivalence en biomasse racinaire

des ligneux sur pied est trouvée en multipliant la valeur de la biomasse aérienne (AGB) par un coefficient R (rapport racine/tige) dont la valeur est estimée à 0,24 (Tsoumou et al., 2016) : $BGR = AGB \times R$

Avec, BGR : Biomasse racinaire, AGB : Biomasse aérienne, R : Facteur du rapport racine tige.

Estimation de la biomasse totale

La biomasse totale a été déterminée en faisant la somme de la biomasse aérienne et la biomasse souterraine selon la formule suivante : $TB = BGR + AGB$

Avec TB : Biomasse totale, BGR : biomasse souterraine et AGB : biomasse aérienne.

Estimation de stock de carbone

Pour la détermination du stock decarbone des zones pastorales de Sidéradougou et Gadeghin, nous avons multiplié la quantité totale de biomasses par un taux moyen de carbone ou facteur de conversion (CF). La formule de calcul du stock de carbone est la suivante : $SC + TB \times CF$
Avec TB : la biomasse totale, CF= facteur de conversion avec CF = 50% (GFOI, 2016).

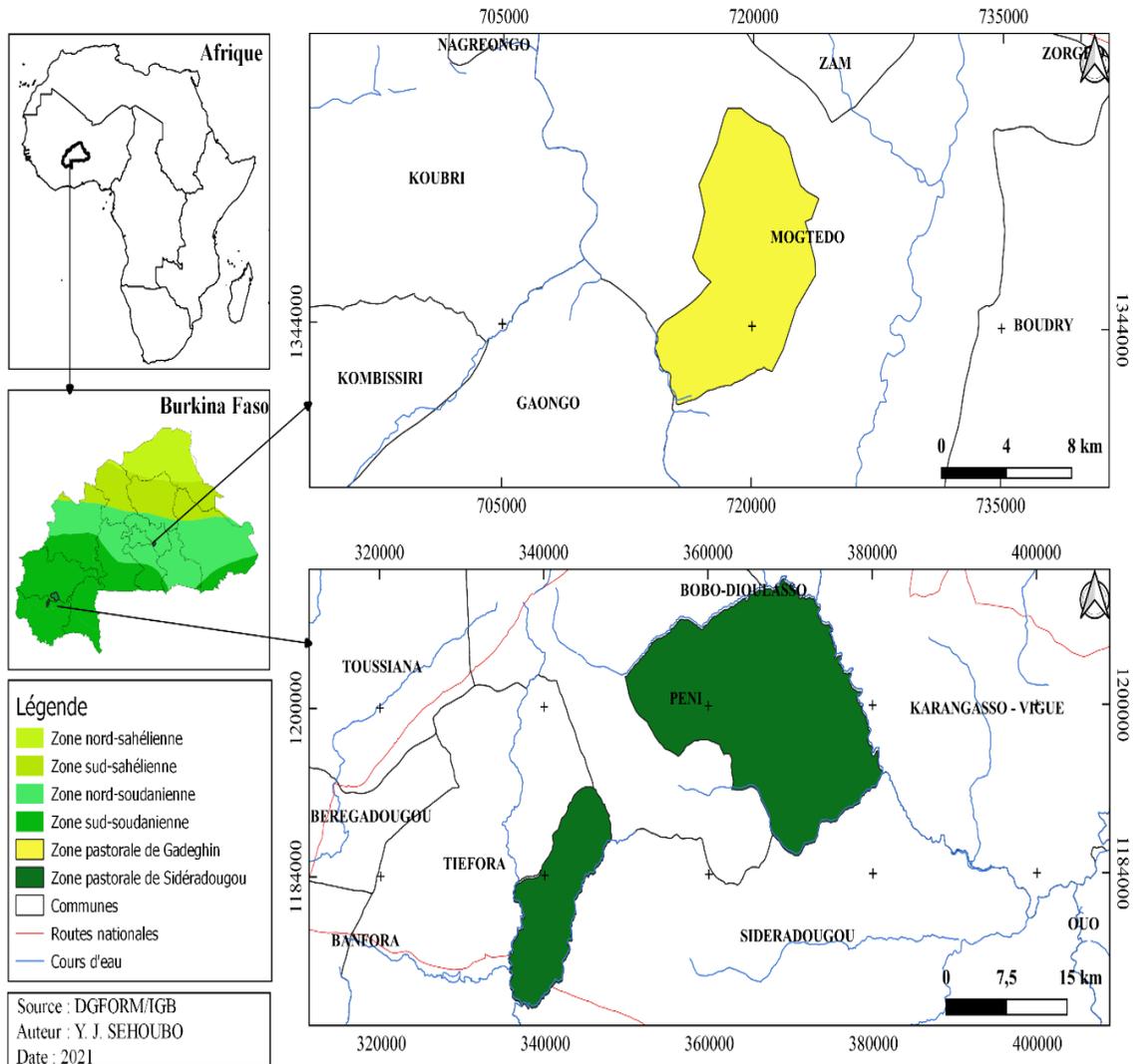


Figure 1: localisation des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin.

Tableau 1 : Taux e recouvrement.

| Échelle | Recouvrement moyen | Signification |
|---------|--------------------|------------------------------|
| 5 | 87,5 | Recouvrement supérieur à 75% |
| 4 | 62,5 | Recouvrement de 50 à 75% |
| 3 | 37,5 | Recouvrement de 25 à 50% |
| 2a | 20 | Recouvrement de 15 à 25% |
| 2b | 10 | Recouvrement de 5 à 15% |
| 1 | 3 | Recouvrement de 1 à 5% |
| + | 0,5 | Recouvrement de moins de 1 % |

RESULTATS

Richesse et composition floristique des zones pastorales

L'inventaire floristique réalisé dans les 321 placettes a permis d'identifier 103 espèces ligneuses, réparties en 77 genres et 32 familles sur les 3 sites étudiés dans les deux zones pastorales. Cette richesse floristique variait d'une zone pastorale à l'autre. En effet, 99 et 21 espèces ligneuses ont été inventoriées respectivement dans les zones pastorales de Sidéradougou et Gadeghin. Ces espèces se regroupaient en 77 et 21 genres ; 32 et 11 familles respectivement pour les zones de Sidéradougou et de Gadeghin. La zone pastorale de Sidéradougou comprenait deux sites dont le site de Sidéradougou riche de 72 espèces regroupées en 56 genres et 25 familles et le site de Péni qui renferme 90 espèces regroupées en 69 genres et 27 familles (Tableau 2). Le nombre moyen d'espèces par relevé (richesse spécifique) de la végétation ligneuse varie d'un site à un autre. La richesse spécifique la plus importante est enregistrée dans le site de Sidéradougou (27 ± 2) et le moins important dans le site de Gadeghin (12 ± 3). Aucune différence significative entre les richesses spécifiques du site de Sidéradougou et de Péni n'a été observée. Cependant, on a observé une différence très significative au seuil de 5% entre les richesses spécifiques de la zone pastorale de Sidéradougou et celle de Gadeghin.

La famille la mieux représentée en termes de nombre d'espèces dans les trois sites d'études est celle des Fabaceae (Figure 2). Elle compte 18, 22 et 7 espèces

respectivement dans les sites de Sidéradougou, Péni et Gadeghin. A la suite des Fabaceae, ce sont les Combretaceae qui sont le mieux représentées. Cette famille compte 12 espèces à Sidéradougou et à Péni et 5 espèces à Gadeghin.

Diversité floristique des zones pastorales de Sidéradougou et Gadeghin

L'analyse des paramètres de diversité montre que les indices de diversité de Margalef, de Shannon et la réciproque de l'indice de Simpson variaient d'une zone pastorale à l'autre (Tableau 3). En effet, les plus faibles valeurs des indices de diversité de Margalef (5,12) et de diversité de Shannon (1,41 bit) étaient obtenues dans la zone pastorale de Gadeghin. Comparativement à cette zone, la zone pastorale de Sidéradougou et de façon spécifique le site de Sidéradougou enregistrait les valeurs les plus élevées de ces indices, à savoir 9,31 pour l'indice de Margalef et 2,42 bit pour l'indice de diversité de Shannon. En plus de la richesse spécifique, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon confirmaient que la flore ligneuse de la zone pastorale de Sidéradougou (sites de Sidéradougou et de Péni) était plus diversifiée comparativement à la flore de la zone pastorale de Gadeghin (Gadeghin). La similarité de la végétation ligneuse entre les zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin était faible (0,23). Par contre, elle restait élevée entre les deux sites de la Zone pastorale de Sidéradougou (Tableau 4).

Types phytogéographiques des sites d'étude

L'analyse du spectre phytogéographique de la flore ligneuse des zones pastorales montrait une forte dominance des espèces soudaniennes dans les trois sites d'études (Figure 3). En effet, le pourcentage de ces espèces soudaniennes était de 35,56%, 41,67% et 61,90% respectivement pour les sites de Sidéradougou, Péni et de Gadeghin. Au niveau du site de Gadeghin, on observait une faible représentativité des espèces des autres types phytogéographiques. Contrairement à ce site, la dominance des espèces soudaniennes était suivie de celles des espèces soudano-zambéziennes dans les sites de Sidéradougou (16,67%) et de Péni (20,00%).

Structure de la végétation ligneuse des zones pastorales

La densité moyenne des espèces ligneuses variait significativement entre les zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin (Tableau 5). Les plus fortes densités sont observées dans la zone pastorale de Sidéradougou ($780,18 \pm 45,89$ individus/ha et $624,74 \pm 63,13$ respectivement pour les sites de Sidéradougou et de Péni). En fonction des types de formation végétal, les plus fortes densités des individus ligneux étaient enregistrées dans les vergers et dans les savanes arborées respectivement pour les sites de Sidéradougou et de Péni de la zone pastorale de Sidéradougou. Au niveau de la zone pastorale de Gadeghin, la plus forte densité des individus ligneux était observée dans les galeries forestières. Nous observions une différence significative entre le diamètre moyen des individus ligneux du site de Péni comparativement à ceux d'autres sites.

Structure horizontale de la végétation ligneuse adulte des zones pastorales

Dans leur l'ensemble, les zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin présentaient des distributions en classes de diamètre similaires (Figure 5). Elles affichaient une structure en J- inversé avec une prédominance des individus très jeunes. Environ 55% de ces individus avaient des diamètres compris entre 5 et 10 cm. La structure en classes de diamètre des individus

ligneux dans la zone pastorale de Gadeghin en plus de sa forme de J renversé présentait un pourcentage légèrement élevé (plus de 10%) au niveau des individus à diamètre compris entre 35 et 39 cm.

Structure verticale de la végétation ligneuse adulte des zones pastorales

Les sites de Sidéradougou et de Gadeghin regorgaient plus de 50% d'individus de petite hauteur (classe 2-5 m). Ces sites renfermaient également un pourcentage non négligeable (entre 30 à 40%) d'individus de hauteur comprise entre 6 à 10 m. Par contre, le site de Péni était plus dominé (plus de 50%) par les individus de hauteur comprise entre 6 et 10 m (Figure 6).

Structure verticale de la végétation ligneuse juvénile des zones pastorales

L'analyse de la structure en classe de hauteur de la végétation ligneuses juvéniles montrait que les individus ayant des classes de hauteur comprises entre 0-25 cm et 100-175 cm étaient les plus ou moins représentés dans l'ensemble des trois sites d'études. D'une manière générale, le nombre de ces individus juvéniles diminuaient lorsqu'ils croissent en hauteur.

Biomasse ligneuse et stock de carbone des zones pastorales

Le modèle allométrique quadratique donnait les faibles quantités de biomasse et de carbone comparer au modèle allométrique polynomial dans les deux zones pastorales. En fonction des différents sites d'étude, ce modèle allométrique polynomial montrait que le site de Sidéradougou avait le potentiel de production de biomasse totale moyenne par unité de surface le plus élevé. En effet, les productions moyennes de la biomasse totale étaient de 118,39 tMS/ha pour le site de Sidéradougou ; 75,94 tMS/ha pour le site Péni et 42,08 tMS/ha pour le site Gadeghin. La quantité de carbone stocké étant proportionnelle à la quantité de biomasses produite, le site de Sidéradougou restait le meilleur site en matière de stockage de carbone avec une quantité moyenne par unité de surface de 59,19 tC/ha avec le modèle allométrique polynomial (Tableau 6).

Tableau 2 : Richesse floristique des zones pastorales.

| | Zone pastorale de Sidéradougou | | Zone pastorale de Gadeghin |
|----------|--------------------------------|----------------------|----------------------------|
| | Site de Sidéradougou | Site de Péni | Site de Gadeghin |
| Espèces | 27±2,00 ^a | 25±2,00 ^a | 12±3,00 ^{ab} |
| Familles | 28±1,00 ^a | 24±1,00 ^a | 11±1,00 ^{ab} |
| genre | 25±2,00 ^a | 23±2,00 ^a | 15±1,00 ^{ab} |

Les valeurs suivies de la même lettre sur les lignes ne sont pas significativement différentes.

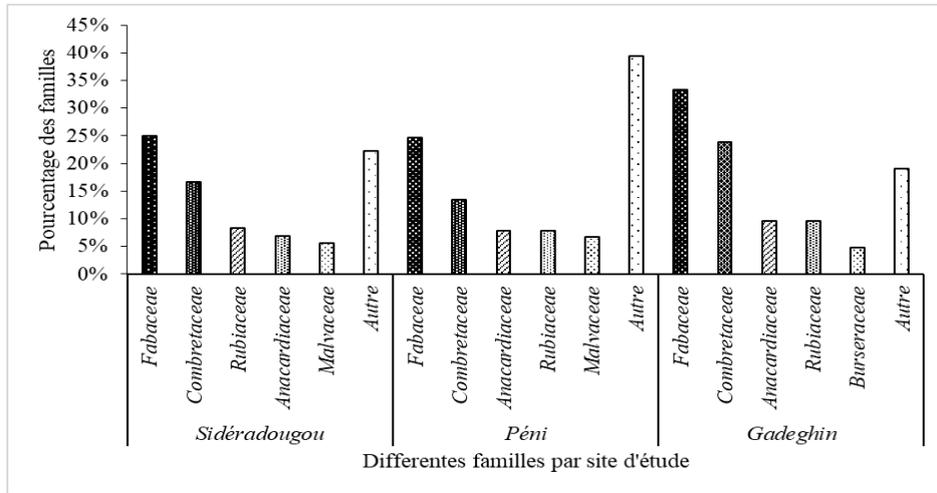


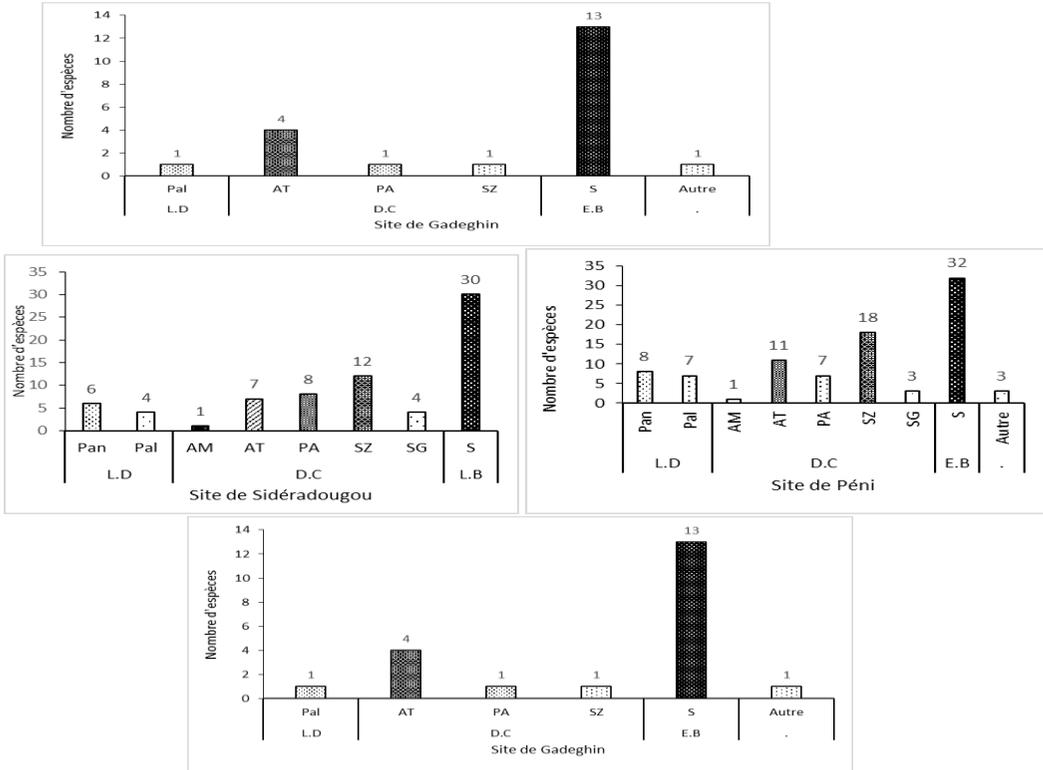
Figure 2 : spectre des différentes familles les plus dominantes des zones pastorales.

Tableau 3 : Analyse de la diversité ligneuse des zones pastorales.

| Indices de diversité | Zones pastorales | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------|----------------------------|
| | Zone pastorale de Sidéradougou | | Zone pastorale de Gadeghin |
| | Site de Sidéradougou | Site de Péni | |
| Indice de Margalef | 9,31 | 8,29 | 5,12 |
| Indice de Shannon-Wiener | 2,42 | 2,20 | 1,41 |
| L'inverse de l'indice de Simpson | 0,28 | 0,31 | 0,38 |

Tableau 4: Indice de Similarité entre les végétations des zones pastorales.

| Index | Sites | Sidéradougou | Péni | Gadeghin |
|---------|--------------|--------------|------|----------|
| Jaccard | Sidéradougou | 1 | | |
| | Péni | 0,82 | 1 | |
| | Gadeghin | 0,23 | 0,28 | 1 |



(LD : large distribution, DC : distribution continentale, EB : élément base, Pan : espèces pantropicales, Pal : espèces paléotropicales, AT : espèces afro-tropicales, PA : autres espèces pluri-régionales africaines, A Am : espèces afro-américaines, Am : espèces afro-malgaches, SZ : espèces soudano-zambéziennes, GC-SZ : espèces guinéo-congolaises et soudano-zambéziennes, SG : espèces soudano-guinéennes, GC : espèces guinéo-congolaises et S : espèces soudaniennes.

Figure 3 : Spectre phytogéographique de la flore ligneuse des zones pastorales.

Tableau 5: densités moyennes et diamètre à hauteur de poitrine moyennes des ligneux des zones pastorales.

| | Zone pastorale de Sidéradouougou | | Zone pastorale de Gadeghin |
|----------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Site de Sidéradouougou | Site de Péné | Gadeghin |
| Densité | 780,18±45,89 ^a | 624,74±63,13 ^a | 78,04±19,67 ^{ab} |
| DHP (cm) | 25,14±21,57 ^{ab} | 41,78±12,95 ^a | 18,19±27,21 ^{ab} |

Les valeurs suivies de la même lettre suivant les lignes ne sont pas significativement différentes

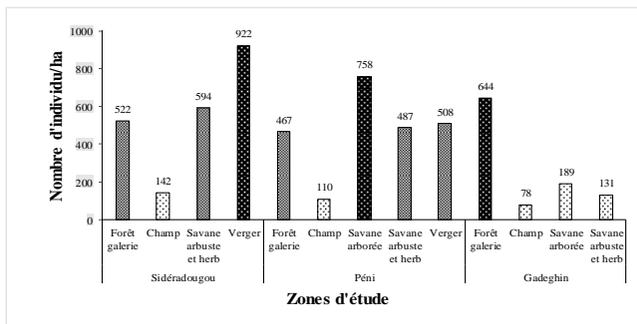


Figure 4 : densités des ligneux par type de végétation dans les zones pastorales de Sidéradouougou et de Gadeghin.

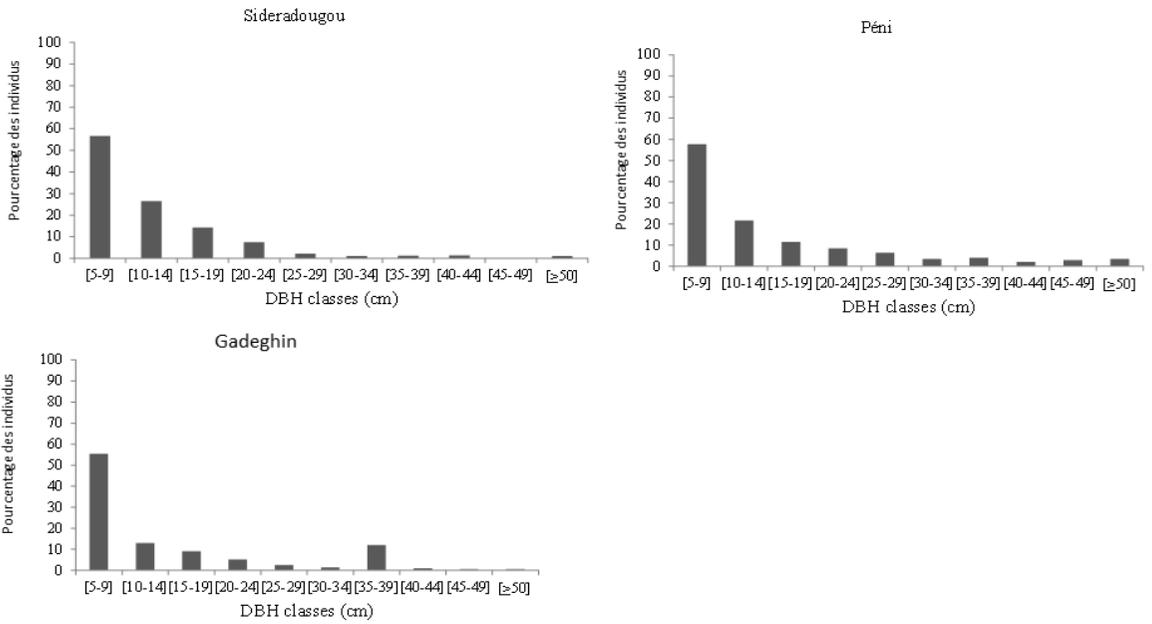


Figure 5 : structure en classes de diamètre des individus adultes des zones pastorales.

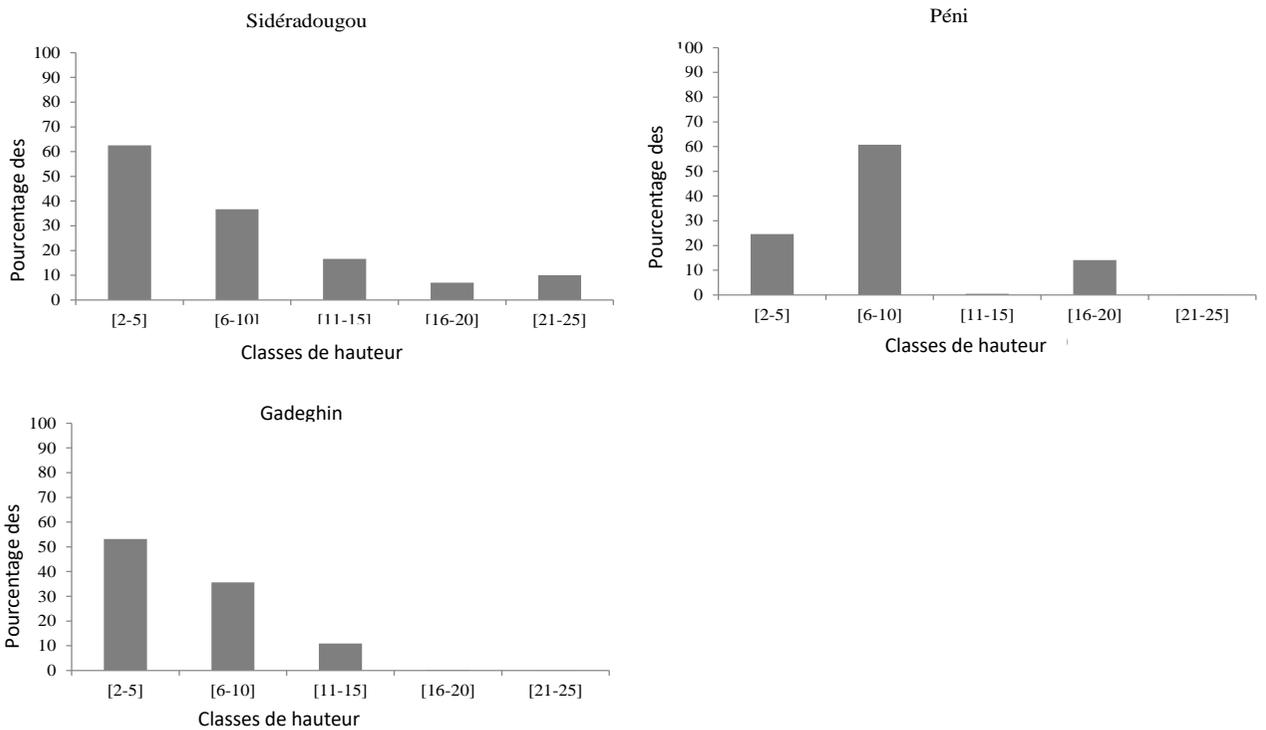


Figure 6 : structures en classes de hauteur des individus adultes des zones pastorales.

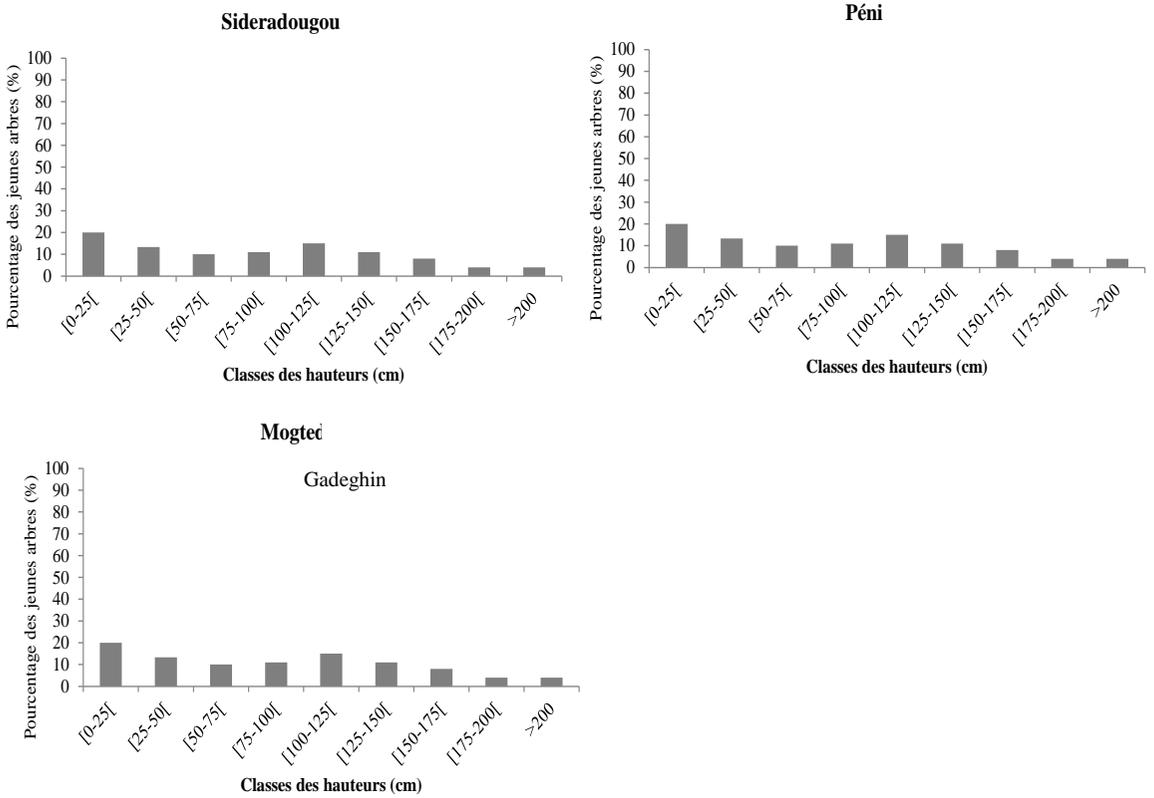


Figure 7 : Structures en classes de hauteur de la végétation ligneuse juvénile des zones pastorales.

Tableau 6 : Quantité de biomasse (t MS/ha) et carbone (t C/ha) des zones pastorales.

| Quantité de biomasse et de carbone par le modèle allométrique quadratique | | | |
|---|--------------|-------|----------|
| | Sidéradougou | Pénì | Gadeghin |
| BMA (tMS/ha) | 71,39 | 52,19 | 32,63 |
| BMS (tMS/ha) | 17,13 | 12,53 | 7,83 |
| BMT (tMS/ha) | 88,53 | 64,72 | 40,46 |
| Quantité de carbone (tC/ha) | 44,26 | 32,36 | 20,23 |
| Quantité de biomasse et de carbone par le modèle allométrique polynomial | | | |
| | Sidéradougou | Pénì | Gadeghin |
| BMA (tMS/ha) | 95,47 | 61,24 | 33,93 |
| BMS (tMS/ha) | 22,91 | 14,70 | 8,14 |
| BMT (tMS/ha) | 118,39 | 75,94 | 42,08 |
| Quantité de carbone (tC/ha) | 59,19 | 37,97 | 21,04 |

BMA : biomasse aérienne, BMS : biomasse souterraine, BMT : biomasse total, tMS : tonne de matière sèche, tC : tonne de carbone, ha : hectare.

DISCUSSION

Les richesses floristiques ligneuses étaient de 99 espèces pour la zone pastorale de Sidéradougou et 21 espèces pour la zone pastorale de Gadeghin. Ces zones renfermaient respectivement 18,64% et 3,95% de la diversité ligneuse nationale composée de 531 espèces selon Nacoulma et al. (2018). Cependant, la richesse floristique ligneuse de la zone pastorale de Sidéradougou (57 118 ha) était largement supérieure à celle inventoriée dans la zone de Gadeghin (6 000 ha). Cette différence pourrait être liée non seulement à la superficie de ces deux zones pastorales, mais aussi aux conditions climatiques. Pour Soberón et Llorente (1993), la probabilité de détecter de nouvelles espèces dans un site augmente avec la surface échantillonnée jusqu'à atteindre un palier. La pluviométrie abondante dans les régions des Cascades et des Hauts-Bassins a facilité l'établissement, la croissance et le développement de la flore, comparativement à la zone pastorale de Gadeghin. Nos résultats corroborent ceux de Ndiaye et al. (2013) qui ont trouvé qu'au Ferlo, la flore ligneuse était plus riche dans la partie septentrionale comparée à celle méridionale. La baisse de la richesse floristique dans la zone pastorale de Gadeghin serait dû aussi à une intensification des activités anthropiques dans la zone. La richesse floristique des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin est majoritairement dominée par les familles des Fabaceae et des Combretaceae. Cette dominance montre la présence d'une flore originaire des savanes soudaniennes à l'intérieur de ces deux zones pastorales (Mbayngone, 2008). Pour Tyano (2021), les Fabaceae sont généralement des plantes fourragères. La dissémination de leur semence est donc favorisée par les herbivores par zoochorie (Ouédraogo, 2009). La forte proportion des Combretaceae peut s'expliquer par leur bonne faculté de régénération naturelle par drageonnement et/ou rejet de souche (Bellefontaine, 2005). En termes de diversité, il ressort que la zone pastorale de Gadeghin renferme les plus faibles valeurs des indices de diversité de Margalef (5,12) et de Shannon (1,41 bit) comparées à celles des sites de la zone pastorale de Sidéradougou (9,31 et 2,42 bit pour le site de Sidéradougou;

8,29 et 2,20 bit pour le site Péni). La baisse de la diversité floristique dans cette zone pastorale pourrait expliquer par le fait que la zone est plus dominée par les agrosystèmes avec la conservation de quelques espèces (*Balanites aegyptiaca*) dans les périmètres agricoles. La flore de Sidéradougou présente beaucoup de similarité avec celle de Péni. Cette forte similarité entre ces deux sites serait due au fait qu'ils partagent les mêmes conditions climatiques, topographiques et pédologiques.

Les sites de Sidéradougou et de Péni avec respectivement des densités moyennes de $780,18 \pm 45,89$ et $624,74 \pm 63,13$ pieds/ha, présentent des bonnes densités d'individus ligneux comparativement au site de Gadeghin ($78,04 \pm 19,67$ pieds/ha) et de bien d'autres zones du Burkina Faso. La faible densité des ligneux dans la zone pastorale de Gadeghin pourrait être due aux variabilités climatiques, à la réduction de la pluviométrie dans la zone et aux activités anthropiques. Pour Garba et al. (2017), la faible densité des individus synonyme d'emboisement témoigne de la présence d'un milieu fortement anthropisé. La valeur élevée de la densité des ligneux des différents sites de la zone pastorale de Sidéradougou pourrait s'expliquer d'une part, par les conditions climatiques de la zone favorable au développement de la végétation et d'autre part, par la présence de vergers de *Anacardium occidentale* dans la zone. On retient aussi que, malgré le degré d'anthropisation (présence de champs et de vergers), la zone pastorale de Sidéradougou conserve jusque-là, plus de végétation naturelle que celle de Gadeghin. La répartition des ligneux dans les classes des diamètres vient confirmer la perturbation des zones pastorales étudiées. Cette répartition montre une distribution en forme de J-inversé traduisant une diminution du nombre d'individus lorsqu'on passe des classes de petits diamètres aux classes de diamètres supérieurs. Cette distribution est marquée par une forte dominance des individus de classe de diamètre compris entre 5 à 9 cm pour toutes les zones pastorales. Nous retenons de cette distribution, une disparition accrue des grands individus, qui pourrait être lié aux coupes frauduleuses du bois, non seulement pour la production du charbon du bois, du bois

d'œuvre utilisé dans les scieries mais aussi pour la mise en place des parcelles agricoles. Cela se confirme par la forte représentativité des champs et la présence des sites de carbonisation observés dans les zones pastorales pendant la période de l'inventaire. Nos résultats corroborent ceux de Zampaligre et al. (2020) qui montrent que 80% des individus ligneux de la zone sylvopastorale de Dindéresso se trouvent dans la classe de [5-10]cm. Selon Ouédraogo (2006), une telle distribution est typique des populations stables, susceptibles de se renouveler par la régénération naturelle. Pour ce qui est de la régénération, on retient des résultats de la structure verticale des ligneux juvénile, une distribution en dents de scie avec la baisse du nombre d'individus des classes inférieures vers les classes supérieures et une hausse remarquable pour les individus de la classe de 100-175 cm. Ces résultats pourraient s'expliquer par les systèmes de mise en culture des terres qui consistent à détruire la majeure partie des individus ligneux en régénération au profit des cultures et à conserver quelques pieds pour leurs intérêts alimentaires, médicaux, fourragers et socio-économiques. Nos résultats sont similaires ceux de Ouédraogo et al. (2005) qui ont trouvé que la majorité (79,8%) des jeunes individus ligneux dans l'Est du Burkina Faso se trouvent concentrer dans la classe 0-0,5 m. Pour ces auteurs, la classe 0-0,5m contient les plantules de vigueur variable souvent vulnérables aux facteurs de dégradation qui sont principalement la sécheresse, les feux de brousse incontrôlés et le surpâturage. Sanou (2012) ajoute que le faible taux de survie des ligneux juvénile jusqu'à un certain stade de développement est dû au fait qu'ils sont à la portée des ruminants et sont moins résistants aux conditions édaphiques du milieu. Pour Bognounou (2009), les mécanismes de régénération affectent aussi la structure des populations des juvéniles. La connaissance des mécanismes de régénération des espèces est cruciale pour la restauration des écosystèmes (Vieira et Scariot, 2006). Il ressort des analyses que parmi les différents mécanismes de régénération, le mode semis est fortement représenté sur les trois sites d'études. La dominance de la régénération par semis par rapport aux autres modes de

régénération serait due à la présence des animaux dans les différentes zones pastorales. En effet, les animaux jouent un rôle important dans le processus de la germination des semences des espèces forestières en ce sens que, le passage de ces semences dans le tube digestif des animaux permet de lever leur dormance tout en accélérant la germination. En effet pour Abdou et al. (2019), le passage des fruits de *B. aegyptiaca* dans le tractus digestif des chèvres permet non seulement d'éliminer certaines barrières contre la germination des graines, mais il fragilise aussi l'endocarpe ligneux et lève la dormance tégumentaire en laissant passer l'eau et l'air. Néanmoins, ce mode de régénération est de 50,51% pour le site de Péni et moins de 50% pour les sites de Sidéradougou et Gadeghin. Nos résultats corroborent ceux de Bognounou (2009) qui a trouvé qu'au Burkina Faso, parmi les mécanismes de régénération, la contribution des semis est moins de 50% pour toutes ces espèces étudiées. Pour Thiombiano et al. (2003), cela est probablement dû à la perte des semences et des plantules du fait de la prédation et des facteurs liés aux conditions défavorables à la germination des semences du site.

Il ressort des résultats, que le modèle polynomial surestime les quantités de biomasse et de carbone dans les deux zones pastorales tandis que le modèle quadratique sous-estime ces valeurs. La surestimation des quantités de biomasse et de carbone par le modèle polynomial dans ces deux zones pastorales serait due à une prédominance des jeunes individus ligneux ayant des diamètres moyens comprises entre 7 et 17 cm ($7 \leq d < 17$). Selon Mbow (2009), le modèle polynomial rend plus de biomasse pour les diamètres moyens (7-17 cm). Dans son ensemble, nos résultats sur les quantités de biomasse et de stocks de carbone des zones pastorales de Sidéradougou et Gadeghin sont supérieurs à celui de la végétation ligneuse du massif forestier de l'École Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso (Burkina Faso). En effet, Ouédraogo et al. (2019), ont montré que la végétation ligneuse de ce massif forestier stocke une quantité de 19,94 tC/ha. Pour ces auteurs, la baisse de la quantité de carbone stocké dans ce massif est due à la prédominance des ligneux de petits diamètres

dans les savanes. De façon spécifique, il ressort que les arbres du site de Sidéradougou stocks 59,19 tC/ha. Nous retenons de ces résultats, que les ligneux du site de Sidéradougou, stockent une importante quantité de carbone comparés aux sites de Péni (37,97 tC/ha) et de Gadeghin (21,04 tC/ha). Cette différence serait liée à la densité des individus ligneux. Le site de Sidéradougou a la plus grande densité des individus (780,18 \pm 45,89 ind/ha) comparativement aux sites de Péni (624,74 \pm 63 ind/ha) et Gadeghin (78,04 \pm 19,67 ind/ha). Pour Ouedraogo et al. (2019), la réduction de la densité a pour impact direct une réduction du potentiel ligneux et par la même occasion une baisse de la biomasse et du stock de carbone. Néanmoins, nos résultats concernant la quantité de carbone séquestré sur le site de Sidéradougou corroborent ceux de Fané et al. 2020 (53 tC/ha) dans les systèmes agroforestiers en zone soudanienne de la région de Dioila (Mali). Cependant, la quantité de carbone séquestrée par le site de Sidéradougou, reste faible comparée à la quantité séquestrée (76,125 tC/ha pour la biomasse aérienne et 17,889 tC/ha pour la biomasse souterraine) dans les espaces pâturés de la même forêt classée (Djoli-Kera). La baisse de la quantité de carbone séquestré par le site de Sidéradougou par rapport à l'espace pâturée de la forêt classée de Djoli-Kera pourrait s'expliquer par une dominance des espaces agricoles dans le site de Sidéradougou.

Conclusion

La connaissance de l'état actuel de la végétation ligneuse des zones pastorales apparaît nécessaire pour mieux appréhender leur statut et proposer des stratégies de gestion durable. Les résultats ont fait que malgré les facteurs d'anthropisation couplées à la variabilité climatique, ces deux zones pastorales regorgent chacune une flore ligneuse assez importante et diversifiée. Nous retenons également que compte tenu de ses conditions climatiques et pédologiques favorables, la zone pastorale de Sidéradougou présente une flore ligneuse bien riche et diversifier comparativement à la zone pastorale de Gadeghin qui présente une faible richesse floristique et moins diversifiée avec

une prédominance de l'espèce *Balanites aegyptiaca*. L'analyse des paramètres dendrométriques a montré que la densité des individus ligneux est assez élevée dans la zone pastorale de Sidéradougou, mais faible dans la zone pastorale de Gadeghin. Ces deux zones pastorales montrent une bonne dynamique de la strate juvénile avec une exploitation des sujets adultes. La flore ligneuse des zones pastorales de Sidéradougou et de Gadeghin, en plus de leur rôle d'affouragement du bétail, séquestre une quantité importante de carbone de l'atmosphère : Sidéradougou (59,19 tC/ha), Péni (37,97 tC/ha) et Gadeghin (21,04 tC/ha). Au regard de ces résultats, l'aménagement et la restauration de ces zones pastorales s'avère nécessaire non seulement pour sédentariser l'élevage transhumant mais aussi pour un développement durable du secteur d'élevage.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

SO, AY, LS, SK, PHY, BO, HM ont conçu l'idée de la recherche. AY, PHY ont collecté les données. LS, SO et AY ont procédé à l'analyse des données. SO et LS ont rédigé la première ébauche avec la contribution de SK, PHY, BO, HM. HM a corrigé la version finale. SO, AY, LS, SK, PHY, BO, HM ont approuvé la version soumise.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) pour la mise à disposition de ressources logistiques pendant l'étude. Nous sommes redevables aux évaluateurs dont les critiques et suggestions apportées à notre article ont amélioré sa qualité scientifique.

REFERENCES

Abdou HMK, Rabiou H, Abdou L, Abdourahmane Iu S, Abdoul Aziz E, Sanoussi I, Soumana A, Mahamane A. 2019. Germination et croissance des plantules d'une espèce fruitière indigène au Niger : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

- International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 693-703.
- Agognon G. 2004. Rôle de l'agroforesterie dans la gestion intégrée des terroirs agropastoraux dans le département du Borgou. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, p89.
- Arbonnier M. 2009. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest* (3ème éd). Quae, MNHN : Paris, France ; p.574.
- Bechir AB, Kabore-Zougrana C. 2012. Fourrages ligneux des savanes du Tchad: structure démographique et exploitations pastorales. *Cameroon J. Exp. Biol.*, **8**(1): 35-46.
- Bellefontaine R, Gaston A, Petrucci Y. 2005. Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie : analyse de 875 cas. *Sécheresse*, **16**(4) : 315-317.
- Berhaut J 1967. *Flore du Sénégal*. Edition Clairafrique : Dakar ; P.485 .
- Bognounou F. 2009. Restauration écologique et gradient latitudinal : utilisation, diversité et régénération de cinq espèces de combrétacée au Burkina Faso. Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou. Burkina Faso, p. 179.
- Botoni/Liehoun E, Daget P, César J. 2006. Activités de pâturage, biodiversité et végétation pastorale dans la zone Ouest du Burkina Faso. *Rev Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **59** (1-4) : 31-38.
- Boudet G. 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. 4ème édition. Paris, Ministère de la Coopération, Manuel et Précis d'élevage 4, p.254.
- Cuisance D, Politzar H, Tamboura I, Merot P, Lamarque G, 1984. Répartition des glossines dans la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou, Burkina. *Rev Elev. Med. Vet. Pays Trop.* (N° spécial) : 99-113.
- Dayamba SD, Djoudi H, Zida M, Sawadogo L, Verchot L. 2016. Biodiversity and carbon stocks in different land use types in the Sudanian Zone of Burkina Faso, West Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **216**: 61-72.
- Dimobe K, Wala K, Dourma M, Kiki M, Woegan Y, Folega F, Batawila K, Akpagana K. 2014. Disturbance and population structure of plant communities in the wildlife reserve of oti-mandouri in Togo (West Africa). *Ann. Res. Review Biol*, **4**(15): 2501-2516.
- Djohy GL, Sounon Bouko B, Dossou PJ, Yabi JA. 2021. Productivité des pâturages naturels et pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest. *Rev. Marocaine Sci. Agro. Vét.*, **10**(1) : 92-105.
- Fané S, Yusuf MA, Karembe Y, Dembéfé F, Karembe M. 2020. Séquestration de carbone par les arbres des systèmes agroforestiers en zone soudanienne de la Région de Dioïla au Mali. In : 11^e symposium malien sur les Sciences Appliquées.
- Fontès J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Institut du Développement Rural, Faculté des Sciences et techniques. Université de Ouagadougou, p.25.
- Garba A, Djima IT, Abdou L, Mahamane A. 2017. Caractérisation de la végétation ligneuse du bassin versant de la Maggia dans la commune rurale de Bagaroua (région de Tahoua). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 571-584.
- Glèlè Kakai R, Bonou W, Lykke A. 2016. Approche méthodologique de construction et d'interprétation des structures en diamètre des arbres. Spécial Projet Undesert. *Ann. Sci. Agro.*, **20**: 99-112.
- Gélé Kakai R, Sinsin B. 2009. Structural description of two Isoberlinia dominated vegetation types in the Wari-Marou Forest Reserve (Benin). *South Afr. J. Bot.*, **75**: 43-51.
- Kagoné H. 2001. Profil Fourrager Burkina Faso, Grassland and Pasture Crops, FAO, Burkina Faso.
- Kiema A, Bayala R, Ouedraogo HR, Bambara TG, Somda J, Honadia-Kambou C, Masumbuko B, Davies J, Ogali C, Onyango V. 2021. La méthodologie d'évaluation participative des parcours.

- Application dans les communes de Mogtedo et Boudry au Burkina Faso. p.28.
- Kiema A. 2015. Étude d'évaluation de l'état général des ressources pastorales au Burkina Faso. In: Initiative mondiale pour un pastoralisme durable. Projet "Strengthening knowledge and capacity to close the policy implementation gap" (CPIG-DANIDAWAP), UICN, Burkina Faso, 129 p.
- Kiema A, Nianogo AJ, Sanon OH, Sanou S. 2007. Caractéristiques des ressources fourragères des terroirs de Lelly (zone agro-pastorale) et de N'Diahoye (zone pastorale) dans le nord du Burkina Faso. *Scie. Techn. Scie. Nat. Agro.*, **29**(1 et 2) : 79–93
- Mbayngone E. 2008. Flore et végétation de la réserve partielle de faune de Pama, Sud-Est du Burkina Faso. Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou. Burkina Faso, p. 181.
- Mbayngone E, Thiombiano A, Hahn K, Guinko S. 2008. Structure des ligneux des formations végétales de la réserve de Pama (Sud-Est du Burkina Faso, Afrique de l'Ouest). *Flora Vegetatio Sudano-sambesica*, **11** : 25-34.
- Mbow C. 2009. Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano- guinéennes du Sénégal. Thèse de doctorat d'état es-sciences de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Sénégal, p. 291.
- Nacoulma BMI, Ouédraogo I, Ouédraogo O, Dimobe K, Thiombiano A. 2018. Phytodiversity of Burkina Faso: selected countries in Africa. In *Global Biodiversity* (1st edn), Pullaiah T (ed). Apple Academic Press: New York.
- Ndiaye O, Diallo A, Sagna MB, Guissé A. 2013. Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *La Revue Electronique en Sciences de l'Environnement*.
- Nelen J, Traoré N, Ouattara M. 2004. De la colonisation du vide à la concertation sur la pleine Réglementation de l'exploitation d'une zone pastorale à Samorogouan, Burkina Faso. *Int. Inst. Environ. Develop.*, p. 62.
- Ouédraogo DT, Rabiou H, Inoussa MM, Mahamane A. 2022. Analyse de la diversité floristique de la zone pastorale de Gadeghin en zone soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(2): 653-668.
- Ouédraogo WO, Gomgnimbou APK, Santi S, Ilboudo D, Toguyeni A. 2019. Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **13**(7): 3276-3288.
- Ouédraogo O. 2009. Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc National d'Arly (Sud-est du Burkina Faso). Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou, Burkina Faso, p140.
- Ouédraogo-Kone S, Kaboré-Zoungrana CY, Ledin I. 2008. Important characteristics of some browse species in an agrosilvopastoral system in West Africa. *Agroforest Syst.*, **74**: 213–221.
- Ouédraogo A, Thiombiano A, Hahn HK, Guinko S. 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, **174**: 485-491.
- Ouédraogo A, Thiombiano A, Karen H, Guinko, S. 2005. Structure du peuplement juvénile et potentialités de régénération des ligneux dans l'Est du Burkina Faso. *Etudes sur la Flore et la Végétation du Burkina Faso*, **10** :17-24.
- Ouédraogo A. 2006. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de Doctorat Université de Ouagadougou, Option : Sciences Biologiques Appliquées, p. 196.
- Sanou L. 2012. Structure et productivité des pâturages et de cinq espèces fourragères dans la zone sahélienne du Burkina Faso. Editions Universitaires Européennes. 978- 3-8381-8401.
- Sanou L, Savadogo P, Zida P, Thiombiano A. 2022. Variation in soil seed bank and relationship with aboveground vegetation across microhabitats in a savanna-woodland of West Africa.

- Nordic Journal of Botany*, **2022**(5): e03304. DOI : <https://doi.org/10.1111/njb.03304>
- Sawadogo I. 2011. Ressources fourragères et représentations des éleveurs, évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée Cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. Thèse de doctorat. En Physiologie et Biologie des Organismes - Populations - Interactions, p.336.
- Sarr O, Diatta S, Gueye M, Ndiaye PM, Guisse A, Akpo LE. 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest). *Rev. Elev. Med. Vet. Trop.*, **164**(1) : 2-8.
- Silue N, Fofana JI, Silue S, Diarrassouba N, Kouassi AF, Kouakou K. 2014. Identification des espèces ligneuses utilisées dans l'alimentation des bovins dans la région Du Poro (nord de la Côte d'Ivoire). *Agro. Afr.,e*, **26**(3) : 217 – 229.
- Soberón, J, Llorente JB. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, **7**: 480-488.
- Stavi I, Lal R. 2013. Agroforestry and biochar to offset climate change: a review. *Agro. Sustain. Dev*, **33**: 81-96.
- Steven D. 1994. Tropical trees seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequence for tree canopy species in Panama. *J. Trop. Ecol.*, **10**: 369-383.
- Thiombiano A, Wittig R, Guinko S. 2003. Conditions of sexual multiplication in some Combretaceae in Burkina Faso. *Rev. Ecol. Terre Vie*, **58** : 361- 379.
- Thiombiano A. 2005. Les Combretaceae du Burkina Faso : taxonomie, écologie et régénération des espèces. Thèse d'Etat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, p. 290.
- Thiombiano A, Schmidh M, Dressler S, Ouédraogo A, Hahn K, Zizka G. 2012. Catalogue des plantes vasculaires du Burkina Faso. *Boissiera.*, **65** :1–391.
- Tsoumou BR, Lumandé KJ, Kampé JP, Nzila, JD. 2016. Estimation de la quantité de carbone séquestré par la forêt modèle de Dimoniko (Sud-Ouest de la République du Congo). Université de Kinshasa, Département des Sciences Biologiques. République Démocratique du Congo, p. 45.
- Tyano A. 2021. Services écosystémiques des arbustes au champ : intensification écologique des sols et évaluation du stock de carbone en zone nord soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat unique en développement rural. Option : Système de production forestière, p.134.
- Vieira DLM., Scariot A. 2006. Principle of natural regeneration of tropical dry forests restoration. *Restoration Ecol.*, **14**: 11-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00100.x>
- White F.1986. *La Végétation de l'Afrique : Mémoire Accompagnant la Carte de Végétation de l'Afrique*. ORSTOM: Paris; p.384.
- Yameogo G, Kiema A, Yelemou B, Ouedraogo L. 2013. Caractéristiques des ressources fourragères herbacées des pâturages naturels du terroir de Vipalogo (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(5): 2078-2091. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.25>
- Zampaligre N, Kagambega FW, Zida D, Traore CT, Sawadogo L. 2020. Composition floristique, diversité et structures des ligneux de savanes pâturées : cas de la zone sylvopastorale de Dinderesso, Burkina Faso. *Afr. Scie.* **16**(1):78 – 91.
- Zerbo I, Bernhardt RM, Ouédraogo O, Hahn K, Thiombiano A. 2016. Effects of climate and land use on herbaceous species richness and vegetation composition in West African savanna ecosystems. *Journal of Botany*, **2016**(2): 1-11. DOI : <https://doi.org/10.1155/2016/9523685>.