



Original Paper

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

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

Caractérisation du peuplement ligneux des zones de culture dans l'Arrondissement de Djilor (Fatick, Sénégal)

Daniel GOMIS^{1*}, Agnès Daba THIAW BENGA¹, Babacar FAYE¹, Aliou GUISSSE² et Aminata NDIAYE³

¹ Laboratoire de Biogéographie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

² Laboratoire d'Ecologie et d'Ecohydrologie / Département de Biologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

³ Laboratoire de Climatologie / Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail : gdany@live.fr ; contact : 00221 77 378 64 90

Received: 08-01-2022

Accepted: 20-04-2022

Published: 30-04-2022

RESUME

L'amélioration durable des rendements agricoles est devenue une priorité face à l'accroissement de la pauvreté en matière organique des sols et des risques et limites des fertilisants chimiques. Dans ce contexte, la conservation des arbres et arbustes des champs a connu un regain d'intérêt. C'est dans cette optique que cette étude visait à contribuer à une meilleure connaissance des caractéristiques de leur peuplement dans l'Arrondissement de Djilor. Pour y parvenir, des données ont été collectées dans des placettes carrées de 1600 m² (40 m x 40 m) installées de manière aléatoire dans les champs. Le nombre de ces placettes a été au préalable défini sur la base d'un préinventaire. Au total 22 espèces réparties en 22 genres et 14 familles dominées par des Mimosaceae, Combretaceae et Anacardiaceae (13,8% chacune), ont été recensées. La prédominance des mésophanérophytes (50%) soulignait le caractère arboré du peuplement. La chorologie de la flore était caractérisée par la prédominance d'espèces soudanaises et soudano-zambésiennes (31,8 chacune) mais avec une prépondérance des individus de ces dernières (45,1%). La richesse spécifique de Shannon-weaver était moyenne (3,95 bits) avec une équitabilité de 0,88 bits et d'un indice de Simpson de 0,92 bits. Les paramètres dendrométriques obtenus du peuplement étaient : 7,6 ind/ha de densité réelle, 1,6 m²/ha de surface terrière, 5,8% de recouvrement, 48,4 cm de diamètre et 10,9 m de hauteur. Le taux de régénération y était très important (76,9%). La structure en diamètre et en hauteur montrait une prédominance des individus adultes. Ces résultats obtenus pourraient servir de base à la connaissance et au suivi de cet écosystème pour une amélioration de sa gestion.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Peuplements ligneux, Parcs agroforestiers, Flore, Types biologique et phytogéographique.

Characterization of the woody population of the cultivated areas in the Djilor district (Fatick, Senegal)

ABSTRACT

The sustainable improvement of agricultural yields has become a priority in view of the increasing poverty in soil organic matter and the risks and limitations of chemical fertilizers. In this context, the conservation of trees and shrubs in the fields has received renewed interest. It is in this perspective that this

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.25>

9039-IJBCS

study aimed to contribute to a better knowledge of the characteristics of their stand in the Djilor District. To achieve this, data were collected in 1600 m² (40 m x 40 m) square plots randomly installed in the fields. The number of these plots was previously defined on the basis of a pre-inventory. A total of 22 species divided into 22 genera and 14 families dominated by Mimosaceae, Combretaceae and Anacardiaceae (13.8% each) were recorded. The predominance of mesophanerophytes (50%) underlined the tree-like character of the stand. The chorology of the flora was characterized by the predominance of Sudanian and SudanoZambeian species (31.8 each) but with a preponderance of individuals of the latter (45.1%). The Shannon-weaver species richness was average (3.95 bits) with an equitability of 0.88 bits and a Simpson index of 0.92 bits. The dendrometric parameters obtained from the stand were: 7.6 ind/ha true density, 1.6 m²/ha basal area, 5.8% crown cover, 48.4 cm diameter and 10.9 m height. The regeneration rate was very high (76.9%). The structure in diameter and height showed a predominance of mature individuals. These results could be used as a basis for knowledge and monitoring of this ecosystem to improve its management.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Woody stands, Agroforestry parks, Flora, Biological and phytogeographical types.

INTRODUCTION

Dans les zones semi-arides et subhumides de l'Afrique de l'Ouest, les paysans mettent en œuvre, depuis des générations, un système traditionnel d'utilisation des terres connu sous le nom de « parc agroforestier » (Boffa, 2000). Il s'agit d'une formation végétale sous forte influence anthropique où des arbres sont associés à des cultures dans un arrangement spatial dispersé (Diop, 2005). Dans plusieurs zones rurales sénégalaises, comme le bassin-arachidier, il constitue une stratégie employée pour maintenir les arbres dans les parcelles de culture. Dans ces parcs, ces arbres et/ou arbustes délibérément conservés sont maintenus pour leur potentiel d'amélioration des revenus et du cadre de vie des populations (Bationo et al., 2012). Ils fournissent en effet en plus des produits non ligneux comestibles, du bois de chauffe, du bois de service ainsi que du fourrage pour l'alimentation du bétail. Leur litière constitue en plus un amendement de qualité pour l'amélioration de la fertilité des sols. Cette importance de ces arbres qu'on retrouve dans les zones de culture est partagée par plusieurs auteurs (Diop, 2005 ; Seignobos et al., 2000 ; etc.). Toutefois, au niveau du bassin-arachidier les besoins d'intensification agricole, associée à l'augmentation de la population, ont entraîné une baisse importante de ces arbres des champs. En effet, dans le bassin arachidier, au lendemain de l'indépendance, au vu de l'importance de l'exportation de l'arachide qui constituait l'essentiel de l'économie du pays à l'époque

coloniale, l'Etat du Sénégal a voulu augmenter les recettes financières tirées de cette exportation par une politique d'intensification agricole (Ondo, 2010). Cette dernière a abouti à la création de structures d'encadrement (SODEVA, ONCAD, ...) dont l'objectif était la vulgarisation agricole par la distribution à grande échelle de matériel moderne, l'approvisionnement en intrants des paysans, la collecte et la commercialisation de l'arachide, etc. Cette politique ne se souciait guère de la présence des arbres, sinon, pour les considérer comme un facteur de gêne à la mise en place de cultures intensives et productives (Diatta, 2013). Par conséquent, il s'en est suivi des défrichements entraînant une diminution importante du potentiel ligneux des champs. En outre, avec l'augmentation de la population et la densification de l'occupation de l'espace, on a assisté à des modifications des modes de gestion traditionnelle de l'espace qui se sont traduites par la réduction, puis la disparition du temps de jachère (Gaye, 2000). Ces pratiques ne favorisant pas le maintien de certaines espèces et de la matière organique du sol, les terres, cultivées sans relâche, se sont appauvries, entraînant par conséquent des baisses de rendement, malgré le recours aux engrais chimique (Diagana et al., 2008). Ainsi, avec l'échec de ces modèles productivistes basés sur les intrants commerciaux, de nombreuses études ont cherché à promouvoir la conservation des arbres dans les champs du fait des rôles multiples et fondamentaux qu'ils peuvent jouer dans l'alimentation humaine et

animale, d'une part, et le maintien et la restauration de la fertilité des sols, d'autre part (Sène, 2004). Mais, cela passe au préalable par une connaissance des caractéristiques de leur population. C'est tout l'intérêt de ce travail qui avait pour but de procéder à la caractérisation du peuplement ligneux des zones de culture, dans l'Arrondissement de Djilor.

MATERIEL ET METHODES

La présentation de la zone d'étude

Cette étude a été menée dans l'Arrondissement de Djilor, localisé dans la région de Fatick, au centre-ouest du Sénégal, entre 13°09-14°10 de latitude N et 16°02-16°24 de longitude W (Figure 1). Du point de vue géologique, la zone d'étude appartient au grand bassin sédimentaire Sénégal-mauritanien caractérisé par des dépôts du secondaire, du tertiaire et du quaternaire (Faye, 2016). Le relief est dans son ensemble plat, avec quelques zones dépressionnaires constituant les vallées et les bras de mer du Saloum et du Diomboss. Cette situation fait distinguer deux grands ensembles géomorphologiques. Le premier est le plateau continental qui se caractérise par les sols ferrugineux tropicaux, composés de sols non ou peu lessivés et lessivés. Le second correspond aux terres inondables constitué par les sols hydromorphes dans lesquels on a les sols vertiques, les sols à gley salé et les sols halomorphes (CSE, 2000). De par sa position géographique, la localité baigne sous l'influence d'un climat de type nord-soudanien côtier à caractère sec à humide, marqué par une courte saison pluvieuse (3 à 4 mois) et une longue saison sèche (7 à 8 mois) (Sagna, 2000). La température est en moyenne de 28°C. Elle est caractérisée par un régime bimodal avec deux maxima en avril (39,4°C) et en novembre (34,1°C) et deux minima en juillet (24,1°C) et en janvier (16,8°C). La pluviométrie moyenne annuelle à la station de Fatick calculée sur la série de 1930 à 2017 est de 601,9mm. La période de 1967-2017 ressort comme déficitaire avec 562,8mm de moyenne par rapport à la période 1930-1966 considérée comme excédentaire avec une moyenne de 796,8mm. La végétation est celle d'une zone de savane (Ndiaye et al., 2007), constituée au

niveau des plateaux de formations de savane arborée, arbustive à arborée, arbustive et herbeuse, de forêt galerie et de quelques individus ligneux éparpillés dans les champs ; au niveau des zones amphibies, la végétation est constituée de mangrove et de tanne herbu. La densité de la population est en moyenne de 91,4 hbts/km². L'agriculture essentiellement sous pluie et l'élevage constituent les principales activités des populations (ANSD 2014).

Plan de Sondage

La méthode d'échantillonnage aléatoire a été utilisée pour cette étude. Le nombre de relevés a été déterminé en premier lieu en faisant un pré-inventaire de 5 placettes de 40 m × 40 m ensuite sur la base des paramètres mesurés, la formule ci-dessous de Dagnelie (1998) a été utilisée en prenant en compte le coefficient de variation du volume des arbres mesurés et d'une marge d'erreur de 20%.

$$n = t_{1-\alpha/2}^2 \frac{CV^2}{d^2} \text{ avec } n = \text{taille de}$$

l'échantillon ; $t_{1-\alpha/2}$ = variable de Student (lu dans une table pour n-1 degré de liberté) ; CV = *coefficient de variation d'un paramètre donné* ; d = *erreur d'un paramètre estimé à partir de l'échantillon* : 1% ≤ d ≤ 20%.

Un total de 67 relevés a été obtenu qui, ajouté à ceux du pré-inventaire, faisaient un total de 72 relevés effectués sur des placettes carrées de 40 m de côté (Tableau 1).

La collecte des données a été réalisée, pour le pré-inventaire, durant les dates du 16 au 18 mars 2018 et du 05 au 29 avril 2018 et pour l'inventaire proprement dit pendant la période allant du 15 février au 22 juillet 2019. Sur le terrain, l'installation des placettes a été effectuée suivant la 3-4-5 propre au théorème de Pythagore pour déterminer l'angle droit. Elle consistait à s'assurer de la perpendicularité des quatre angles du carré en cherchant à dresser sur chacun d'eux un triangle dont le carré de l'hypoténuse serait égal au carré des deux côtés. Dans chaque placette, les mesures des paramètres dendrométriques à savoir le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur de l'arbre, le diamètre du houppier (NS-E0) et la distance entre deux arbres selon la méthode du plus proche individu ont été effectuées pour

tous les individus dont la circonférence est supérieure ou égale à 10 cm. Les sujets de circonférence inférieure à 10 cm ont été comptés et considérés comme faisant partie de la régénération.

L'identification des espèces a été effectuée sur le terrain. Les ligneux non identifiés sur place ont fait l'objet de prélèvement d'échantillons pour une identification au laboratoire à l'aide de la « flore du Sénégal » de Berhaut (1967) et de certains ouvrages comme celui des « Arbres, arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest » de Arbonnier (2009).

Traitement et analyses des données

Les données obtenues ont été traitées à l'aide du tableur Excel qui a servi au classement des données numériques et à l'élaboration des tableaux et graphiques. La liste floristique des espèces a été dressée puis analysée, pour chaque espèce, en calculant la fréquence, l'importance écologique, le type biologique et phytogéographique avant de procéder à l'analyse de diversité du peuplement et des paramètres structuraux.

La notion de fréquence était définie par Gausson E. (1963) et Gounot M. (1969) comme le rapport entre le nombre de relevés dans lesquels l'espèce est représentée et le nombre total de relevés. Elle renseigne sur la distribution d'une espèce dans un peuplement. Elle peut être en valeur absolue ou en pourcentage par la formule suivante (Roberts-Pichette et Gillespie, 2002 cités par Ngom, 2013) :

$$F = (Nri/Nr) \times 100$$

F= Fréquence de présence exprimée en pourcentage (%), Nri = nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce i et Nr = nombre total de relevés.

L'importance écologique ou Indice de Valeur d'Importance (IVI), défini par Curtis et Mc-Intosh (1950) est une expression synthétique et quantifiée de l'importance d'une espèce dans un peuplement. Il est déterminé par la relation suivante :

$$IVI = (Densité relative + Dominance relative + Fréquence relative) / 3$$

Densité relative = (Nombre d'individu de l'espèce par ha/densité totale des espèces) × 100

Dominance relative = (Surface terrière totale de l'espèce/Surface terrière totale des espèces) × 100

Fréquence relative = (Fréquence d'une espèce/sommes des fréquences des espèces) × 100

Les types biologiques et les affinités phytogéographiques des espèces ont été déterminés en termes de présence, d'abondance et de dominance. Les types biologiques désignent l'ensemble des particularités morphologiques qui jouent un rôle dans la résistance aux conditions défavorables et à la localisation des espèces végétales (Melon S., 2015). Les types biologiques (TB) utilisés ici sont ceux définis par Raunkiaer (1934) et adaptés pour l'étude des formations végétales tropicales par plusieurs auteurs (Mbayngone et al., 2008b ; Faye, 2010 etc.). Pour la strate ligneuse, il s'agit essentiellement de phanérophytes qui ont été subdivisés en : nanophanérophyte (nph : arbuste de 0,5 à 2m de hauteur) ; microphanérophyte (mph : arbuste de 2 à 8m de hauteur) ; mésophanérophyte (Mph : arbre moyen de 8 à 30m de hauteur) ; et mégaphanérophyte (MPH) : grand arbre de plus de 30m de hauteur).

Quant aux affinités phytogéographiques, elles ont été définies en se référant à celles établies par White (1986), utilisées par plusieurs auteurs pour les phytochories africaines (Sinsin, 1993 ; Faye, 2010 ; etc.). Il s'agit : des espèces à large distribution comme les espèces Afro-américaines (Aa), Pantropicales (Pan) et Paléotropicales (Pal) ; des espèces pluri-régionales africaines regroupant : les espèces Soudano-guinéennes (Sg), Afro-tropicales (At), Afro-malgache (Am), soudano-zambésiennes (Sz), plurirégionales africaines (Pa) et Guinéo-congolaises (Gc) et enfin des espèces de l'élément base soudanien distribuées dans le centre régional d'endémisme soudanien.

L'analyse de la diversité a été effectuée à partir de la richesse spécifique et par le calcul des indices de Shannon-Weaver, d'équitabilité de Pielou et de Simpson. La richesse spécifique est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné

(Ramade, 2003). Elle est évaluée à partir de la richesse spécifique totale.

L'indice de Shannon (1949) permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. L'indice Shannon varie de 0 à $\log_2 S$, soit 4,5 bits pour une communauté assez riche (Frontier et Pich-Viale, 1995). H est minimal (égal à 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce ; $H < 2,5$ = diversité faible ; $2,5 \leq H < 4$ = diversité moyenne ; $H \geq 4$ = diversité élevée. Il est maximum quand chaque individu représente une espèce distincte. Son calcul est basé sur la relation suivante :

$$H' = -\sum p_i \times \log_2 p_i$$

$p_i = n_i/N$ = nombre d'individus /espèces par strate

La régularité de la distribution ou équitabilité de Pielou (1966) : elle permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces indépendamment de la richesse spécifique. En effet plus les fréquences des espèces sont équitablement réparties, plus la diversité est élevée (Diedhiou, 2018). L'indice d'équitabilité de Pielou. Il se calcule par la formule suivante :

$$E = H'/H_{\max}$$

H = indice de diversité de Shannon ;

H max = indice de diversité maximale

Où $E < 0,6$ = faible ; $0,6 \leq E \leq 0,7$ = moyen ; $E \geq 0,8$ = élevé. (Garba et al., 2017).

L'indice de Simpson, 1949 (D) : représente la probabilité que deux individus tirés au hasard dans une population infinie appartiennent à la même espèce (Simpson, 1949). Le maximum de diversité pour cet indice est représenté par la valeur 1 et le minimum de diversité par la valeur 0. Il se calcule par la formule suivante :

$$D' = 1 - \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

N_i = nombre d'individus dans l'espèce i ;

N = nombre total d'individus

Dans le but de l'établissement de la structure des peuplements ligneux, les paramètres suivants ont été calculés. La densité observée ou densité réelle qui est obtenue par le rapport de l'effectif total des

individus dans l'échantillon (N) par la surface échantillonnées (S).

$$Dobs = N/S$$

La densité théorique (Dth) : obtenue à partir de la distance moyenne (dm) entre les arbres. Elle ne tient pas compte d'éventuelles irrégularités sur la parcelle et de présence de zone sans arbres (Ngom, 2013).

$$Dth = (100/dm)^2$$

Dm = distance moyenne entre les arbres ; $(100)^2$ = correspond à 10.000 m² soit 1ha

Le diamètre moyen (Dg) exprimé en cm est calculé selon la formule de Bonou et al. (2009).

$$Dg = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di^2}$$

n = nombre total d'arbres rencontrés dans la placette ;

di = diamètre de l'espèce i (cm).

La hauteur moyenne de Lorey (HL) exprimée en mètre (m) est la hauteur moyenne des individus pondérée à leur surface terrière :

$$HL = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad \text{avec } g_i = \frac{\pi}{4} di^2$$

(Rondeux, 1999).

La surface terrière ou recouvrement basal qui désigne la surface de l'arbre évaluée à 1,3 m. Elle est exprimée en mètre carré par hectare (m².ha⁻¹) et est obtenue à partir de la

$$\text{formule suivante : } St = \frac{\sum \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}{SE}$$

St = surface terrière ; d diamètre à hauteur de poitrine ; SE = surface de l'échantillon en ha

Le recouvrement ou couvert ligneux : est la surface de la couronne de l'arbre projetée verticalement au sol. Il est exprimé en mètre carré par hectare (m².ha⁻¹). Il est calculé avec la formule ci-dessous :

$$C = \frac{\sum \pi \left(\frac{dmh}{2}\right)^2}{SE}$$

C = couvert ligneux ;

dmh = diamètre moyen du houppier en m ;

SE = surface de l'échantillon en ha.

Le taux de régénération du peuplement (TRP) est donné par le rapport en pourcentage (%) entre l'effectif total des jeunes plants (circonférence < 10cm) et l'effectif total du peuplement (Poupon, 1980 in Ngom, 2013).

$TRP = (\text{Effectif des jeunes plants} / \text{Effectif du peuplement}) \times 100$

L'effectif du peuplement regroupe ici aussi bien les jeunes plants que les plantes adultes

L'importance spécifique de la régénération a été quant à elle, obtenue à partir du rapport en pourcentage entre l'effectif des jeunes plants d'une espèce et l'effectif total des jeunes plants dénombrés (Akpo et Grouzis, 1996 ; Ngom, 2013)

$ISR = (\text{Effectif des jeunes plants d'une espèce} / \text{Effectif total des jeunes plants}) \times 100$

Les structures horizontale et verticale ont été évaluées à l'aide des histogrammes à partir respectivement des Dh_p et de la hauteur totale des sujets inventoriés. Pour ce faire 11 classes de diamètre dont la première est d'amplitude 2 cm et le reste d'amplitude 5 cm et 9 classes de hauteur d'amplitude de 2m de hauteur ont été définies. En outre, pour mieux appréhender la variabilité des formes des structures et rendre possible la comparaison entre structures, il a été superposé aux histogrammes une courbe polynomiale d'ordre 6.

Tableau 1: récapitulation du plan de sondage.

Site	Surface en ha	Volume Moyen (m3)	Variance moyenne	Ecart type	CV en%	Erreur considérée	Nbre de placette
Zone de culture	44456	3,9	5	2,3	59	20	67

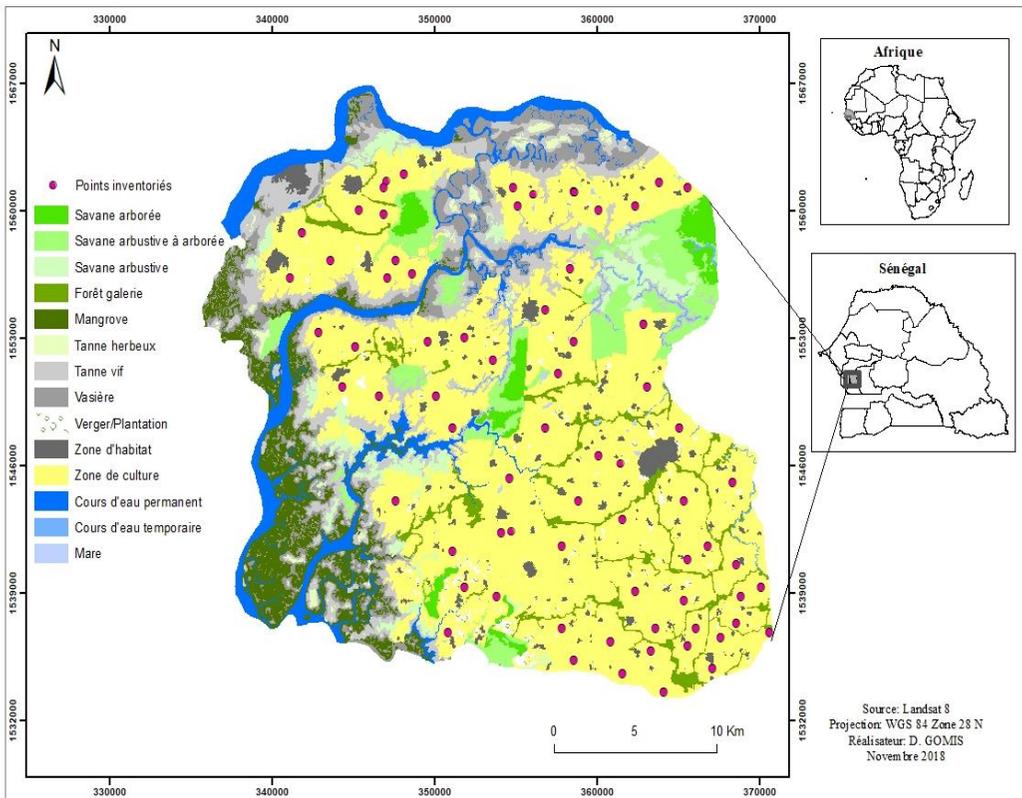


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et distribution des relevés sur les zones de culture.

RESULTATS

Composition floristique et diversité du peuplement

Richesse floristique

Au niveau des zones de culture échantillonnées de la zone d'étude, 22 espèces réparties en 14 familles et 22 genres ont été dénombrées. Les familles les mieux représentées étaient Mimosaceae, Combretaceae et Anacardiaceae avec respectivement trois espèces pour chacune. Elles sont suivies par Bombacaceae et Fabaceae qui étaient chacune représentées par deux (2) espèces. Pour le reste des familles, elles étaient chacune représentées par une seule espèce. Le constat était identique pour les genres qui montraient les mêmes tendances que celles des espèces (Tableau 2).

Fréquence

En considérant la présence des espèces au niveau des placettes d'inventaire, l'analyse globale de la fréquence montrait que les espèces les plus fréquentes étaient *Cordyla pinnata* (17,86%), *Faidherbia albida* (14,29%), *Tamarindus indica* (8,33%), *Azadirachta indica* et *Anacardium occidentale* (7,14% ex-aequo), *Ficus sycomorus* (5,95%), *Borassus aethiopum* (4,76%), *Anogeissus leiocarpus* et *Combretum glutinosum* (3,57% ex-aequo). Ces espèces étaient donc les mieux distribuées dans ces zones de culture (Tableau 2).

Indice de valeur d'importance écologique

L'analyse des résultats du tableau 3 a révélé que les espèces qui présentaient les indices de valeurs d'importance écologique les plus importants étaient par ordre décroissant : *Cordyla pinnata* (16,53%), *Faidherbia albida* (10,58%), *Tamarindus indica* (7,99%), *Anacardium occidentale* (7,71%), *Diospyros mespiliformis* (6,66%), *Borassus aethiopum* (6,49%) et *Ficus sycomorus* (5,91%). Ces espèces avec plus de la moitié des IVI (62%) représentaient les caractéristiques physiologiques les plus importantes du peuplement (Tableau 3).

Types biologiques et phytogéographiques des espèces

L'analyse des types biologiques relatifs aux phanérophytes a montré une prédominance des mésophanérophytes qui étaient plus importants en espèces (50%), en abondance (61,8%) et en recouvrement (67,4%). Ensuite, venaient les microphanérophytes avec respectivement des taux de 40,9%, 30,4% et 31,1% et enfin des nanophanérophytes qui étaient les moins représentés avec respectivement des taux de 9,1%, 7,8% et 1,5% (Tableau 4).

Concernant l'affinité phytogéographique, les résultats du Tableau 5 ont révélé une dominance en nombre d'espèces à égalité, avec un taux de 31,8%, des espèces à chorologies soudanienne et soudano-zambézienne qui étaient suivies des espèces à affinités pantropicales (18,2%), paléotropicales (13,6%) et soudano-guinéennes (4,5%). Mais, en termes d'abondance et de recouvrement, les espèces à chorologie soudano-zambézienne étaient les plus importantes (45,1% et 56,4%), suivies des espèces pantropicales (25,5% et 22,7%), soudanienne (15,7% et 13,6%), paléotropicales (12,7% et 7%) et enfin soudano-guinéennes qui représentaient les plus faibles proportions (1% et 0,3%) (Tableau 5).

Analyse de la diversité

La diversité spécifique a été appréciée sur la base de la richesse spécifique et des indices de diversité. Ainsi, une richesse spécifique 22 espèces a été obtenue. L'utilisation des indices donnait un indice de Shannon-weaver de 3,95 bits, une régularité de Pielou de 0,88 bits et un indice de Simpson de 0,92 bits (Tableau 6).

Paramètres dendrométriques

Les paramètres dendrométriques obtenues révélaient dans la zone une densité moyenne observée de 7,6 ind/ha. Les espèces qui représentaient les plus fortes densités étaient : *Anacardium occidentale* (10,64%),

Diospyros mespiliformis (9,67%), *Tamarindus indica* (4,84%) et *Cordyla pinnata* (4%). La densité théorique avec 63 ind/ha était plus importante que la densité réelle observée. Le rapport entre ces deux densités donnait une valeur de 239,3 ind/ha. Le diamètre, critère important d'appréciation des caractéristiques du peuplement, était en moyenne de 48,5 cm, quant à la taille des arbres, une hauteur moyenne de 10,9 m était obtenue. La surface terrière obtenue était en moyenne 1,6 m²/ha. Certaines espèces comme *Cordyla pinnata*, (27,5%), *Faidherbia albida* (13,6%), *Tamarindus indica* (10,8%), *Borassus aethiopum* (10,84%), *Diospyros mespiliformis* (7,92%) et *Ficus sycamorus* (9,91%) apparaissaient nettement dominantes. L'aire de projection du recouvrement du peuplement ligneux recensé donnait en moyenne un taux de couverture végétale de 5,8%. Quatre espèces étaient les plus représentatives en termes de recouvrement : *Cordyla pinnata* (24,7%), *Faidherbia albida* (23,8%), *Anogeissus leiocarpus* (7,33%) et *Tamarindus indica* (7,30%).

La régénération est la base de la compréhension de la dynamique des ligneux. Dans cette étude un taux de régénération de 76,9% a été enregistré (Tableau 7). L'importance de la régénération en fonction des espèces a été appréhendée par le calcul de l'indice spécifique de la régénération présenté dans le Tableau 8. L'examen de ce dernier montrait que sur l'ensemble des individus de plants inventoriés, les espèces les plus

représentées étaient : *Piliostigma reticulatum* (26,75%), *Combretum glutinosum* (24,01%) et *Guiera senegalensis* (19,81%). Elles étaient suivies de *Acacia seyal* (8,51%), *Faidherbia albida* (7,29%), *Heeria insignis* (5,78%) et *Zizyphus mauritiana* (3,04%). Ces espèces représentaient à elles seules 91,2% du potentiel de régénération spécifique du peuplement ligneux des zones de culture recensées. Les espèces restantes présentaient une régénération faible.

Structure du peuplement

La distribution des individus selon le diamètre

Les résultats présentés dans la Figure 2 donnaient un aperçu global de la structure en diamètre du peuplement ligneux recensé. L'analyse a montré une dominance des grands arbres avec, pour classe modale, la catégorie de la classe de diamètre ≥ 50 cm. La surimposition à la structure de la courbe polynomiale d'ordre 6 donnait une allure plurimodale qui est caractéristique d'un peuplement marqué par des irrégularités dans la distribution en diamètre des individus.

La distribution des individus selon la hauteur

La structure en hauteur a montré également une prédominance des individus adultes avec, pour classe modale, la catégorie de hauteur [7-9 m [. La courbe polynomiale d'ordre 6 révélait aussi une distribution irrégulière du peuplement, en hauteur (Figure 3).

Tableau 2 : Liste des espèces recensées avec leur type biologique, affinité phytogéographique et fréquence.

Famille	Genre	Espèces	Ph	T.B	Fréquence%
Anacardiaceae	Anacardium	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Pan	MsPh	7,14
	Mangifera	<i>Mangifera indica</i> L.	Pan	MsPh	2,38
	Heeria	<i>Heeria insignis</i> (Del.) O. Ktze	Sg	McPh	1,19
Annonaceae	Hexalobus	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A.Rich.) Engl. & Diels	SZ	NnPh	4,76

Bombacaceae	Adansonia	<i>Adansonia digitata</i> L.	SZ	MsPh	1,19
	Bombax	<i>Bombax costatum</i> Pellegr.	So	MsPh	1,19
Cesalpiniaceae	Cordyla	<i>Cordyla pinnata</i> (Lepr. Ex A. Rich.) Milne-Redhead	SZ	MsPh	17,86
Combretaceae	Combretum	<i>Combretum glutinosum</i> Perrott. ex DC	SO	McPh	3,57
	Anogeissus	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) G.et Perr.	SO	MsPh	3,57
	Terminalia	<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	SO	McPh	1,19
Ebenaceae	Dioscorea	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A DC.	Pal	MsPh	2,38
Fabaceae	Tamarindus	<i>Tamarindus indica</i> L.	Pan	MspH	8,33
	Dichrostachys	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	Pan	McPh	2,38
Meliaceae	Azadirachta	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Pal	McPh	7,14
Mimosaceae	Faidherbia	<i>Faidherbia albida</i> Del.	SZ	McPh	14,29
	Prosopis	<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	SO	MsPh	2,38
	Acacia	<i>Acacia seyal</i> Del	So	McPh	2,38
Moraceae	Ficus	<i>Ficus sycomorus</i> L.	SZ	MsPh	5,95
Palmaceae	Borassus	<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	SZ	MsPh	4,76
Rhamnaceae	Zizyphus	<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.	Pal	McPh	2,38
Rubiaceae	Gardenia	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf.	So	NnPh	2,38
Zygophyllaceae	Balanites	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	SZ	McPh	1,19

S (Soudaniennes) ; GC (Guinéo-congolaises) ; Ind-AN (Indiennes et Afro-Néotropical) ; Pal (Paléotropicales) ; Pan (Pantropicales) ; Aa (Afro-américaine) ; A (Africaines) ; AM (Afro-malgaches) ; PA (Pluri-régionales africaines), SG (Soudano-Guinéennes) ; SZ (Soudano-Zambéziennes) ; Ss (Sahélo-soudanien) ; At (Afro-tropicale) ; Fr (Fréquence).

Tableau 3: Indice de valeur d'importance (IVI) écologique des espèces.

Noms scientifiques	Fréquence en%	Densité en%	Domina nce	IVI
<i>Cordyla pinnata</i> (Lepr. Ex A. Rich.) Milne-Redhead	17,86	4,26	27,47	16,53
<i>Faidherbia albida</i> Del.	14,29	3,87	13,57	10,58
<i>Tamarindus indica</i> L.	8,33	4,84	10,80	7,99
<i>Anacardium occidentale</i> L.	7,14	10,64	5,36	7,71
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A DC.	2,38	9,67	7,92	6,66
<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	4,76	3,87	10,84	6,49
<i>Ficus sycomorus</i> L.	5,95	3,87	7,91	5,91
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	7,14	3,87	2,07	4,36
<i>Adansonia digitata</i> L.	1,19	3,87	5,63	3,56
<i>Hexalobus monopetalus</i> (A,Rich.) Engl. & Diels	4,76	4,84	0,09	3,23
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) G.et Perr.	3,57	3,87	1,85	3,10
<i>Combretum glutinosum</i> Perrott. ex DC	3,57	3,87	1,49	2,98
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	2,38	3,87	1,21	2,49

<i>Gardenia erubescens</i> Stapf.	2,38	3,87	1,00	2,42
<i>Mangifera indica</i> L.	2,38	3,87	0,48	2,24
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	1,19	3,87	1,30	2,12
<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.	2,38	3,87	0,09	2,11
<i>Acacia seyal</i> Del	2,38	3,87	0,05	2,10
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	2,38	3,87	0,01	2,09
<i>Bombax costatum</i> Pellegr.	1,19	3,87	0,43	1,83
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	1,19	3,87	0,22	1,76
<i>Heeria insignis</i> (Del.) O. Ktze	1,19	3,87	0,20	1,75
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tableau 4 : Analyse des types biologiques des espèces ligneuses recensées.

Types biologiques		Nombre d'espèce%	Abondance en individus%	recouvrement%
Phanéropytes	Microphanérophytes (McPh)	40,9	30,4	31,1
	Mésophanéropytes (MsPh)	50	61,8	67,4
	Nanophanéropytes (NnPh)	9,1	7,8	1,5
Total		100	100	100

Tableau 5 : Analyse phytogéographique des espèces ligneuses recensées.

Types de formation		Nbr d'esp%	Abondance en individus des espèces%	recouvrement%
Distribution	Types phytogéographique (%)			
EBS	S	31,8	15,7	13,6
	Pal	13,6	12,7	7,0
ELD	Pan	18,2	25,5	22,7
	Aa	-	-	-
EPRA	SG	4,5	1,0	0,3
	SZ	31,8	45,1	56,4
	Ss	-	-	-
	At	-	-	-
	Total	100	100	100

Nbr (Nombre) ; Esp (espèce) ; EBS(Elément à base soudanienne) ; EGC (Espèces Guinéo-Congolaise) ; ELD (Elément à large distribution) ; EPRA (Espèces pluri-régionales Africaines) ; S (Soudaniennes) ; GC (Guinéo-congolaises) ; Ind-AN (Indiennes et Afro-Néotropical) ; Pal (Paléotropicales) ; Pan (Pantropicales) ; Aa (Afro-américaine) ; A (Africaines) ; AM (Afro-malgaches) ; PA (Pluri-régionales africaines), SG (Soudano-Guinéennes) ; SZ (Soudano-Zambéziennes) ; Ss (Sahélo-soudanien) ; At (Afro-tropical)

Tableau 6 : Diversité spécifique du peuplement ligneux.

Indices	Champs
Richesse spécifique	22
Indice de Shannon (H')	3,95
Equitabilité de Pielou	0,88
Indice de Simpson	0,92

Tableau 7 : Paramètres dendrométriques.

Dendrométriques	Champs
Densité moyenne (Individus /ha)	7,6
Distance moyenne entre arbres (m)	12,6
Densité théorique moyenne (Dth)/ (individus /ha)	1810,3
Rapport moyen Dth/Dob	239,3
Diamètre moyen (cm)	48,4
Surface terrière moyenne (m ² /ha)	1,6
Hauteur moyenne (m)	10,9
Taux de couverture moyen (%)	5,8
Régénération (Individus/ha)	28,6
Taux de régénération	76,9

Tableau 8 : Importance spécifique de la régénération.

Espèces	ISR%
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	26,75
<i>Combretum glutinosum</i> Perrott. ex DC	24,01
<i>Guiera senegalensis</i> G.F. Gmel	15,81
<i>Acacia seyal</i> Del	8,51
<i>Faidherbia albida</i> Del.	7,29
<i>Heeria insignis</i> (Del.) O. Ktze	5,78
<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.	3,04
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1,52
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	1,22
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	1,22
<i>Hexalobus monopetalus</i> (A.Rich.) Engl. & Diels	0,91
<i>Cocos nucifera</i> L.	0,61
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon	0,61
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	0,61
<i>Acacia macrostachya</i> DC.	0,30
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss	0,30
<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Engl.	0,30
<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth.,	0,30
<i>Ficus sycomorus</i> L.	0,30
<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	0,30
<i>Lannea humilis</i> (Oliv.) Engl.	0,30
Total	100,00

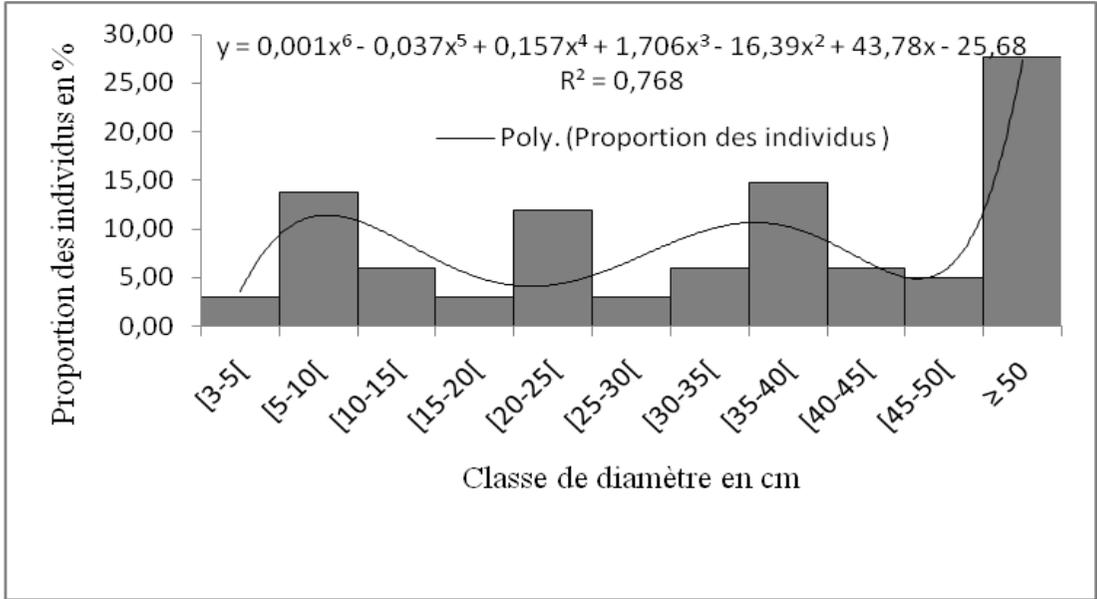


Figure 2 : distribution des ligneux selon les classes de diamètre.

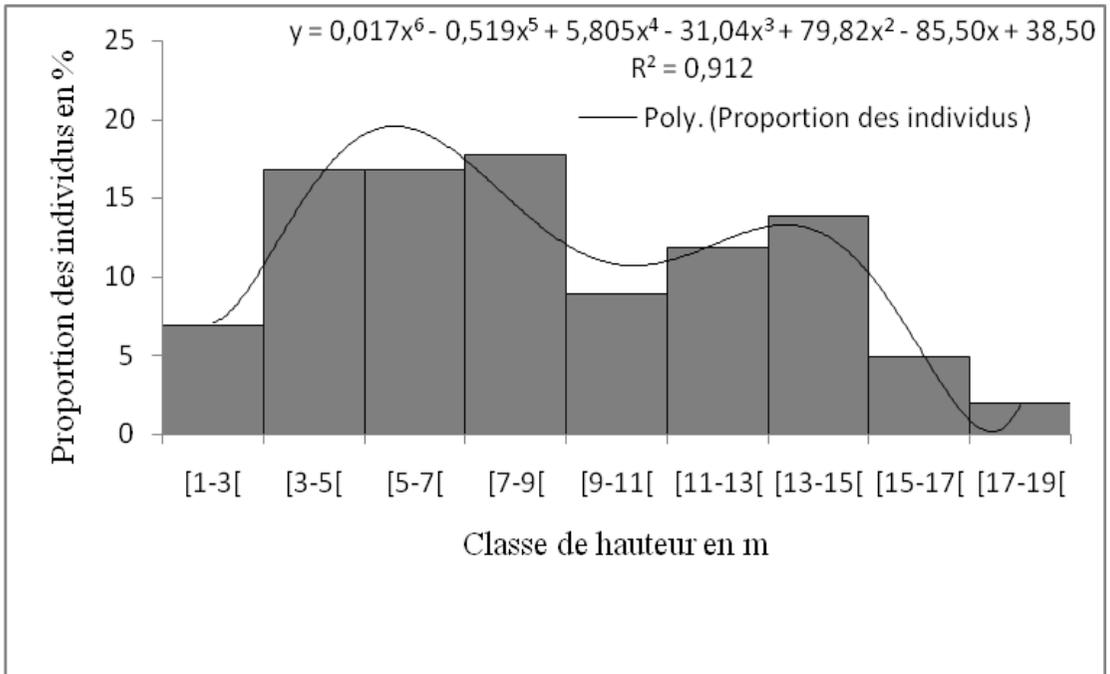


Figure 3 : distribution des ligneux selon les classes de hauteur.

DISCUSSION

L'analyse de la flore ligneuse des zones de culture de l'Arrondissement de Djilor a révélé une richesse spécifique de 22 espèces réparties en 14 familles et 22 genres. Les familles les mieux représentées étaient : Mimosaceae, Combretaceae et Cesalpinaceae. Plusieurs auteurs s'accordent sur la prédominance de ces familles dans la zone soudano-sahélienne, autrement dit Nord soudanienne (Moussa et Mahamane, 2015 ; Sarr, 2014 ; etc). Cette dominance pourrait être due à l'adaptabilité, au mode de dissémination et à l'utilité des espèces. En effet, les Mimosaceae et Fabaceae, généralement fourragères, aux semences zoochores sont disséminées par les herbivores qui les consomment alors que les Combretaceae sont caractérisées par leurs fruits ailés facilement disséminés par le vent (Ouedraogo, 2009). Pour ces dernières leur dominance pourrait aussi s'expliquer par leur faculté de régénération naturelle par les semis, par le drageonnement et/ou par rejets de souches (Bellefontaine, 2005). L'importance de ces familles pourrait en outre être liée au fait qu'elles renferment des espèces qui résistent notamment au manque et à l'insuffisance des pluies, mais aussi aux fortes températures car, comme l'indique Mbayngone et al., (2008) les Combretaceae et Mimosaceae sont indicatrices d'un climat généralement sec. Cependant, au-delà des propriétés intrinsèques aux familles et au milieu, la forte fréquence de *Cordyla pinnata* et *Faidherbia albida* fait penser à leur importance socioéconomique favorisant leur conservation. En effet, le choix des espèces à conserver dans les champs obéit selon certains auteurs (Ndiaye, et al. 2017 ; Sarr, 2014 et Mbayngone et al. 2008) à certaines logiques paysannes lors des défrichements. Ainsi, des espèces présentant un intérêt socio-

économique comme *Cordyla pinnata*, *Faidherbia albida*, *Tamarindus indica*, *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica* et *Diospyros mespiliformis* seraient privilégiées et conserver lors des défrichements. Ces critères de sélection, ajoutées aux capacités d'adaptation et de multiplication de certaines espèces pourraient expliquer en partie les résultats des IVI.

L'analyse des types biologiques montrait l'importance des mésophanérophyles tant en abondance qu'en recouvrement. Cette prédominance était déjà observée par Sarr (2014), qui qualifiait les arbres des champs comme les plus nantis par rapport à ceux des autres formations végétales naturelles. Cette situation pourrait s'expliquer par la protection apportée par les paysans aux espèces qu'ils choisissent pour marquer le paysage de leurs champs, car ces espèces interviennent dans l'alimentation des hommes et du bétail, la pharmacopée, l'artisanat, et sont aussi sources de revenus par la commercialisation des produits non ligneux surtout (Sarr, 2013).

Pour les types phytogéographiques, les espèces à distribution Soudano-Zambézienne, bien qu'à égalité de nombre avec les soudanaises, restaient avec les espèces pantropicales plus importantes en abondance d'individus et de recouvrement. Cette situation chorologique suivie d'espèces paléotropicales et soudano-guinéenne montrait l'importance numérique des espèces plurirégionales africaines et celle à large distribution. Cela témoigne, une perturbation de la flore qui perd sa spécificité (Sinsin, 2001) en raison, entre autres facteurs, d'une part du pâturage (*Faidherbia albida*, etc.) et ou de l'introduites par reboisement d'espèces exotiques (*Azadirachta indica*, *Mangifera indica*, etc.) et, d'autre part, de la péjoration climatique.

La richesse spécifique, si l'on s'en tient au classement de Daget (2003) était moyenne. La valeur obtenue de l'indice de Shannon qui était de 3,95 bits attestait également une diversité moyenne. Cela pourrait s'expliquer par l'indice d'équitabilité de Pielou qui, avec une valeur de 0,88 bits, montrait une bonne répartition des individus au sein des espèces, malgré l'abondance de *Cordyla pinnata* et *Faidherbia albida*. Il faut aussi rappeler que lorsqu'une valeur d'indice d'équitabilité de Pielou d'un écosystème ou d'une formation végétale dépassait le seuil des 70% comme c'était le cas ici, on serait alors en présence d'un milieu relativement stable (Diallo et al., 2013). Ceci sous-entend que la compétition était relativement faible en raison de l'importance des espacements entre les individus, pour éviter une concurrence à la lumière aux cultures sous pluie

La densité réelle du peuplement (7,6 ind/ha) était inférieure à la valeur de 10 ind/ha obtenue par Sarr (2014) au niveau des zones de culture à Koungheul. Elle était aussi, de près, inférieure à celle trouvée par Yameogo et al. (2019). Ce derniers a obtenu une valeur de 8,25 pieds/ha dans les parcs agroforestiers de Vipalogo en zone nord soudanienne au Burkina Faso. Cette situation pourrait être liée à des différences en termes de démographie et d'intensité de l'activité agricole. Le rapport entre la densité théorique et la densité observée était très élevé, ce qui traduit une distribution espacée marquée par des individus parsemés dans les champs. Malgré la présence de grands arbres, qui se distinguait par un diamètre moyenne de 48,6 cm et d'une hauteur moyenne de Lorey (10,9 m), la surface terrière moyenne (1,6 m²/ha) restait faible en raison de la faible densité des ligneux. Ce constat restait aussi valable pour le recouvrement qui est de 5,8%. Cette situation s'expliquerait par le fait que dans les

champs, l'ombrage est perçu comme un facteur de gêne dans la production agricole (Sarr, 2009). De ce fait, les grands arbres à couverture aérienne importante sont souvent émondés à l'approche de l'hivernage pour réduire leur surface d'ombrage sur les cultures. Il y a aussi le fait que certaines espèces, comme *Ficus Sycomorus*, constituent un fourrage ligneux très prisé en saison sèche et en début de saison des pluies (Sarr et al., 2013 ; Ndong et al., 2015).

Le taux de régénération très grand au niveau de ces zones de culture (76,9%) prouvait l'importance du potentiel de renouvellement du peuplement. Parmi les espèces ayant présenté un nombre élevé de jeunes plants, tel que l'indiquait leur indice spécifique de régénération, on en retient *Piliostigma reticulatum* (26,75%), *Combretum glutinosum* (24,01%) et *Guiera senegalensis* (15,81%). Les forts taux enregistrés par ces espèces relèveraient de leurs modes de régénération, par semences et par rejets de souche ou drageonnage, ce qui leur donne une grande capacité de colonisation des milieux dit anthropisés. Contrairement à ces espèces, la longue saison sèche, la variabilité pluviométrique et les modes d'exploitation des terres pourraient rendre aléatoire la régénération d'autres espèces, ce qui pourrait justifier les faibles taux de régénérations observées pour quelques espèces. Pour le cas des espèces à forts usages socio-économiques comme *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Cordyla pinnata*, *Parkia biglobosa*, etc., dont la régénération était rare ou très faible, cela pourrait être liée à la commercialisation de leur graines, transportées dans les centres urbains, ou au mode d'utilisation des terres, marquées par la réduction puis la disparition du temps de jachère ; les terres cultivées sans relâche ne laissent pas le temps au stock semencier des

ligneux de germer. Pour d'autres espèces aussi leur intérêt pour le bétail qui broute leurs plants serait à l'origine de leur faible taux de régénération.

La distribution des individus par classe de diamètre donnait une structure irrégulière marquée par la dominance des individus adultes et des formes en cloche. Cela traduit selon Pindi et al., (2019) un peuplement dont la dynamique est en permanence perturbée en fonction des objectifs de gestion des propriétaires des champs. Par rapport à la hauteur aussi, l'analyse de la distribution montrait l'importance des individus, au-delà 7 m, avec une structure irrégulière. Cela révèle l'importance des individus des grands arbres (*Cordyla pinnata*, *Borassus aethiopum*, *Faidherbia albida*, *Diospyros mespiliformis*, *Adansonia digitata*, etc.) qui subissent des pressions humaines, avec effet sur leur croissance verticale, au travers des pratiques telles que l'émondage.

Conclusion

Cette étude avait pour but de contribuer à la caractérisation de la flore ligneuse des espaces de culture dans l'Arrondissement de Djilor. Elle a permis de mettre en évidence une composition floristique de 22 espèces, appartenant à 22 genres et 14 familles. Les familles dominantes étaient : Mimosaceae, Combretaceae et Anacardiaceae. L'analyse de la flore a montré en termes de types biologiques et phytogéographique un peuplement arboré marqué par l'importance des mésophanérophite et d'une végétation qui perdait de sa spécificité en raison du faible taux d'espèces endémiques au domaine soudanien. Les indices de diversité et d'équitabilité trouvés, traduisait une diversité spécifique moyenne du peuplement et des individus bien répartis entre les espèces.

Malgré le caractère arboré du peuplement, pour des besoins en espace de culture, la densité du peuplement tout comme sa surface terrière moyenne et son recouvrement restaient faible. La régénération était importante pour certaines espèces mais, restait faible ou quasi absente pour d'autres en raison des pratiques agricoles, du pâturage, de la péjoration climatique, etc. La structure irrégulière du peuplement, marquée par l'abondance d'individus adulte; traduisait un peuplement dont la dynamique était en permanence perturbé suivant les besoins des propriétaires des champs.

Ces résultats permettaient de déduire que dans la zone d'étude, les ligneux des parcelles agricoles sont le reflet des espèces utiles et des modes de gestion des agriculteurs qui modifient leur structure naturelle selon leur convenance. Par conséquent, nous assistons à une perte d'originalité de la végétation soudanienne et des difficultés de renouvellement pour certaines espèces.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent à l'unanimité qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts qui serait lié au présent article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

DG a collecté, traité et analysé les données puis rédigé l'article. ADTB et BF, ont contribué à la correction de cet article. AG et AN ont encadré, supervisé les travaux et contribué à l'orientation de la recherche.

REMERCIEMENTS

L'auteur exprime sa gratitude à la population de l'Arrondissement Djilor, notamment les chefs de village des villages où il était passé, pour leur accueil et les guides de terrain mis à sa disposition. Il remercie aussi

toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- ANSD (Agence Nationale de Statistique et de Démographie). 2014. Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE) 2013, Rapport provisoire, 36 P.
- Arbonnier M. 2009. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches de l'Afrique de l'Ouest*. Ed. Quae : Paris ; 577 p.
- Bationo BA, Kalinganiré A, Bayala J. 2012. Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats. ICRAF Technical Manual no 17 Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Bellefontaine R. 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* (2ème Ed.). Clairafrique : Dakar ; 485 p.
- Boffa JM. 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest : clés de la conservation et d'une gestion durable. *Unasylva* **200**, **51** : 11-17.
- CSE (Centre de Suivi Ecologique). 2000. Programme d'action national de lutte contre la désertification. Édit. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Centre de Suivi Écologique, Dakar (Sénégal), 152 p.
- Daget P. 2003. Les biodiversités stationnelles et régionales; retour sur les concepts et les mesures. In *La biodiversité Végétale – des Plantes pour l'Avenir*, Durand A, Pierrei R (eds). Actes du colloque de Troyes 11–13/11/2003: 97–115. Villers-lès-Nancy, Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales.
- Diagana B, Mankor A, Fall SC, Guèye A. 2008. Agriculture durable et réduction de la pauvreté dans le Bassin arachidier du Sénégal : du Modèle Analyse Tradeoffs. *Reflexion et Perspectives, ISRA*, **6**(5) : 43.
- Diallo H, Faye E. H, Koné B, Bindelle J, Lejoly J, Maiga M. 2013. Biodiversité et valeur pastorale des herbacées de la Réserve de Fina (Mali). *Scripta Botanica Belgica*, **50** : 111-112.
- Diatta ML. 2013. Contribution à la connaissance de l'état, de la dynamique et des services écosystémiques du parc agroforestier à *Faidherbia albida* (Del.). A. Chev. dans la Communauté rurale de Réfane / Région de Diourbel, Sénégal. Mémoire de master, ISE, FST, UCAD, 76 p.
- Diop M, Kaya B, Niang A, Olivier A. 2005. Les espèces ligneuses et leurs usages : les préférences des paysans dans le Cercle de Ségou, au Mali. ICRAF Working Paper no 9. Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Faye E. 2010. Diagnostic partiel de la flore et de la végétation des Niayes et du Bassin arachidier au Sénégal: application de méthodes floristique, phytosociologique, ethnobotanique et cartographique. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 253p.
- Faye G. 2016. Impacts des modifications récentes des conditions climatiques et océanographiques dans l'estuaire du Saloum et ses régions de bordures (Senegal). Thèse de doctorat, FLSH, UCAD, 579 p.
- Gaye M. 2000. Région de Diourbel : politiques nationales affectant l'investissement chez les petits

- exploitants. Rapports entre politiques gouvernementales et investissements paysans en Afrique semi-aride : Série Sénégal. Drylands Research working paper 12, Drylands Research/ISRA, 46 pages.
- Mbayngone E, Thiombiano A, Hahn-Hadjali 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 et Vegetatio Sudano-Sambesica*, **11**: 25-34.
- Moussa M, Mahamane L, Saadou M. 2015. Caractérisation des peuplements ligneux des parcs à *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. et à *Prosopis africana* (Guill., Perrot et Rich.) Taub. du Centre-Sud Nigérien. *Journal of Applied Biosciences*, **94**(1): 8890-8906. DOI: <https://doi.org/10.4314/jab.v94i1.6>
- Ndiaye P, Benga A. 2007. Végétation et faune. In *Les Atlas de l'Afrique*. Jeune Afrique : Sénégal, Paris ; 70-71 p.
- Ndiaye S, Charahabil M M, Ndiaye O, Diatta, M. 2017. Influence de la flore ligneuse associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djbanar (Casamance Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11**(2): 17p. DOI: 10.4314/ijbcs.v11i2.5
- Ndong AT, Ndiaye O, Sagna M.B, Diallo A, Galop D, Guisse A. 2015. Caractérisation de la végétation ligneuse sahélienne du Sénégal: cas du Ferlo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(6): 2582-2594. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.6>.
- Ngom D, Fall T, Sarr O, Diatta S, Akpo LE. 2013. Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *J. Appl. Biosci.*, **65**: 5008–5023. DOI: <https://doi.org/10.4314/jab.v65i0.89644>
- Ondo OP. 2010. Contribution à la connaissance des stocks de carbone et de l'adaptation des populations aux changements climatiques : cas du Parc Agroforestier à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. de la Communauté rurale de Touba Toul (Sénégal). Mémoire de DEA, Institut des Sciences de l'Environnement, FST, UCAD, 93 p.
- Ouédraogo O. 2009. Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso). Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 188 p.
- Pindi KC, Avana-Tientchen ALM, MAnanga MP, Muma MC, Taffo WBJ. 2019 : Système agroforestiers et conservation de la phytodiversité ligneuse dans le paysage agricole du territoire de la Tsheba/Kongo-central en République Démocratique du Congo. *European Journal of Scientific Research*, **152**(3): 322-333.
- Ramade F. 2003. *Éléments d'Écologie : Écologie Fondamentale* (3ème édition), Dunod : Paris ; 690p.
- Raunkiaer C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press : Oxford, Royaume-Uni ; 632 p.
- Rondeux J. 1999. *La Mesure des Arbres et des Peuplements Forestiers*. Les Presses Agronomiques : Gembloux ; 521 p.
- Sagna P, Leroux M. 2000. Le climat du Sénégal. In *Les Atlas de l'Afrique*. Jeune Afrique : Sénégal, Paris ; 16-19 p.
- Sarr O, Diatta AS, Gueye M, Ndiaye PM, Guisse A, Akpo LE. 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de

- l'ouest). *Revue Méd. Vét. Toulouse*, **164**(1) : 2-8.
- Sarr O, Ngom D, Ngaryo TF, Diatta S, Akpo LE. 2014 : Etat de la végétation ligneuse dans trois unités d'utilisation des terres dans la zone agropastorale au Sénégal (Région de Kaffrine). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(6) : 2 669-2684.
- Seignobos C, Marzouk Y, Sigaut F. 2000. *Outils Aratoires en Afrique: Innovations, Normes et Traces*. Karthala ; IRD : Paris ; 397 p.
- Sène A. 2004. Dynamique et gestion paysanne des parcs agroforestiers dans le bassin arachidier (Sénégal). In *Environnement et Sociétés Rurales en Mutation*. IRD (éd) : Marseille; 185-199.
- Sinsin B. 2001. Formes de vie et diversité spécifique des associations de forêts claires du nord du Bénin. *Systematic Geographic of Plant*, **71**: 873-888. DOI: <https://doi.org/10.2307/3668725>
- White F. 1986. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Unesco/AETFAT/UNSO.
- Yameogo G, Ouedraogo H, Yelemou B. 2019. Dynamique de la biodiversité des parcs agroforestiers de Vipalogo en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(6): 2765-2776. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.27>