



ISSN Print: 2394-7500
 ISSN Online: 2394-5869
 Impact Factor: 5.2
 IJAR 2020; 6(9): 398-409
www.allresearchjournal.com
 Received: 04-07-2020
 Accepted: 06-08-2020

Dangai Y

1. Faculté de Sciences, Université de Maroua, P. O. Box 46 Maroua, Cameroon
2. Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Hamawa Y

1. Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Université de Maroua P. O. Box 46 Maroua, Cameroon
2. Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Oumarou ZH

Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Fawa G

Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Mamah M

Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Mapongmetsem PM

Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Corresponding Author:**Dangai Y**

1. (1). Faculté de Sciences, Université de Maroua, P. O. Box 46 Maroua, Cameroon
2. (2). Laboratoire de Biodiversité et Développement durable, Faculté de Sciences, Université de Ngaoundéré P. O. Box 454 Ngaoundéré, Cameroon

Caractérisations biophysique et floristique des parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri* dans la zone Soudano-Sahélienne du Cameroun

Dangai Y, Hamawa Y, Oumarou ZH, Fawa G, Mamah M and Mapongmetsem PM

DOI: <https://doi.org/10.22271/allresearch.2020.v6.i9f.7179>

Abstract

Daniellia oliveri agroforestry parkland exist in dry areas and play a big role for local populations. The objective of this work is to contribute to the biophysical characterization and floristic diversity in *D. oliveri* agroforestry parklands in the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. For this, an ethnobotanical study followed by an ecological study was carried out. In total, 504 farmers were interviewed in the Benoue and Mayo-Rey divisions. Plots of 144 ha have been established in agroforestry parks (cultivated, fallow). The dendrometric parameters (diameter at breast height of trees, height of trees and diameter of the canopy of individuals) were measured. The results show that inheritance is the most widely shared mode of acquisition. *D. oliveri* agroforestry parklands are at least 30 years old. Parklands provide many ecosystem services to local people. The specific richness varies from 59 species in the parks of Benoue to 62 species in the parks of Mayo-Rey. The density varies from 47.72 stems.ha⁻¹ in cultivated parklands to 353.43 stems.ha⁻¹ in fallow parklands. The Shannon index varies from 1.99 (cultivated parklands) to 3.50 (fallow parklands) in the Benoue area, while in the Mayo-Rey area, it varies from 2.14 (cultivated parklands) to 2.72 (fallow parklands). The Fabaceae and Combretaceae are the most important families with 22 and 10 species respectively. The population structure of fallow parks is "L" shaped while those of cultivated parklands are "bell". In view of these different advantages provided by *Daniellia oliveri* agroforestry parks, it would be necessary to encourage the population to keep the parks.

Keywords: Biodiversity, agroforestry park, *Daniellia oliveri*, north-Cameroun, floristic diversity

1. Introduction

Dans les paysages agraires subsahariens, les espèces d'arbres et d'arbustes font partie intégrante des systèmes de production agricole. Les systèmes de production qui associent les arbres ou les arbustes, aux cultures et au bétail sont des stratégies développées par les paysans pour réduire le risque lié aux événements climatiques extrêmes (FAO, 2011) [17]. Ces systèmes de production agricole de la zone soudano-sahélienne du Cameroun sont dominés par des parcs agroforestiers. Pour ces systèmes, leur existence et leur structure sont liées à des interventions anthropiques (Yameogo *et al.*, 2016) [40]. Dans ces parcs agroforestiers, les arbres et les arbustes sont délibérément conservés par les paysans jouent un rôle multiple. Ils permettent d'obtenir, en plus des produits agricoles, des produits forestiers comestibles, des produits médicinaux, du bois d'énergie, du bois d'œuvre et du fourrage (Samba *et al.*, 2012; Massaoudou *et al.*, 2012) [35]. Ils contribuent également à la conservation des sols et des eaux et à la protection de l'environnement (Larwanou *et al.*, 2010) [26]. Malgré ces multiples fonctions, les parcs agroforestiers subissent de très forte dégradation liée aux prélèvements excessifs des produits forestiers non ligneux et aux sécheresses (Larwanou, 2015) [30]. Il est donc nécessaire de mettre sur pied une approche d'utilisation durable des ressources naturelles et de préservation de la biodiversité (Mahamane, 2005) [28]. Mais, l'insuffisance de données scientifiques sur cette problématique constitue une contrainte qui limite la mise en œuvre des pratiques de gestion durable de la biodiversité des parcs à *Daniellia oliveri*.

Certes, plusieurs travaux ont porté sur les systèmes agroforestiers spécifiques à Nord-Cameroun, (Seignobos, 1982; Peltier *et al.*, 2007; Mamah *et al.*, 2019) [37, 34, 27] mais aucune étude n'a été réalisée sur les parcs à agroforestiers à *Daniellia oliveri*. Aujourd'hui, il se pose fondamentalement la question sur l'état de la végétation de parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri* dans un contexte de fortes pressions anthropiques dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Ainsi, l'objectif du présent travail est d'évaluer les caractéristiques biophysiques et floristiques des parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri* en vue de mieux les gérer.

2. Matériel Et Méthodes

2.1. Site d'étude

L'étude a été conduite dans la région du Nord-Cameroun, entre les latitudes 9°17'59,54 Nord et les longitudes 13°23'54,13 Est à une altitude de 249 m. Les zones les plus représentatives retenues sont le département de la Bénoué et du Mayo-Rey qui appartient à la zone soudano-sahélienne du Cameroun (IRAD, 2008) (Figure 1). Cette zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle qui varie entre 900 et 1200 mm, deux saisons à savoir: une saison sèche

d'une durée de sept mois (novembre-mai) et une saison de pluie d'une durée de cinq mois (juin-octobre). Toutefois, ce découpage n'est pas figé car à cause des changements climatiques, on observe souvent des décalages de deux saisons (Jamin *et al.*, 2004). La végétation résiduelle est clairsemée et composée de savanes arborées et de forêts claires sèches (Aubreville, 1950) [2]. L'on rencontre des espèces telles que *Burkea africana*, *Daniellia oliveri*, *Khaya senegalensis*, *Terminalia* spp., *Vitellaria paradoxa*, etc. D'après la classification de Seignobos et Kuoh (1984), la zone présente une variabilité en termes de sols. Par ordre d'importance croissante de superficie, on distingue les planosols mulliques (25%), les sols ferrugineux tropicaux (35%) et les sols hydromorphes ou vertisols (40%). Elle est essentiellement constituée des parcs arborés dans lesquels on cultive de *Pennisetum americanum*, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, *Gossypium hirsutum*, *Oriza sativum* ou *Arachis hypogaea*. La composante ligneuse de ces parcs est intensivement utilisée dans l'affouragement des animaux, particulièrement pendant la saison sèche, période pendant laquelle le pâturage herbacé se raréfie sur les parcours naturels (Peltier *et al.*, 2004) [34].

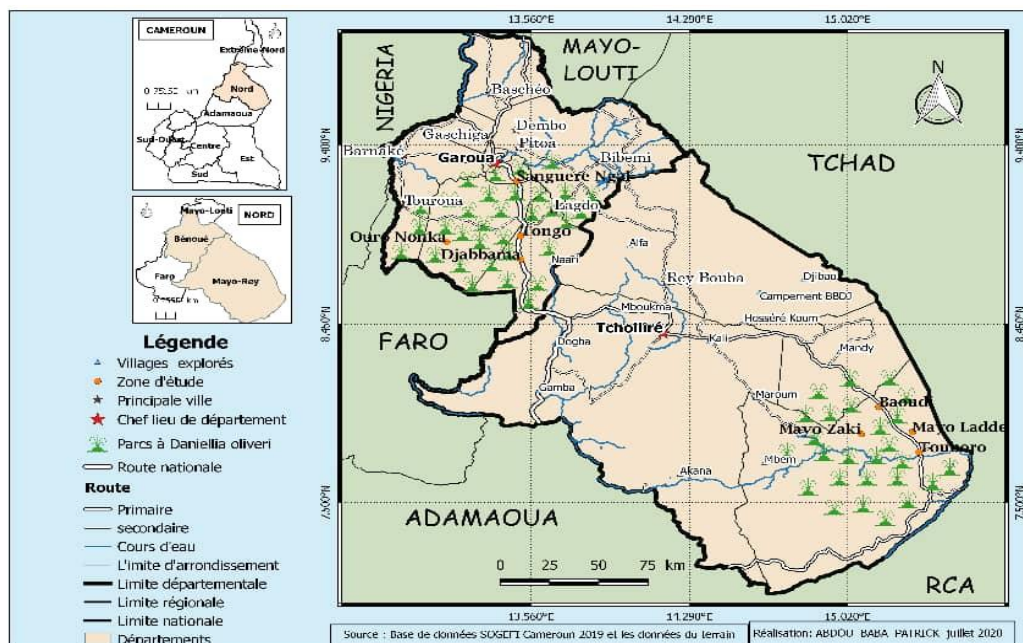


Fig 1: Carte de la zone d'étude

2.2. Méthodologie

L'étude a été réalisée en différentes phases: une phase d'entretien avec les ménages, une phase d'inventaire floristique et une phase d'estimation des stocks de carbone. Au cours de la phase d'entretien, des interviews semi-structurées ont été menées auprès 504 agriculteurs à raison de 252 par département. Les discussions avec les agriculteurs ont été basées sur les caractéristiques biophysiques des exploitations, les savoirs endogènes des parcs agroforestiers, les modes de gestion des parcs agroforestiers, les changements climatiques et les stratégies d'adaptation.

En ce qui concerne l'inventaire floristique, la méthode s'est inspirée des travaux de Mapongmetsem *et al.* (2011) [29] dans les hautes savanes guinéennes. Ainsi des quadrats de 100 m x 100 m ont été établis. Afin de faciliter l'inventaire, chaque quadrat a été subdivisé en 10 sous-quadrats de 50 m de long sur 20 m de large dans lesquels toutes les espèces

ligneuses ont été recensées. Tous les individus ligneux de diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 5 cm et de 150 cm de haut ont été considérés comme des arbres adultes (Hakizimana *et al.* 2010) [20]. Les paramètres dendrométriques retenus dans le cadre de ce travail sont le diamètre à hauteur de poitrine de l'arbre (dhp), la hauteur de l'arbre et le diamètre de la canopée. Afin d'éviter des erreurs de compte, tous les pieds inventoriés ont été marqués à la peinture à huile de couleur rouge. L'identification des espèces se faisait *in situ*. Pour celles qui n'ont pas été identifiées, un herbier a été constitué et envoyé au Laboratoire de Biodiversité et Développement durable pour identification. Au total, 144 quadrats dont 72 par département ont été établis répartis en 36 quadrats pour les parcs cultivés et 36 pour ceux mis en jachère. Pour la caractérisation de la biodiversité de chaque parc agroforestier, les variables suivantes ont été déterminées:

- **Indice de valeur d'importance des espèces (IVIE):** $IVIE (\%) = Fre + De + Dr$ où Fre: fréquence relative, De: dominance relative, Dr: densité relative a valeur varie de 0 à 300 %. Une espèce est écologiquement importante, si son IVI ≥ 10 %. (Cottam et Curtis, 1996; Barmo *et al.*, 2019) [3];

Indice de valeur d'importance des familles (IVIF): IVIF= Fréquence relative à la famille + densité relative + dominance relative (Dona *et al.*, 2016) [16];

- **Densité:** $D = N/S$ où $S = \pi*(D/100)*(D/100)/4$: la surface occupée par l'espèce; N= nombre de l'espèce du milieu d'étude.
- **Indice de Shannon-Weaver (H')**:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} * \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

où ni /N étant l'abondance relative de chaque espèce, ni l'abondance de l'espèce i

Pour $H' \leq 0,5$ = diversité très faible, $H < 2,5$ = diversité faible; $2,5 \leq H < 4$ = diversité moyenne; $H \geq 4$ = diversité élevée (Frontier et Pichod-Viale, 1995; Faraway, 2004; Barmo *et al.*, 2019) [3].

Indice d'équitabilité de Piélou

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

S'étant le nombre total d'espèces du peuplement du site. E varie de 0 à 1; pour $E < 0,6$ (E faible; $0,6 \leq E \leq 0,7$ (E moyen); $E \geq 0,8$ (E élevé) (Jost, 2006; Barmo *et al.*, 2019) [3].

2.3. Analyse et traitement de données

S'agissant des données de l'enquête, les informations obtenues ont été recoupées et le calcul des pourcentages a été effectué. Pour l'inventaire floristique, des classes de diamètre, de hauteur et de diamètre de la canopée ont été constituées et la densité à l'hectare de la population a été calculée par classe. L'analyse de variance a été effectuée pour comparer les sites et le logiciel le Statgraphic plus 5.0 a été utilisé à cet effet.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques biophysiques et importances socio-économiques et culturels des parcs arborés à *Daniellia oliveri*

Les superficies exploitées par les populations de la zone soudano-sahélienne varient en moyenne entre 1 et 30 ha. Elle varie en fonction des moyens et les mains d'œuvres disponibles. Les principales spéculations sont par ordre d'importance le maïs, l'arachide, le mil, le coton et le soja. Les exploitants pratiquent l'élevage de petits et gros ruminants, la volaille faisant d'eux des agropasteurs. Dans l'ensemble, le mode d'accès à la terre se fait prioritairement par attribution coutumière (50,86%) et héritage (23,81%) (Tableau 1).

Tableau 1: Pourcentage des exploitants suivant le mode d'acquisition de terre

Sites	Modes d'acquisition					
	Donation	Métayage	Location	Achat	Héritage	Attribution coutumière
Mayo Rey	5,02	9,17	9,87	4,18	25,37	46,39
Bénoué	3,23	5,94	6,76	6,5	22,25	55,32
Moyenne	4,13	7,55	8,31	5,34	23,81	50,86

La tendance est respectée entre les sites. Malgré la prédominance de ces deux modes d'attribution des terres, le chef du village reste le seul propriétaire des terres dans la zone. Le manque de terre se fait ressentir dans les deux sites étudiés. Plusieurs raisons sont évoquées par les exploitants, la principale raison étant l'accroissement démographique. Cette situation pousse certains jeunes à migrer dans d'autres villages où les parcelles sont disponibles. L'inquiétude des exploitants pour l'avenir de leurs enfants est manifeste. Toutes les personnes rencontrées sont d'accord sur le fait que le nombre de futurs exploitants est largement supérieur à la quantité de terres disponibles.

Pour ce qui concerne l'âge, elle varie de 14,57 % pour ceux de 0-10 ans à 41,31 % pour celle dont l'âge est supérieur ou égal à 30 ans (Tableau .2). Les parcs de la Bénoué est plus que les parcs du Mayo-Rey. Selon les exploitants, il manque des terres cultivables dans la région du Nord-Cameroun.

Tableau 2: Pourcentage des exploitants suivant l'âge des parcs agroforestiers

Agrosystèmes	Âges (ans)			
	0-10	10,1-20	20,1-30	≥ 30
Parcs de la Bénoué	3,69	17,93	9,81	68,57
Parcs de Mayo Rey	14,05	25,44	17,29	43,22
Moyenne	8,87	21,69	13,55	55,90

Les parcs agroforestiers fournissent de nombreux produits et services aux populations. Ils participent à l'amélioration de l'économie des ménages et concourent à la réduction de la pauvreté. Les agriculteurs de la zone soudano-sahélienne du Cameroun ont une bonne connaissance de son importance. C'est la raison pour laquelle lors des défrichements, ils sélectionnent, préservent et entretiennent des espèces considérées utiles et créent les parcs agroforestiers. Ils récoltent dans ces parcs divers produits qu'ils consomment et commercialisent pour satisfaire leurs besoins et s'adapter aux effets du changement climatique.

Très souvent, toutes les parties des espèces préservées dans les parcs arborés sont utilisées dans différents domaines par la population. Elles constituent aussi bien une source alimentaire, médicinale que de bois-énergie pour les populations. Sur plan alimentaire, les chenilles récoltées sur *Daniellia oliveri* sont consommées et commercialisées par la population. Sur le plan médicinal, la macération de l'écorce et des feuilles de *D. oliveri* traitent les maux de ventre et de la diarrhée, le mal de tête, la morsure de serpent, la tuberculose, le rhume, le mal dents et le mal de dos. L'écorce de *D. oliveri* associée à celle de *Calotropis procera* est utilisée dans le traitement de l'épilepsie. *D. oliveri* est un excellent bois-énergie car les branches sont coupées ou ramassées par la population locale pour la

cuisson et la production de charbon dans les ménages. Les exploitants de la zone utilisent les branches, les troncs et valorisent pour la fabrication des objets artisanaux, des ustensiles de cuisine, des bois de menuiserie, et les pirogues. Sur le plan socio-culturel, *D. oliveri* est une plante sacrée dans la zone. Il est par conséquent interdit de l'abattre car il abrite les bons et les mauvais esprits. *D. oliveri* est une plante utilisée dans l'affouragement des animaux, particulièrement pendant la saison sèche, période pendant laquelle le pâturage herbacé se raréfie sur les parcours naturels. En plus des produits agricoles, les agriculteurs récoltent aussi des produits d'autres espèces d'arbres

3.2. Composition floristique des parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri*

Dans la zone soudano-sahélienne, la richesse spécifique est de 61 espèces appartenant à 48 genres et 45 familles. Ce résultat est supérieur à celui obtenu par Moussa *et al.* (2015)^[31] dans les parcs à *Faidherbia albida* et *Prosopis africana* au Centre-Sud du Niger. Elle varie de 59 espèces dans les parcs arborés du Mayo-Rey à 62 espèces dans ceux de la Bénoué. La densité moyenne des arbres dans les parcs arborés varie de 47,72 tiges/ha dans les parcs cultivés à 353,42 tiges/ha dans ceux mis en jachère. Les agriculteurs de la zone soudano-sahélienne conservent la biodiversité et en même temps plantent de nouvelles espèces dans leurs systèmes de production. Les parcs agroforestiers constituent un refuge pour certaines espèces importantes. Dans la zone, les agriculteurs ont introduit les espèces telles que *Eucalyptus salinia*, *Acacia albida*, *Acacia nilotica*, *Acacia*

conservés dans les parcs agroforestiers comme *Adansonia digitata*, *Parkia biglosa*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Vitex doniana*, *Vitellaria paradoxa* et *Ximenia americana* dont les pulpes de fruits par exemple, sont consommées et commercialisées sur le marché local et régional. Les feuilles de *Adansonia digitata* et de *Balanites aegyptiaca*, les fleurs de *Bombax costatum* sont consommées sous forme de légume. Ils produisent de jus à partir de fruits de *Tamarindus indica* et de *Adansonia digitata*, de l'huile à partir de la graine de *Khaya senegalensis* et la beure à partir des amandes de *Vitellaria paradoxa*.

polyacantha, *Acacia senegal*, *Psidium guajava*, *Mangifera indica*, *Citrus* spp. et *Anacardium occidentale*, etc. dans leurs parcs agroforestiers. En outre, les agriculteurs dans la zone d'étude rapportent que ces espèces introduites contribuent à l'amélioration des conditions de vie des populations et à l'amélioration de la fertilité du sol.

Les indices de diversité varient en fonction des parcs agroforestiers. Les indices de Shannon dans les sites d'étude présentent des valeurs faibles car il varie de 1,99 bit dans les parcs mis en jachère de Bénoué à 3,50 bit dans les parcs mis en jachère du Mayo-Rey (Tableau 3). Il existe de différence significative entre les modes de gestion des parcs arborés ($0,00 < 0,001$). L'indice d'Equitabilité de Pielou présente des valeurs élevées car il varie de 0,77 dans les parcs mis en jachère de Bénoué à 0,99 dans les parcs mis en jachère du Mayo-Rey. L'analyse de variance montre une différence significative entre le mode de gestion des parcs arborés ($0,013 < 0,05$).

Tableau 3: Indices de diversité

Indices	Mayo-Rey		Bénoué		Probabilité
	Parcs cultivés	Parcs en jachère	Parcs cultivés	Parcs en jachère	
Indice de Shannon	2,14	2,72	1,99	3,50	0,00
Indice d'Equitabilité de Pielou	0,79	0,84	0,77	0,99	0,01

L'indice de valeur d'importance (IVI) des espèces ligneuses varient d'un parc à l'autre (Tableau 4). Dans les parcs de la Bénoué, les espèces de grande importance écologique ayant un IVI supérieur à 10 % sont *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Bombax costatum*, *Boswellia dalzielii*, *Gardinia acqualla*, *Diospyros mespiliformis*, *Hyphaena thebaica*, *Azadirachta indica*, *Acacia albida*, *Detarium microcarpum*, *Pilistigma thonningii*, *Burkea africana*, *Parkia biglobosa*, *Khaya senegalensis*, *Adansonia digitata*,

Anogeissus leiocarpus, *Vitellaria paradoxa* et *Daniellia oiveri* avec respectivement 11,21%, 12,33%, 13,51%, 18,54%, 18,96%, 19,09%, 19,57%, 20,15%, 25,08%, 26,91%, 29,18%, 34,49%, 47,42%, 51,82%, 64,22%, 72,83%, 92,11% 134,95%. Les parcs du Mayo-Rey ont comme espèces écologiquement importantes *Azelia africana* (IVI=10,56%), *Ximenia americana* (IVI=11,55%), *Ziziphus mauritiana* (IVI=12,03%), *Anogeissus leiocarpus* (IVI=12,99%),

Tableau 4: Indices des valeurs d'importance des espèces

Espèces	Famille	Bénoué				Mayo-Rey			
		Dor (%)	Dr (%)	FR (%)	IVIE (%)	Dor (%)	Dr (%)	FR (%)	IVIE (%)
<i>Acacia polycanta</i>	Fabaceae	0,04	0,59	6,25	6,88	-	-	-	-
<i>acacia albida</i>	Fabaceae	0,58	3,67	20,83	25,08	0,01	0,41	1,04	1,46
<i>Acacia nilotica</i>	Fabaceae	0,04	0,59	0,69	1,32	-	-	-	-
<i>Acacia seyal</i>	Fabaceae	0,18	1,85	8,33	10,36	0,04	0,77	3,13	3,94
<i>Acacia sieberiana</i>	Fabaceae	0,03	0,54	3,47	4,04	-	-	-	-
<i>Adansonia digitata</i>	Malvaceae	0,95	4,24	59,03	64,22	-	-	-	-
<i>Afromosia laxiflora</i>	Fabaceae	0,39	3,26	10,42	14,07	-	-	-	-
<i>Azelia africana</i>	Fabaceae	0,23	1,94	3,47	5,64	0,15	1,73	8,68	10,56
<i>Albizia coriaria</i>	Fabaceae	0,05	0,79	2,78	3,62	-	-	-	-
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	0,04	0,59	2,08	2,71	-	-	-	-
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Combretaceae	0,18	1,85	70,8	72,83	0,15	1,73	11,11	12,99
<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	0,09	1,04	4,86	5,99	0,11	1,15	16,67	17,93
<i>Antidesma venosum</i>	Euphorbiaceae	-	-	-	-	0,08	0,95	6,25	7,28
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	0,57	3,61	15,97	20,15	-	-	-	-
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Balanitaceae	0,36	3,21	7,64	11,21	-	-	-	-

<i>Bombax costatum</i>	Malvaceae	0,63	3,85	9,03	13,51	0,28	2,85	20,83	23,96
<i>Borassia aetiopum</i>	Arecaceae	0,32	3,07	5,55	8,94	-	-	-	-
<i>Boswellia dalzielii</i>	Burseraceae	0,29	2,98	11,81	15,08	-	-	-	-
<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiaceae	-	-	-	-	0,02	0,52	1,74	2,28
<i>Burkea africana</i>	Fabaceae	0,31	2,99	31,19	34,49	0,15	1,73	51,39	53,27
<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadiaceae	-	-	-	-	0,13	1,35	9,72	11,2
<i>Ceiba pentadra</i>	Malvaceae	-	-	-	-	0,05	0,79	3,82	4,66
<i>Combretum collinum</i>	Combretaceae	0,12	1,35	9,03	10,5	0,07	0,91	5,55	6,53
<i>Combretum adenogonium</i>	Combretaceae	0,16	1,58	12,5	14,24	-	-	-	-
<i>Combretum molle</i>	Combretaceae	-	-	-	-	0,13	1,35	10,07	11,55
<i>Combretum nigricans</i>	Combretaceae	-	-	-	-	0,21	2,21	15,63	18,05
<i>Combretum glutinosum</i>	Combretaceae	0,01	0,49	1,38	1,88	-	-	-	-
<i>Commiphora kerstingii</i>	Burseraceae	0,07	0,86	10,42	11,35	-	-	-	-
<i>Crossoptryx febrifuga</i>	Rubiaceae	-	-	-	-	0,09	0,99	7,29	8,37
<i>Daniellia oiveri</i>	Fabaceae	27,74	7,21	100	134,95	37,94	9,16	100	147,1
<i>Detarium microcarpum</i>	Fabaceae	0,17	1,74	25	26,91	1,16	4,43	99,31	104,9
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenaceae	0,08	0,96	18,05	19,09	-	-	-	-
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	0,05	0,79	8,33	9,17	0,06	0,84	4,86	5,76
<i>Entada africana</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,21	2,21	15,63	18,05
<i>Erythrina senegalensis</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,01	0,41	1,39	1,81
<i>Erythrina sigmoidea</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,1	1,05	7,99	9,14
<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	0,06	0,82	3,47	4,35	-	-	-	-
<i>Ficus glumosa</i>	Moraceae	0,07	0,86	5,55	6,48	0,02	0,52	2,08	2,63
<i>Ficus ingens</i>	Moraceae	-	-	-	-	0,34	3,48	25	28,82
<i>Ficus sycomorus</i>	Moraceae	-	-	-	-	0,37	3,65	27,78	31,8
<i>Ficus sur</i>	Moraceae	0,12	1,35	9,4	10,87	0,07	0,91	5,56	6,54
<i>Ficus thonningii</i>	Moraceae	-	-	-	-	0,04	0,77	0,69	1,5
<i>Flacourtia indica</i>	Flacourtiaceae	-	-	-	-	0,37	3,65	27,08	31,1
<i>Flueggea virosa</i>	Euphorbiaceae	-	-	-	-	0,05	0,79	4,17	5,05
<i>Gardinia acquala</i>	Rubiaceae	0,06	0,82	18,08	18,96	0,08	0,95	5,9	6,93
<i>Gmelina arbora</i>	Meliaceae	0,04	0,59	0,69	1,32	-	-	-	-
<i>Grewia flavescens</i>	Tilliaceae	-	-	-	-	0,05	0,79	4,17	5,01
<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	0,04	0,59	0,69	1,32	-	-	-	-
<i>Hexalobus monopetalus</i>	Annonaceae	0,26	2,31	15,97	18,54	-	-	-	-
<i>Hymenocardia acida</i>	Hymenocardiaceae	-	-	-	-	0,42	3,78	27,78	31,98
<i>Hyphaena thebaica</i>	Arecaceae	0,27	2,63	16,67	19,57	-	-	-	-
<i>Isoblerlinia docka</i>	Fabaceae	0,05	0,79	4,17	5,01	0,36	3,62	27,08	31,06
<i>Isoblerlinia tomentosa</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,31	3,25	23,26	26,82
<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	0,64	3,96	47,22	51,82	0,11	1,15	8,68	9,94
<i>Lawsonia inermis</i>	Lythraceae	-	-	-	-	0,03	0,55	2,43	3,01
<i>Lannea alata</i>	Anacardiaceae	0,16	1,58	11,81	13,55	-	-	-	-
<i>Lannea schamperi</i>	Anacardiaceae	0,42	3,35	31,25	35,02	-	-	-	-
<i>Haematostaphis bateri</i>	Anacardiaceae	0,04	0,59	0,59	1,22	-	-	-	-
<i>Lophira lanceolata</i>	Ochnaceae	-	-	-	-	0,92	4,05	67,71	72,68
<i>Maerura crassifolia</i>	Capparaceae	0,49	3,41	36,11	40,01	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	-	-	-	-	0,11	1,15	8,68	9,94
<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae	-	-	-	-	0,08	0,95	5,9	6,93
<i>Maytenus senegalensis</i>	Celastraceae	0,08	0,96	6,25	7,29	-	-	-	-
<i>Parkia biglobosa</i>	Fabaceae	0,59	3,78	43,05	47,42	0,54	3,85	40,27	44,66
<i>Pilistigma thonningii</i>	Fabaceae	0,35	3,14	25,69	29,18	0,24	2,65	17,71	20,6
<i>Prosopis africana</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,04	0,77	3,47	4,28
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	-	-	-	-	0,04	0,77	3,13	3,94
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae	-	-	-	-	0,06	0,84	4,86	5,76
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	Rubiaceae	0,05	0,79	8,33	9,17	0,22	2,43	16,67	19,32
<i>Sclerocarya birrea</i>	Anacardiaceae	-	-	-	-	0,05	0,79	4,17	5,01
<i>Securidaca longepedunculata</i>	Polygalaceae	-	-	-	-	0,07	0,91	5,21	6,19
<i>Senna siamea</i>	Fabaceae	0,1	1,08	7,99	9,17	-	-	-	-
<i>Sterculia setigera</i>	Sterculiaceae	0,06	0,82	4,51	5,39	-	-	-	-
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniaceae	-	-	-	-	0,06	0,84	4,51	5,41
<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	-	-	-	-	0,18	1,85	13,89	15,92
<i>Syzgium guineense var. macrocarpum</i>	Myrtaceae	-	-	-	-	0,12	1,28	15,97	17,37
<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	0,14	1,43	10,76	12,33	-	-	-	-
<i>Terminalia glaucescens</i>	Combretaceae	-	-	-	-	0,3	3,05	25,57	28,92
<i>Terminalia laxiflora</i>	Combretaceae	0,06	0,82	4,86	5,74	-	-	-	-
<i>Terminalia macroptera</i>	Combretaceae	0,5	3,46	37,15	41,11	-	-	-	-
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	1,22	4,43	86,46	92,11	1,05	4,24	77,78	83,07
<i>Vitex doniana</i>	Verbenaceae	-	-	-	-	0,02	0,52	1,74	2,28
<i>Vitex madiensis</i>	Verbenaceae	-	-	-	-	0,07	0,91	5,21	6,19
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	-	-	-	-	0,14	1,4	10,76	12,3
<i>Ximenia americana</i>	Oleaceae	-	-	-	-	0,13	1,35	10,07	11,55

DoR: dominance relative des espèces; DR: densité relative des espèces; FR: fréquences relative des espèces

Strychnos spinosa (IVI=15,92%), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (IVI=17,37%), *Annona senegalensis* (IVI=17,93%), *Entada africana* (IVI=18,05%), *Sarcocephalus latifolius* (IVI=19,32%), *Pilistigma thonningii* (IVI=20,06%), *Bombax costatum* (IVI = 23,96%), *Hymenocardia acida* (IVI=31,98%), *Parkia biglobosa* (IVI=44,66%), *Burkea africana* (IVI=53,27%), *Lophira lanceolata* (IVI=72,68 %), *Vitellaria paradoxa* (IVI = 83,07), *Detarium microcarpum* (IVI=104,09%) et *Daniellia oiveri* (IVI=147,1%).

L'indice d'importance des familles des espèces ligneuses varient d'un parc à l'autre (Tableau 5). Dans les parcs De la Bénoué, les espèces de grande importance écologique ayant

un IVIF supérieur à 10 % sont Capparaceae, Arecaceae, Balanitaceae, Sapotaceae, Moraceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Malvaceae, Combretaceae et Fabaceae avec respectivement 12,5%, 16,2%, 19,3%, 27,7%, 34,1%, 36,5%, 39,4%, 41,9%, 48,6%, 250%. Les parcs du Mayo-Rey ont comme familles écologiquement importantes Myrtaceae (IVIF=13,66%), Rhamnaceae (IVIF=14,63%), Verbenaceae (IVIF=17,31%), Malvaceae (IVIF=17,31%), Meliaceae (IVIF=20,91%), Ochnaceae (IVIF=20,99%), Sapotaceae (IVIF=26,14%), Anacardiaceae, (IVIF=31,14%), Combretaceae, (IVIF=55,07%), Moraceae (IVIF=65,89 %), Fabaceae (IVIF=295,3%),

Tableau 5: Familles d'importance écologique

Famille	Bénoué				Mayo-Rey			
	DoRF (%)	DeRF (%)	FrRF (%)	IVIF(%)	DoRF (%)	DeRF (%)	FrRF (%)	IVIF(%)
Anacardiaceae	0,66	6,11	32,65	39,4	0,16	1,94	29,04	31,14
Annonaceae	0,35	3,35	6,03	9,73	0,11	1,15	1,88	3,14
Arecaceae	0,59	5,7	9,88	16,2	-	-	-	-
Asclepiadiaceae	-	-	-	-	0,13	1,35	2,19	3,67
Balanitaceae	0,36	3,21	15,7	19,3	-	-	-	-
Bignoniaceae	-	-	-	-	0,06	0,84	1,02	1,92
Bursaceae	0,36	3,8	5,01	9,17	-	-	-	-
Capparaceae	0,49	3,41	8,64	12,5	-	-	-	-
Celastraceae	0,08	0,96	1,43	2,47	-	-	-	-
Combretaceae	1,07	10,14	37,35	48,6	0,86	9,25	44,96	55,07
Ebeneceae	0,08	0,96	1,33	2,37	-	-	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	-	0,15	2,26	2,74	5,15
Fabaceae	30,99	35,39	183,99	250	41,32	36,88	217,14	295,3
Flacourtiaceae	-	-	-	-	0,37	3,65	2,18	6,2
Hymenocardiaceae	-	-	-	-	0,42	3,78	0,21	4,41
Loganiaceae	-	-	-	-	0,18	1,85	1,25	3,28
Lythraceae	-	-	-	-	0,03	0,55	5,95	6,53
Malvaceae	1,58	8,9	31,39	41,9	0,33	3,64	13,34	17,31
Meliaceae	1,25	8,16	27,11	36,5	0,11	1,15	19,65	20,91
Moraceae	0,35	2,21	31,51	34,1	0,84	9,33	55,72	65,89
Myrtaceae	0,05	0,79	1,96	2,8	0,22	2,89	10,55	13,66
Ochnaceae	-	-	-	-	1,05	5,4	14,54	20,99
Olacaceae	-	-	-	-	0,07	0,91	1,77	2,75
Polygalaceae	-	-	-	-	0,14	1,4	1,99	3,53
Rhamnaceae	0,11	0	6,78	6,89	0,47	5,32	8,84	14,63
Sapotaceae	1,22	1,61	24,86	27,7	1,05	4,24	20,85	26,14
Sterculiaceae	0,06	4,43	1,02	5,51	-	-	-	-
Tilliaceae	-	-	-	-	0,05	0,79	0,94	1,78
Verbenaceae	-	-	-	-	0,09	1,43	15,72	17,24

DoRF: Dominance relative des familles; DeRF: Densité relative des familles; FrRF: Fréquence relative des familles

3.4. Structure démographique des parcs agroforestiers à *Daniellia oiveri*

La structure diamétrique des arbres dans les parcs agroforestiers à *D. oiveri* varie selon les modes de gestion des écosystèmes. La structure diamétrique des parcs mis en jachères de la zone d'étude présente une forme en «L» (Fig. 2). La structure dyssymétrique gauche obtenue dans les parcs arborés en jachère est caractéristique des peuplements naturels suggérant que la régénération de populations. Cette

structure montre une densité des effectifs de petites classes vers les grandes. L'abondance de jeunes individus est fonction des espèces désirées et de la densité souhaitée dans les parcs arborés. Mapongmetsem *et al.* (2011) [29] rapportent des faits similaires sur *Vitellaria paradoxa* dans les hautes savanes guinéennes. Par contre, la population des parcs arborés cultivés présentent une distribution en forme «cloche» (Fig. 2).

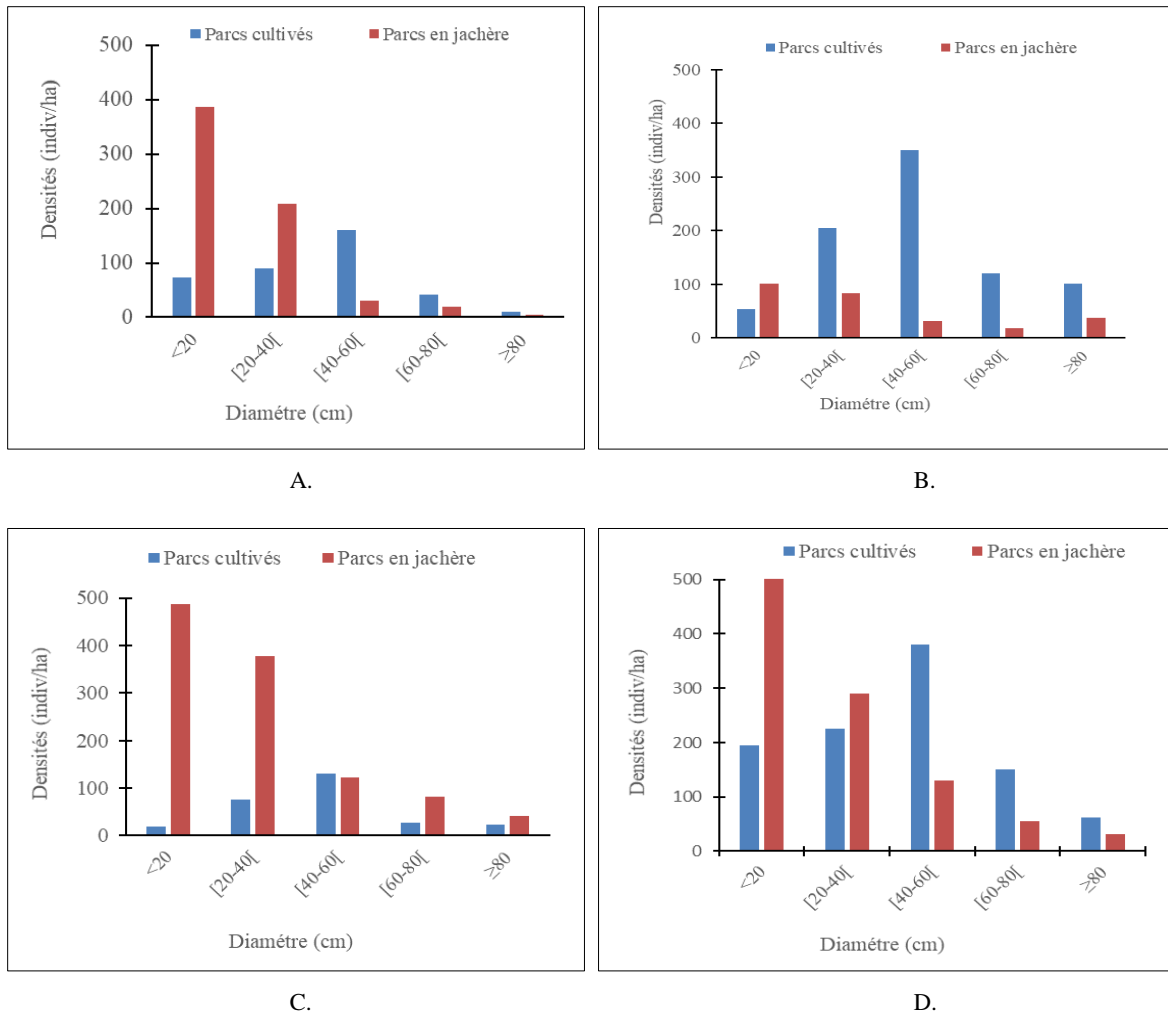
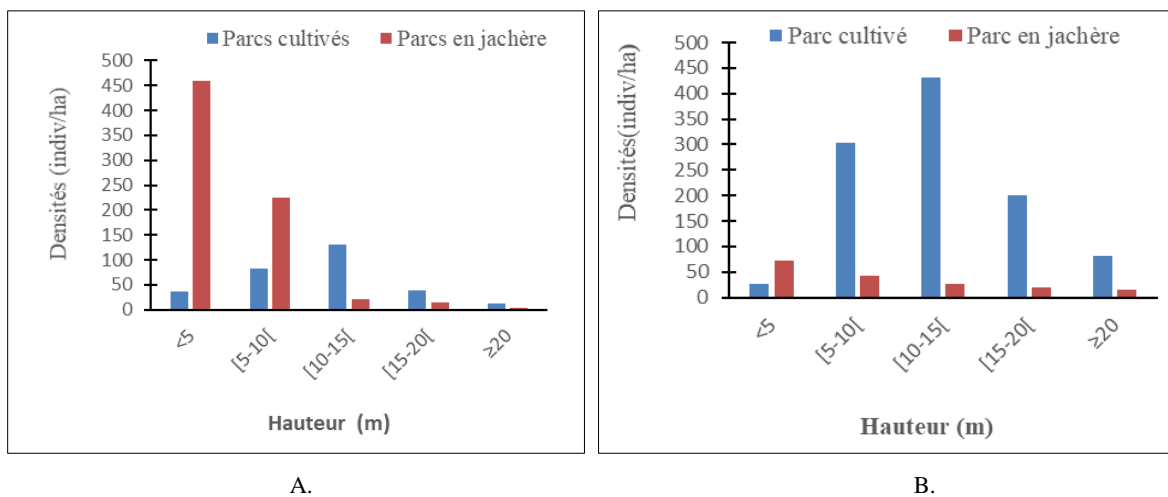


Fig 2: Distribution diamétrique des arbres dans les parcs: espèce *Daniellia oliveri* dans les sites de (Mayo-Rey (a), Bénoué (b) et autres espèces (Mayo-Rey (c), Bénoué (d))

Ils sont caractéristiques des peuplements gérés comme des plantations. L’optimum de cette distribution se situe dans la tranche de diamètre] 40-60[m que ce soit chez les individus de *D. oliveri* ou des autres espèces des parcs. Cette structure montre que le nombre d’individus des petits et grands diamètres est faible par rapport aux individus de diamètre moyen. Elle suggère que la régénération des plantules et le maintien des vieux arbres sont difficiles dans l’agrosystème au détriment d’arbres de moyen diamètre. Ce type de distribution a été observé par Nord Togo, par Sidi (2008) [38] à Gogounou au Maroc. La démographie de *D. oliveri* suit la

même allure que celles des autres espèces dans les agrosystèmes (Fig. 2). Dans les parcs arborés cultivés, la hauteur des arbres présente globalement une structure en « cloche » indiquant les peuplements avec une prédominance d’individus adultes. Le maximum d’arbres se situe dans la classe [5- 15[m (Fig. 3). Pour les parcs arborés mis en jachères, la distribution montre une allure en forme de « L » indiquant des peuplements avec une prédominance d’individus jeunes (Fig. 3).



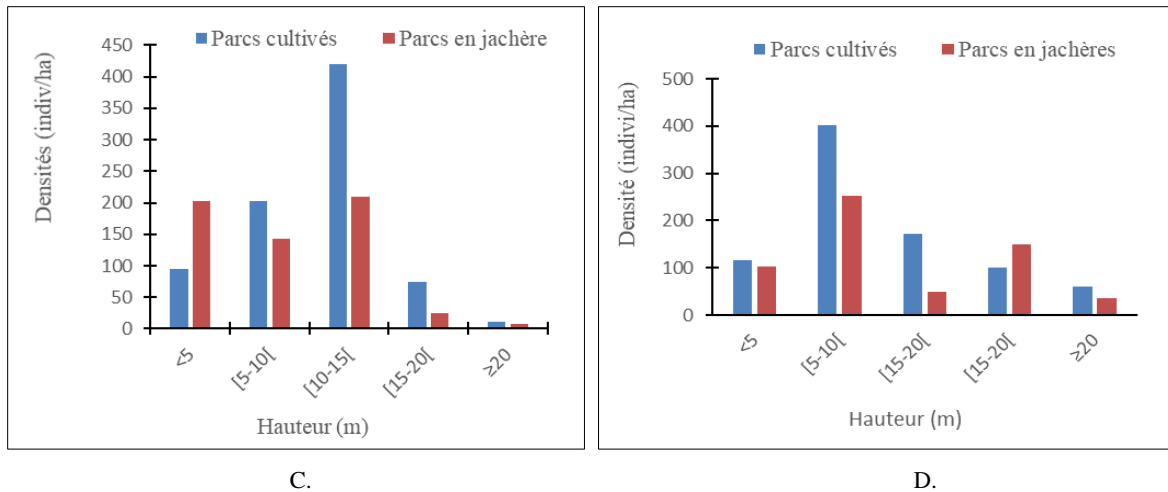


Fig 3: Distribution verticale des arbres dans les parcs: espèce *Daniellia oliveri* (Mayo-Rey (a), Bénéoué (b)) et autres espèces (Mayo-Rey (c), Bénéoué(d))

La faible densité des individus adultes et vieux témoigne d'un environnement fortement perturbé par une surexploitation des individus pour les bois d'œuvre et d'énergie. Considérant l'espèce *D. oliveri* uniquement, les hauteurs inférieures à 5 m sont faibles dans les parcs arborés. Les exploitants de Bénéoué protègent rarement les jeunes régénérations de *D. oliveri* contrairement à ceux de Mayo-Rey. Ces résultats sont similaires à ceux de Gbesso et

al. (2014) [18] au Bénin. De manière générale, la distribution du diamètre de la canopée des espèces ligneuses dans les parcs agroforestiers présente une forme en « cloche ». Le maximum d'arbres est concentré dans la classe [10-15[m quel que soit le type des parcs arborés (Fig. 4). Au-delà de 15 m, le nombre d'arbres décroît considérablement dans les sites.

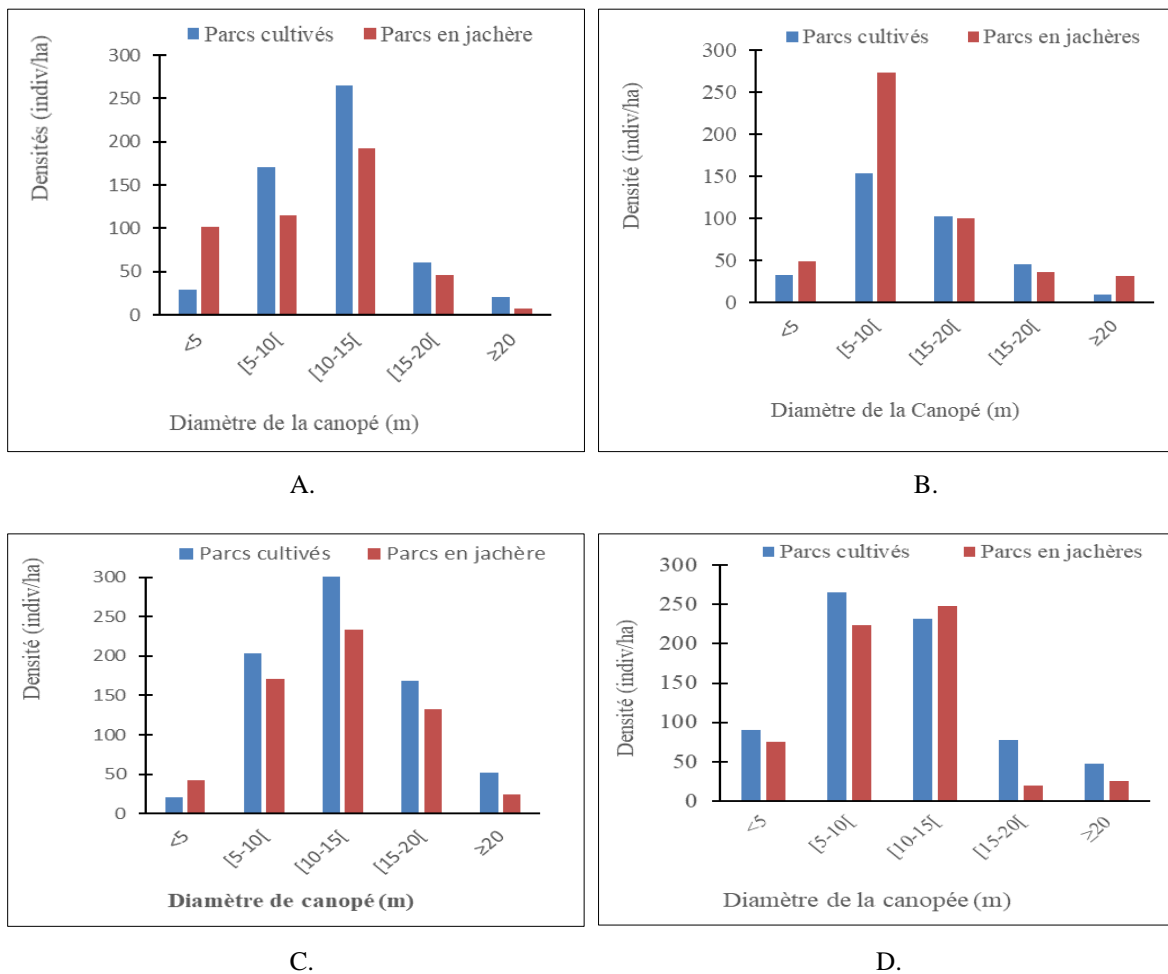


Fig 4: Distribution du diamètre de la canopée des arbres dans les parcs: espèce *Daniellia oliveri* (Mayo-Rey (a), Bénéoué (b)) et autres espèces (Mayo-Rey (c), Bénéoué(d))

Ces résultats pourraient s'expliquer par les modes de gestion des parcs arborés qui consiste à élaguer les espèces par les exploitants, en vue de limiter la concurrence pour la lumière, indispensable l'activité de photosynthèse des cultures. Dans les systèmes de cultures sous couvert, les arbres aux canopées denses sont préjudiciables pour les cultures. Les exploitants les surveillent constamment et au besoin procèdent par des tailles. Le diamètre de la canopée de ces espèces est le résultat de l'entretien effectué par les exploitants sur les arbres du système. Cette tendance est respectée lorsque la structure de *D. oliveri* est considérée sans les autres espèces (Fig. 4a, b).

4. Discussion

La superficie cultivée par un agriculteur varie suivant les moyens de l'exploitant. De nos jours, la possession des parcs agroforestiers par un exploitant est un signe de richesse d'où l'augmentation des superficies. Dans la zone soudano-sahélienne où la pluviométrie située entre 900 mm et 1200 mm, les cultures adaptées à ces caractéristiques pédo-climatiques sont surtout le maïs, le coton, le mil, les arachides et le soja. En outre, les spéculations les plus abondamment cultivées demeurent le maïs, le coton et les arachides qui sont des espèces plus adaptées à la précarité climatique (Bougma *et al.* 2018) [8]. Il faut noter que malgré la modernisation et l'évolution des mentalités, le mode d'accès à la terre se fait toujours par attribution coutumière et héritage. De la présente étude sur la gestion des parcs agroforestiers, il apparaît une évolution des mentalités des exploitants face à certaines réalités liées à la précarité des conditions d'existence. Nos résultats montrent une dégradation des parcs agroforestiers dans la zone d'étude de même qu'une évolution des modes de gestion des ressources naturelles. Les exploitants de la zone ont compris qu'il faille garder plus d'arbres dans les parcs agroforestiers. Ces derniers, en plus de leur contribution à la satisfaction des besoins alimentaires et médicinaux, interviennent également dans l'approvisionnement des populations en produits ligneux. Les arbres des parcs sont de plus coupés pour satisfaire les besoins en bois - énergie mais surtout ceux en bois de construction.

Dans la zone tropicale, la préservation des essences utiles par les agriculteurs dans les systèmes d'utilisation de terre reste une règle lors du défrichage. C'est pourquoi la physionomie actuelle des parcs agroforestiers tire son origine. La conservation et la gestion des essences utiles dans les systèmes des productions expliquent la composition floristique réelle des agrosystèmes (Barmo, 2008). Dans le même temps, la proportion des espèces d'arbres conservées dans les parcs agroforestiers augmente par rapport à la nature de végétation.

Cependant la conservation de ces espèces dans les parcs est menacée par d'autres activités. Pendant la période d'inter-campagne agricole, les agriculteurs concluent des accords avec les éleveurs pour faire paître leurs bétails dans les parcs agroforestiers. C'est un acte « gagnant-gagnant » étant donné que les résidus de récoltes sont consommés par les animaux et ces derniers en répandent leurs déjections qui contribuent à l'amélioration du sol. La gestion pastorale modifie la composition floristique et le paysage des parcs arborés (Dan Guimbo *et al.*, 2016) [14]. La richesse spécifique totale d'espèces ligneuses recensées dans les parcs à *D. oliveri* est supérieure à celle obtenue au Nigéria (52 espèces) (Cline-Cole *et al.*, 1990) [13], (46 espèces) (Massaoudou *et al.*,

2015) [30], (55 espèces) (Amani, 2016) et au sud du Burkina Faso (46 espèces) (Boffa, 1995) [6]. En ce qui concerne la densité, le présent travail a montré que les résultats obtenus sont supérieurs à ceux obtenus par Seignobos (1982) [37] dans le nord du Cameroun (14-47 tiges/ha), à ceux enregistrés, au Bénin (30-36 tiges/ha) par Ahissou *et al.* (2017), au Niger (19-33 tiges/ha) (Barmo *et al.*, 2019) [3]. La supériorité des parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri* au Cameroun peut s'expliquer par les conditions pédo-climatiques du pays et de la spécificité des parcs. L'importance socio-économique de ces parcs a induit une forte pression des communautés locales sur la population de *D. oliveri* et celle d'autres espèces.

Ce paramètre de la végétation des parcs arborés a évalué au travers des indices de diversité de Shannon, Simpson et de l'équitabilité de Pielou. Les indices de Shannon dans les sites d'étude présentent des valeurs élevées. Cette valeur de Shannon indique que les parcs agroforestiers à *Daniellia oliveri* du Cameroun sont assez diversifiés. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par Wala *et al.* (2005) [39] dans les parcs agroforestiers mixtes à *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* de la préfecture de Doufelgou au Togo où il a trouvé l'indice de Shannon de 1,2 bit. L'indice d'Equitabilité d'un écosystème ou d'une formation végétale est compris entre 0 et 1 (Wilsey *et al.*, 2005). Suivant les parcs arborés, l'indice d'Equitabilité de Pielou varie de 0,77 dans les parcs cultivés de Bénoué à 0,99 dans les parcs mis en jachère du Mayo-Rey. Ces résultats sont contraires à ceux trouvés par Moussa *et al.* (2015) [31] dans les parcs à *Faidherbia albida* et à *Prosopis africana* du Centre – Sud du Niger qui ont trouvé des valeurs de 0,57 et 0,56 pour l'équitabilité de Pielou. La forte valeur de l'indice d'Equitabilité dans les parcs mis jachère justifie que les modes des gestions influencent la diversité floristique. En somme les populations doivent avoir une bonne connaissance des espèces utiles et les conserver dans les systèmes d'exploitation pour assurer leur pérennité. La famille des Combretaceae suit celle des Fabaceae la plus diversifiée, ensuite viennent celles des Sapotaceae. Certaines espèces de ces familles bénéficient d'une protection et d'un entretien particulier à l'exemple de *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, *Mangifera indica*, *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, etc. Ces espèces d'une importance particulière fournissent des produits importants pour la consommation, les soins divers et le fourrage pour le bétail. Des observations similaires sont rapportées par Gning (2008) au Sénégal respectivement qui citent les différents usages des espèces pour les populations. Le développement de la jeune régénération se traduit par une distribution en forme de « L ». Cette structure reflète une répartition décroissante progressive des effectifs des petites classes vers les grandes classes de diamètre. L'abondance de jeunes individus est fonction des espèces désirées et de la densité souhaitée dans les parcs arborés. Elle s'expliquerait par la germination de cohortes de plantes entretenues par les populations. Une distribution analogue a été rapportée dans les parcs à *Parkia biglobosa* au Doufelgou au Togo (Wala *et al.*, 2005) [39]. La distribution en « cloche » a été signalée dans les parcs cultivés. Ils sont caractéristiques des peuplements gérés comme des plantations. La faible proportion des jeunes régénérations et des vieux arbres dans cette distribution en cloche pourrait s'expliquer par la récolte systématique des produits forestiers non ligneux qui réduit le potentiel de germination d'une part et d'autre part

de défrichement agricole qui menace les plantules. Les coupes répétées des vieux arbres pour le bois de chauffe et autres, justifieraient leur rareté. Néanmoins, la distribution en «cloche» a été signalée dans les parcs à *Borassus aethiopum* au Cameroun (Mamah *et al.* 2019) [27]. En ce qui concerne la structure de la hauteur de l'espèce, elle est en «L» avec les individus de grande taille. À la conservation de l'espèce, il est essentiel d'évaluer les modes de l'exploitation par les populations et la dynamique générale de la population de l'espèce. La capacité de l'espèce à améliorer la fertilité des sols et à fournir différents autres biens et services aux populations lui confère une protection systématique (Boffa, 2000b) contre les agressions anthropiques (coupes abusives, émondage). En effet, les Fabaceae, familles dominantes aux semences zoophores sont disséminées facilement par les herbivores mais aussi résistent notamment à l'insuffisance des pluies et aux fortes températures

5. Conclusion

L'étude a permis d'évaluer la caractéristique biophysique et floristique des parcs agroforestiers. L'attribution coutumière et l'héritage sont les modes d'acquisitions les plus importants. La superficie cultivée par un agriculteur est fonction des moyens de l'exploitant qu'il dispose. L'augmentation des superficies des parcs agroforestiers se justifie par l'infertilité de sol. Ces parcs jouent un rôle socio-économique important pour les populations locales. Ils présentent des floristiques variables. Ces diversités sont globalement faibles. Les familles des Fabaceae et Combretaceae dominent dans l'ensemble des parcs arborés. La structure des peuplements montre une prédominance des individus adultes aussi bien pour les classes de diamètre que de hauteur sur l'ensemble des parcs arborés. Cette structure révèle aussi une forte exploitation des individus de gros diamètres. Face ces constats, ces parcs méritent une attention particulière de la part des décideurs pour y apporter des solutions appropriées en vue de garantir leur pérennité ainsi que la diversité de leur fonction.

6. References

1. Amani A. Croissance et potentiel de séquestration de carbone de quatre espèces de Combretaceae en zone sahélienne et nord-soudanienne au Niger (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat en biologie et écologie végétales, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2016, 184.
2. Aubreville A. Flore forestière Soudano-Guinéenne. Paris, Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, 1950, 523.
3. Barmo S, Amani A, Soumana I, Ichaou A, Karim S, Mahamane A. Structure et diversité des parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée de Baban Rafi, Niger -Afrique de l'Ouest. Afrique SCIENCE, 2019;15(2):166-185.
4. Barmo S. Analyse socio-économique de l'exploitation des ressources végétales de la réserve totale de faune de Tamou (Niger). Mémoire de DEA, Biologie appliquée, 2008, 88.
5. Boffa JM. Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne, Cahier FAO Conservation N° 34, FAO, Rome, 2000b, 259.
6. Boffa JM. Productivity and management of agroforestry parklands in the Sudan zone of Burkina Faso, West Africa. Ph.D Dissertation, Prudue University, West Lafayette, Indiana, 1995, 230.
7. Boffa J-M. Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable. Unasylva 2000a;51:11-17.
8. Bougma AL, Ouédraogo MN, Sawadogo N, Balma D, Vernoy R. Perceptions paysannes de l'impact du changement climatique sur le mil dans les zones sahéliennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. Afrique Sciences, 2018; 14(4):264-275.
9. Brown K, Adger WN. Economic and Political Feasibility of International Carbon Offsets. Forest Ecology and Management. 1994; 68(2, 3):217-229.
10. Cairns MA, Brown S, Helmer EH, Baumgardner GA. Root biomass allocation in the world's repland forests, Oecologia, 1997; 111:1-11.
11. Chave J, Mechain MR, Bourquez L, Chidumayo E, Colgan M, Delitt WBC *et al.* Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. Global Change Biology, 2014, 49
12. Chenost C, Gardette YM, Demenois J, Grondard N, Perrier M, Wemaere M. Les marchés du carbone forestier. Bringing forest carbon projects to the market, PNUE- ONFI- AFD- B, 2010, 173.
13. Cline-Cole RA, Falola JA, Main HAC, Mortimore MJ, Nichol JE, O'Reilly FD. Wood fuel in Kano. United Nations University Press, Tokyo, 1990, 124.
14. Dan Guimbo I, Morou B, Rabiou H, Larwanou M. Facteurs de pression sur les parcs agroforestiers à Vitellaria paradoxa et à Neocarya macrophylla dans le Sud-ouest du Niger (Afrique de l'Ouest). Journal of Applied Biosciences, 2016;107:10407-10417.
15. Diatta Cheikh D, Gueye M, Soulève K, Akpo LE. Diversité de la flore et de la végétation ligneuse de la réserve de Nazobil (Joal- Fadiouth) au Sénégal. Journal des Sciences. 2009; 9(3):1- 13.
16. Dona A, Mapongmetsem PM, Dongock ND, Pamboudem NA, Fawa G, Aoudou D. Phytodiversity and carbon stock in Sudanian savannahs zone of Tandjile-East of Chad. International Journal of Applied Research, 2016;2(9):455-460.
17. FAO. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, le rôle des femmes dans l'agriculture, Rome, 2011, 174.
18. Gbesso FL, Yedomonhan H, Tente B, Akoegninou A. Distribution géographique des populations de rôniers (*Borassus aethiopum* Mart, Arecaceae) et caractérisation phytoécologique de leurs habitats dans la zone soudano-guinéenne du Bénin, Journal of Applied Biosciences, 2014;74:6099-6111.
19. Gning ON. Caractéristiques des ligneux fourragers dans les parcours communautaires de Khassanto (Kédougou, Sénégal oriental). Mémoire de DEA en Biologie Végétale, Université Catholique d'Afrique Centrale (UCAD). Cameroun, 2008, 78.
20. Hakizimana P, Bigendako MJ, Habonimana B, Lejoly J, Bogaert J. Inventaire floristique et identification de quelques éléments d'un plan d'aménagement de la forêt ombrophile de Mpotsa au Burundi. In Xander Vander Burgt. Vander Maesen & Jean-Michel Onana (Eds), systématique et conservation des plantes Africaines, 2010, 653-661.

21. IPCC. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. (Eds). Institute for Global Environmental Strategies. Hayama 2003;126:197-207.
22. IRAD., appui au programme national de recherche et de vulgarisation agricoles. 45.
23. Jamin JY, Gounel C, Bois C. Atlas. Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique Centrale. N'djamena, Tchad, Montpellier, France, Prasac/Cirad, 2004, 100.
24. Kemeuze VA, Mapongmetsem PM, Sonwa D, Fongzossie E, Nkongmeneck BA. Plant diversity and carbon stock in sacred groves of semi-arid areas of Cameroon: case study of Mandara Mountains. International Journal of Environment 2015;6(2):308-318.
25. Larwanou M. Dynamique de la végétation dans le domaine sahélien du Niger occidental suivant un gradient d'aridité: Rôles des facteurs écologiques, sociaux et économiques. Thèse de Doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, 2005, 229p.
26. Larwanou M, Oumarou I, Snook L, Danguimbo I, Eyog-Matig O. Pratiques sylvicoles et culturales dans les parcs agroforestiers suivant un gradient pluviométrique nord -sud dans la région de Maradi au Niger. Tropicultura, 2010; 28(2):115-122.
27. Mamah M, Baye-Niwah C, Hamawa Y, Dangai Y, Oumarou Z, Abdoulaye H *et al.* *Borassus aethiopum* mart. agroforestry parklands and climate change mitigation in Cameroon. International Journal of Agriculture and Environmental Research, Research 2019; 5(4):436-455.
28. Mahamane A. Etudes floristique, phytosociologie et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse d'État, Université Libre de Bruxelles, 2005, 497.
29. Mapongmetsem PM, Nkongmeneck BA, Rongoumi G, Dongock D, Dongmo B. Impact des systèmes d'utilisation des terres sur la conservation de *Vitellaria paradoxa* Gaertn.f. (Sapotaceae) dans la région des savanes soudano-guinéennes. International journal of Environmental Studies, 2011; 68(6):51-72.
30. Massaoudou M, Larwanou M. 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, 2015; 94:8890 -8906.
31. Moussa M, Larwanon M, Mahamane S. 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, 2015; 94:8890- 8906.
32. Natta AK, Bachabi S F-X, Zoumarou-Wallis N, Dicko A. Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la zone soudanienne du Nord Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, 2012; 16(1):67-90.
33. Ndongo D. Local perception of climate change and adaptation in mangrove area of the Cameroon coast. Journal of Water Resource and Protection 2016;8:608-618.
34. Peltier R, Forkong CN, Ntoupka M, Manley RJ, Henry M, Morillon V. Évaluation du stock de carbone et de la productivité en bois d'un parc à karités du Nord-Cameroun. Bois et Forêts des Tropiques 2007;294(4):39-50.
35. Samba A, Ndiaye, Faye E, Gueye T, Hank M, Camire C. *Cordyla pinnata* améliore les propriétés du sol et la productivité des cultures. Int. J Biol. Chem. Sci 2012;6(2):714-725.
36. Segura M, Kanninen M. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in tropical humid forest in Costa Rica. Biotropica 2005;37(1):2- 8.
37. Seignobos C. Végétations anthropiques dans la zone Soudano-Sahélienne la problématique des parcs, Cameroun. Rev Geogr, 1982; 3:1-23.
38. Sidi I. Caractérisation des systèmes agroforestiers au Nord-Bénin: cas des Communes de Gogounou et Tchaourou. Mémoire d'Ingénieur Agronome. FA/UP, Parakou. 2008, 84.
39. Wala K, Sinsin B, Kudzo AG, Kouami K, Akpagana K. typologie des systemes Agroforestiers dans la préfecture de Doufelgou (Togo). Sécheresse. 2005; 16(3):209-216.
40. Yameogo J, Samandougou Y, Belem M. Le rônier (*Borassus akeassii* B.O.G.) dans les parcs agroforestiers à Kokologho, Sakoinisé et Ramongo dans la province du Boukhiemdé, Centre-ouest du Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences, 2016; 100:9557-9566.
41. Zapfack L, Noiha NV, Tabue MRB. Economic estimation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of protected areas: a case study of Lobeke national park, a carbon sinks in the Congo basin. J. Trop. For. Sci., 2016; 28(4):406-415.
42. Zapfack L, Noumi VN, Dziedjou KPJ, Zemagho L, Fomete NT. Deforestation and carbon stocks in the surroundings of Lobeke National Park (Cameroon) in the Congo Basin. Environ Nat Resour Res. 2013; 3(2):78-86.