

Variabilités structurale et floristique des parcs à karité du Tchad, Afrique centrale

Dany OUMAR^{1,2}, Christophe Ngarmari DJEKOTA²
Blaise KABRE¹, Innocent Charles Emmanuel TRAORE¹
Prosper SABO¹, Amadé OUEDRAOGO¹.

Résumé

Le karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. subsp. *paradoxa*) est un arbre à grand intérêt socio-économique pour les populations des pays sahéliens. Cependant, l'on ne dispose pas des mêmes niveaux de connaissances de la disponibilité de l'espèce sur l'étendue de son aire de répartition. La présente étude vise à caractériser l'état des parcs à karité et la végétation ligneuse qui leur est associée au sud du Tchad. Les données ont été collectées au moyen des relevés floristiques basées sur des mesures dendrométriques des espèces ligneuses dans 96 placeaux de 2500 m² chacun. L'indice d'importance écologique et de diversité, la densité, le diamètre moyen, la hauteur moyenne et la surface terrière ont été calculés et comparés entre les provinces. Les résultats ont révélé que *V. paradoxa*, *P. biglobosa*, *F. ingens* et *T. indica* sont les espèces aux Valeurs d'Importance les plus élevées dans les parcs à karité. La densité, la hauteur et la surface terrière varient significativement entre les provinces ($p < 0,05$). Les plus fortes densités d'arbres se rencontrent dans le Mandoul et le Logone Occidental. La structure démographique révèle une dominance des sujets adultes, traduisant un faible potentiel de renouvellement des peuplements. Les parcs à karité sont perturbés et menacés à cause de la forte pression anthropique et des attaques parasitaires. Ces constats suggèrent l'urgence de développer des stratégies appropriées de gestion durable de ces parcs à karité au Sud du Tchad.

Mots clés: *Vitellaria paradoxa*, structure des parcs, diversité floristique, indice d'importance écologique, gestion durable.

Structural and floristic variability of Shea parks in Chad, Central-Africa

Abstract

Vitellaria paradoxa is a high socio-economic value tree in Sahelian countries. However, the levels of knowledge about the availability of the species are different across the distribution range of the species. The present study aims to characterize the Shea tree parks and associated woody vegetation in provinces in southern Chad. The data were collected by means of floristic surveys based on dendrometric measurements of woody species in 96 plots of 2500 m² each. The index of ecological importance and diversity, density, mean diameter, mean height and basal area were calculated and compared between provinces. The results revealed that *V. paradoxa*, *P. biglobosa*, *F. ingens* and *T. indica* are the species with the highest Values of Importance in Shea tree parks. Density, height and basal area varied significantly between provinces ($p < 0.05$). The highest tree densities were found in Mandoul and Western Logone. The population structure revealed a dominance of trees, reflecting a low potential of stand regeneration. Shea tree parks are disturbed and threatened due to strong anthropogenic pressure and parasitic attacks. These findings suggest the urgency of developing appropriate strategies for the sustainable management of Shea tree parks in southern Chad.

Key words: *Vitellaria paradoxa*, stand structure, floristic diversity, index of ecological importance, sustainable management.

Introduction

Vitellaria paradoxa (Sapotaceae) est un arbre fruitier sauvage indigène des savanes d'Afrique subsaharienne. En plus de fournir des fruits savoureux et nutritifs, des produits médicaux, un bois résistant et des chenilles riches en protéines, l'arbre est particulièrement célèbre pour sa matière grasse mondialement connue et appelée beurre de karité. Son importance sur le plan socio-économique est avérée dans la mesure où la transformation des amandes en beurre

¹ Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, Ouagadougou, Burkina Faso

² Université de N'Djamena, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, N'Djamena, Tchad.

Auteur correspondant : Email : dany_oumar@yahoo.fr

constitue une importante source de devises pour certains pays africains comme le Burkina Faso, le Mali et le Tchad (BONDE *et al.*, 2018 ; DJEKOTA, 2008 ; NIANOGO *et al.*, 1997). Pendant que le volume des travaux s'accroît en Afrique de l'Ouest sur divers aspects scientifiques de cette Sapotaceae, peu de recherches lui sont consacrées au Tchad. L'espèce est présente naturellement dans les savanes soudaniennes tchadienne couvrant sept des 23 provinces du pays (DJEKOTA *et al.*, 2014). Six morphotypes de karité ont été identifiés dans la province du Mandoul et dont les différentes appellations en langues locales attestent d'une certaine diversité de l'espèce (DJEKOTA, 2008 ; SANDWIDI *et al.*, 2018 ; LAMORIS *et al.*, 2012 ; KARAMBIRI *et al.* 2017). A l'instar des autres pays de distribution du karité, les peuplements du Sud du Tchad sont menacés par les plantes hémiparasites et de multiples pressions anthropiques qui affectent leur stabilité. Suivant l'état de conservation, trois types de parcs à karité ont été identifiés. Il s'agit des parcs les plus dégradés qui se trouvent dans les provinces du Mayo-Kebbi Est et de Mayo-Kebbi Ouest, des parcs moyennement dégradés dans les Provinces du Logone Occidental et de la Tandjilé et les parcs très peu dégradés dans les provinces du Moyen Chari, du Logone Oriental et du Mandoul (DJEKONBE *et al.*, 2018). Plusieurs facteurs d'ordre historique, géographique, biotique et abiotique peuvent expliquer la relation entre les variations latitudinales, la diversité floristique, la structure des peuplements au sein des écosystèmes (GLELE *et al.*, 2011 ; ABDOURHAMANE *et al.*, 2013). La dégradation de la biodiversité végétale due à l'expansion agricole, le surpâturage, les feux de brousse et la coupe du bois demeure une sérieuse préoccupation environnementale en Afrique sub-saharienne (AKAKPO *et al.*, 2019). La survie d'une plante dépend de l'état de santé de l'écosystème qui l'abrite (LANKOANDE *et al.*, 2019). Dans ce sens, la connaissance des caractéristiques démographiques de *V. paradoxa* et la composition de la végétation ligneuse associée pourra orienter le développement de stratégies appropriées pour la gestion et la conservation durables des ressources de l'espèce. Selon AROUNA *et al.*, (2017), les paramètres dendrométriques et de diversité permettent d'évaluer la santé écologique des peuplements végétaux. Aussi, la diversité spécifique étant la base de la conservation et de la restauration écologique, sa connaissance à différente latitude et longitude est nécessaire pour fournir des informations utiles et fiables pour orienter et définir les priorités de gestion et d'aménagement des formations végétales. Pour ce qui concerne *V. paradoxa*, la présente étude a pour objectif général d'évaluer l'état de conservation des parcs suivant un gradient latitudinal et longitudinal. Les objectifs spécifiques de l'étude sont de :

- décrire la structure des peuplements de *V. paradoxa* suivant les gradients latitudinal et longitudinal ;
- évaluer la diversité floristique ligneuse associée aux populations de *V. paradoxa* et leur état sanitaire.

I. Matériel et méthodes

1. 1. Zone d'étude

L'étude a été menée dans les provinces du Mayo-Kebbi Est, du Logone-Occidental et du Mandoul appartenant à la zone soudanienne du Tchad (figure 1). Cette zone reste toutefois marquée par des conditions climatiques et environnementales variables (Tableau I). On y observe une alternance de deux saisons contrastées ; une saison sèche et une saison pluvieuse d'inégale répartition. La végétation est constituée principalement de savanes. L'agriculture, l'élevage et le commerce sont les principales activités économiques de la population locale (PANA-Tchad, 2010).

Tableau I : Les caractéristiques environnementales des trois sites d'étude.

Paramètres environnementaux	Provinces		
	Mandoul	Logone Occidentale	Mayo-Kebbi Est
Coordonnées géographiques	8° 54' 36" N, 17° 33' 00" E	8°42'0" N, 15°52'60" E	10° 16' N, 15° 22' E
Saison pluvieuse	Avril -octobre	Avril-octobre	Mai-octobre
Pluviométrie moyenne	821.8 mm.	1127 mm	606.9 mm.
Température moyenne	28.4°C	28.9°C	28.9°C
Réseau hydrographique	Bahr Sara	Logone, Lac Wey, Lac Taba	Ba-Dli
Types de sols	Sablonneux latéritiques ou ferrallitiques et argilo-limoneux	Ferrallitiques et ferrugineux, argilo sableux et limoneux	Sols hydromorphes, Vertisols
Types de végétation	Savane arborée	Savane arborée	Savane arbustive

Réseau hydrographique : Source (MEERH, 2010) ; Variables climatiques : Sources (GUIBERT *et al.*, 2011) ; Types de sols : Sources (CABOT, 1985) ; Végétation : Sources (CESAR et CHATELAIN, 2019).

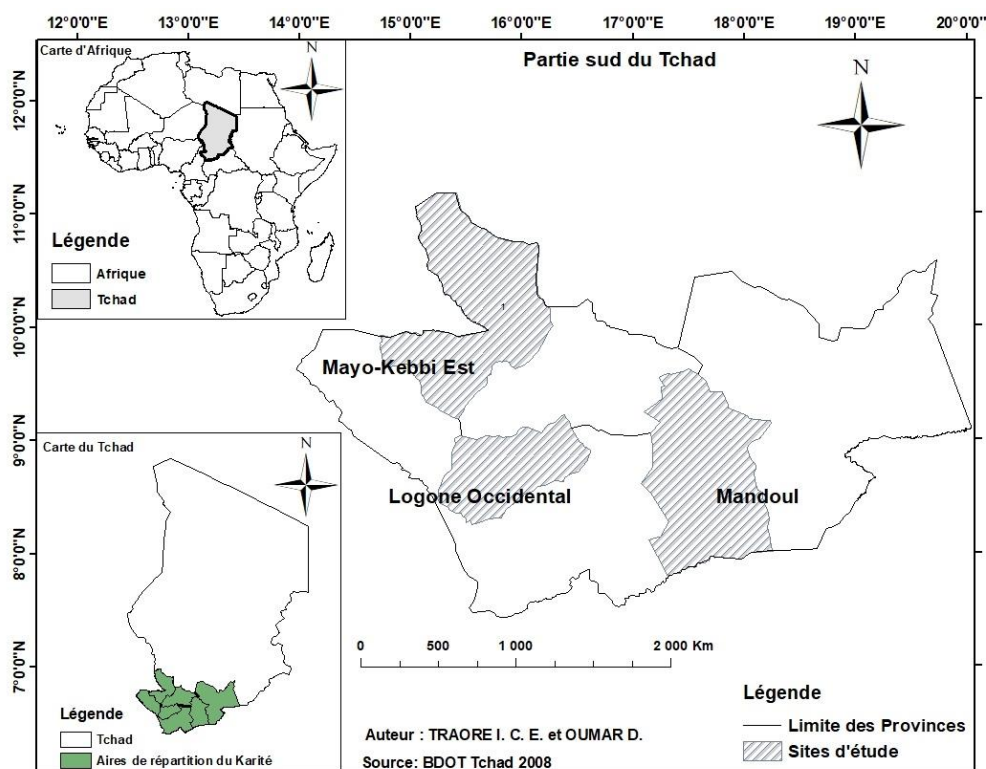


Figure 1 : Localisation de la zone et des sites d'étude

1.2. Echantillonnage et collecte des données

L'échantillonnage a été de type orienté, basé sur la présence de parcs à karité. Par province, quatre sites ont été retenus autour de chaque chef-lieu suivant les quatre directions cardinales (DIARASSOUBA *et al.*, 2008). En prélude aux inventaires, des prospections ont été effectuées dans chaque province afin de retenir les sites potentiels de parcs à karité. Les inventaires floristiques et les mesures dendrométriques ont été réalisés pendant les mois de juillet et septembre 2020 au moyen de 32 placeaux de 50m x 50m par province, soit au total 96 placeaux en raison de la disponibilité (abondance relative et accessibilité) des parcs à karité. Les placeaux sont installés sur des faciès homogènes de végétation et séparés d'au moins 100m. L'inventaire et les mesures des paramètres dendrométriques ont porté sur tous les pieds de *V. paradoxa* et

des espèces ligneuses associées. Les variables mesurées ont porté sur le diamètre de la tige à 1,30 m du sol (Dbh) et la hauteur totale chez les individus adultes. Pour les individus multicaules, les Dbh ont été mesurés et les diamètres quadratiques ont été calculés. L'état sanitaire de chaque individu mesuré a également été apprécié selon la codification suivante : 1 = individu sain; 2 = individu malade (individu attaqué, parasité ou partiellement endommagé) ; 3 = individu mort (THIOMBIANO *et al.*, 2016).

L'inventaire de la régénération naturelle a porté sur les juvéniles de karité de Dbh < 5 (BOGNOUNOU *et al.*, 2009, KABORE *et al.*, 2012 ; OUEDRAOGO *et al.*, 2006) et les mesures ont porté sur le diamètre au collet et la hauteur totale. Compte tenu de la rareté des jeunes plants de karité, un inventaire systématique a été réalisé dans chaque placeau. Sachant que la régénération des arbres se fait suivant plusieurs mécanismes, celle du karité a été déterminée sur le terrain au moyen d'excavation du système racinaire des jeunes sujets. Cela permet de vérifier la connexion éventuelle avec une racine mère pour les drageons (ADJONOU *et al.*, 2009). Les semis sont généralement de forme grêle tandis que les rejets de souches et les drageons sont relativement robustes et plus vigoureux (BELLEFONTAINE *et al.*, 2000; OUEDRAOGO *et al.*, 2006).

1. 3. Analyse des données

1.3.1. Caractéristiques dendrométriques

Les paramètres suivants ont été calculés pour décrire les caractéristiques dendrométriques et démographiques de *V. paradoxa* :

- La densité moyenne (Dm) des individus exprimés en nombre d'individus à l'hectare. Elle a été obtenue par la formule $N_i = n/s$ avec n : nombre total d'arbres (Dbh \geq 5 cm) dans le placeau, s : superficie du placeau (s = 0,4 ha).
- Le diamètre moyen (dm) exprimé en cm : $dm = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$, avec d_i , le diamètre à 1,30 m du sol de l'individu i du placeau ;
- La surface terrière G (en m².ha⁻¹) est la somme des sections transversales des individus de *V. paradoxa* (du placeau) à 1,30 m du sol. Elle est donnée par la formule : $G = \sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{4\pi}$, avec d_i , le diamètre à 1,30 m du sol de l'individu i du placeau ;
- La hauteur moyenne a été calculée par la formule : $H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i$; avec h_i , la hauteur de l'individu i du placeau ;

Pour ce qui concerne la régénération

- La densité de la régénération (Dj) est calculée selon la formule : $D_j = n_j/sr$ avec $n_j = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q n_i$; n_j est le nombre des juvéniles, q est le nombre de placeaux, n_i est le nombre de juvéniles par placeau et sr est la superficie du placeau.
- le taux de régénération (TRP) exprimé en pourcentage est le rapport entre l'effectif total des jeunes plants et l'effectif total de tous les individus de la population. Ce taux exprime la capacité de l'espèce végétale à renouveler ses populations.

$$TRP = \frac{\text{Effectif total des jeunes plants}}{\text{Effectif total de la population}} \times 100 \text{ (DIOUF } et al. \text{ 2019)}$$

Les données ont été soumises au test de Kruskal–Wallis au seuil de 5 % pour comparer les valeurs moyennes en fonction des provinces (sites) à l'aide du logiciel R version 4.0.3 (RCORE TEAM, 2019).

1.3.2. Diversité floristique ligneuse des parcs à karité

Toutes les espèces ligneuses ont été répertoriées et identifiées selon la nomenclature de la classification Phylogénétique des Angiospermes, APG IV(2016). Les paramètres suivants ont été calculés :

- l'indice de valeur d'importance (IVI) = densité relative + dominance relative + fréquence relative ;
- la valeur d'importance de la famille (FIV)= dominance relative + densité relative +diversité relative (HEIKKINEN et BIRKS, 1996) ;
- l'indice de diversité de Shannon (H) : $H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$;
- l'équitabilité de Pielou (EH) : $EH = H/\ln S$;
- la réciproque de l'indice de Simpson (1/D) : $1 / D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_j^2}$ où s = nombre total des espèces,

p_i = est l'abondance relative de l'ième espèce dans une placette et \ln = logarithme népérien.

1.3.3. Structure démographique des populations

La structure des populations de *V. paradoxa* a été analysée au moyen de la distribution des individus en classes de diamètre d'amplitude 5cm. Pour avoir une meilleure appréciation de la dynamique des peuplements, ces structures ont été ajustées par une surimposition de la distribution de Weibull à 3 paramètres (HUSCH *et al.*, 2003) à l'aide du logiciel Minitab 17. Cette distribution de Weibull donne plus de visibilité sur la structure des peuplements (TJØRVE, 2003; GLELE *et al.*, 2015) à cause de sa flexibilité. Sa fonction de probabilité (f) est exprimée selon la formule : $f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c]$, avec x = diamètre des arbres à 1,30 m du sol ; a = paramètre de seuil ou de position qui est dans notre cas le seuil inférieur de mesure du diamètre des arbres de 5 cm dans la présente ; b = paramètre de taille ; c = paramètre de forme observée.

II. Résultats

2.1. Caractéristiques dendrométriques des peuplements

La densité globale moyenne des peuplements de *V. Paradoxa* est de $47,25 \pm 13,20$ individus par hectare. Elle est significativement plus faible au Mayo-Kebbi Est comparativement aux provinces du Mandoul et du Logone Occidental (Tableau II). Les valeurs de la surface terrière sont significativement comparables entre les provinces du Mandoul et du Mayo-Kebbi Est. Cependant, le diamètre moyen et la hauteur moyenne ont des valeurs différentes significativement entre les trois provinces ($p < 0,001$). L'analyse de l'état sanitaire des populations de *V. Paradoxa* a révélé une proportion variable d'individus sains de *V. paradoxa* entre les provinces ($p < 0,001$). Sur environ 604 individus adultes inventoriés dans le Logone Occidental 75,19 % sont sains. Parmi les individus malades, 96,29 % sont parasités par de *Tapinanthus* sp et 3,70 % présentent des signes d'émondage, d'écorçage, d'élagage ou de feux de brousse. Dans le Mandoul, 47,35% présentent un état sanitaire normal. Parmi ces individus malades, 84,59 % sont affectés de *Tapinanthus* sp et les 15,40 % ont subi des émondages, les élagages et parfois des étranglements par de *Ficus* sp. De même dans le Mayo Kebbi Est, 54,35 % des individus ont un état sanitaire normal. Parmi les malades, 93,95% sont infestés de *Tapinanthus* sp et les 6,04% ont fait l'objet d'émondage, d'élagage, de feu de brousse et aussi de cas d'épiphytisme (Photo 1).



Photo 1 : (A) individu étranglé par *Ficus platyphylla* ; (B) individu cerné ; (C) individu brûlé par le feu.

En ce qui concerne la régénération, la densité moyenne est de $17,78 \pm 13,47$ individus/ hectare. Elle varie significativement suivant les provinces ($p= 0,03$) (Tableau II). La densité des plantules est plus faible dans le Logone Occidental. Quant au taux de régénération, le plus élevé est enregistré dans la province du Logone Occidental (38,65%) suivi du Mayo-Kebbi Est (16,56 %). Les principaux mécanismes de régénération naturelle de *V. paradoxa* sont le semis (34,43 %) et le rejet de souches (4,29 %).

Tableau II : Paramètres démographiques et structuraux (moyenne \pm écart-type) de *V. paradoxa* en fonction des provinces

Paramètres	Provinces			p-value
	Mandoul	Logone Occidental	Mayo-Kebbi Est	
Adultes				
Densité (individus /ha)	52,12 \pm 14,70 ^a	56,5 \pm 14,88 ^a	33,12 \pm 10,01 ^b	<0,001
Surface terrière (m ² /ha)	2,13 \pm 0,95 ^a	1,310 \pm 0,44 ^b	2,31 \pm 1,01 ^a	<0,001
Dbh moyen (cm)	42,42 \pm 12,20 ^b	30,88 \pm 5,54 ^c	56,21 \pm 12,87 ^a	<0,001
Hauteurs moyennes (m)	9,69 \pm 2,62 ^a	7,46 \pm 1,10 ^b	10,66 \pm 1,55 ^a	<0,001
Proportion d'individus sains	47,36 %	75,04 %	54,36%	
Jeunes plants				
Densité (individus /ha)	25,20 \pm 19,41 ^a	12,00 \pm 6,24 ^b	16,15 \pm 14,77 ^{ab}	0,03
Diamètre moyen	2,8 \pm 1,12 ^a	2,9 \pm 1,22 ^a	2,3 \pm 1,06 ^b	<0,001
Taux de régénération	09,44%	38,65%	16,56%	

Les lettres différentes affectées aux valeurs moyennes indiquent des différences significatives entre les provinces selon le test de Kruskal–Wallis à 5 %.

Concernant l'indice de valeur d'importance (IVI) dans le cortège floristique des parcs à karité, les trois espèces dominantes en dehors de *V. paradoxa* sont pour le Mandoul *P. biglobosa* (5,74%), *D. oliveri* (3,35%) et *C. collinum* (3,07%); pour le Logone Occidental, *P. biglobosa* (16,81%), *T. indica* (5,10%) et *D. oliveri* (3,40%) et pour le Mayo-Kebbi Est *P. biglobosa* (14,68%), *P. africana* (5,62%) et *S. kunthianum* (2,33%). L'indice de valeur d'importance de *V. paradoxa* est comparable entre les provinces du Mayo Kebbi Est (66,94%) et du Mandoul (66,71%), mais différent dans le Logone Occidental (54,04%). Pour les familles, la Valeur d'Importance (FIV) diffère elle aussi suivant les provinces. Le Tableau III présente les valeurs d'importance des familles les plus représentées des peuplements à *V. paradoxa*. Les familles

communes aux trois provinces sont : les Sapotaceae, les Fabaceae, les Combretaceae et les Moraceae. Les Anacardiaceae, les Bignoniaceae, les Flacourtiaceae, les Rubiaceae ne sont cependant présentes que dans les peuplements du Mayo-Kebbi Est tout comme les Annonaceae, les Ebenaceae, les Euphorbiaceae, les Meliaceae, les Rubiaceae et Tiliaceae qui ne sont rencontrées que dans les peuplements du Logone Occidental.

Tableau III : Valeur d'Importance des familles (FIV) en fonction des provinces

Familles	Logone Occidental	Mandoul	Mayo-Kebbi Est
Anacardiaceae	-	-	10,87
Annonaceae	10,58	-	-
Arecaceae	5,44	7,95	-
Bignoniaceae	-	-	5,92
Combretaceae	22	14,71	5,33
Ebenaceae	7,3	-	-
Euphorbiaceae	5,43	-	-
Fabaceae	100,12	64,13	69,31
Flacourtiaceae	-	-	5,35
Meliaceae	-	-	5,38
Moraceae	6,05	25,24	17,88
Rhamnaceae	5,29	6,48	-
Rubiaceae	-	-	5,93
Sapotaceae	139,06	169,73	142,84
Sterculiaceae	7,7	6,41	-
Tiliaceae	-	5,32	-
Verbenaceae	5,25	-	5,38

2.2. Richesse floristiques et diversité spécifique des peuplements de *V. paradoxa*

L'inventaire floristique de la végétation ligneuse des parcs à *V. paradoxa* a permis de dénombrer 21 espèces réparties en 18 genres et 17 familles à travers les trois provinces. La richesse spécifique moyenne et l'Indice de Shannon (H) ne varient pas significativement entre les provinces du Mandoul et le Mayo-Kebbi Est. (Tableau IV). De même que l'indice de Simpson's et l'Équitabilité de Pielou (E) ne varient pas significativement suivant les provinces ($p > 0,05$).

Tableau IV : Valeurs moyennes des indices de diversité des parcs à karité

Indices	Mandoul	Logone Occidental	Mayo-Kebbi Est	P-value
Riches spécifique (S)	2,843 ± 2,273 ^{ab}	3,593 ± 1,793 ^a	2,343 ± 1,334 ^b	0,009
Indice de Shannon's (H)	0,541 ± 0,619 ^a	0,730 ± 0,395 ^a	0,508 ± 0,480 ^a	0,172
Indice de Simpson's (1/D)	0,267 ± 0,290 ^a	0,374 ± 0,178 ^a	0,282 ± 0,256 ^a	0,089
Équitabilité de Pielou (E)	0,386 ± 0,356 ^a	0,586 ± 0,2077 ^a	0,462 ± 0,360 ^a	0,129

Les lettres différentes affectées aux valeurs moyennes indiquent des différences significatives entre les provinces selon le test de Kruskal–Wallis au seuil de 5 %.

2.3. Structure démographique des parcs à *V. paradoxa*

La structure en classe de diamètre du peuplement des parcs à *V. paradoxa* présente une allure asymétrique dans les provinces du Logone Occidental et de Mayo-Kebbi Est. Elle est en forme

de cloche dans la province de Mandoul. Les valeurs du paramètre de Weibull à trois paramètres comprises entre $1 < c < 3,6$ sont caractéristiques de peuplements à faible potentiel de régénération. Quant à la structure en classes de diamètre des populations de *V. paradoxa*, elle présente une allure asymétrique dans la province de Logone Occidental et en cloche dans les provinces de Mayo Kebbi et de Mandoul (figures 2). Ces structures sont caractéristiques des peuplements à faible potentiel de régénération.

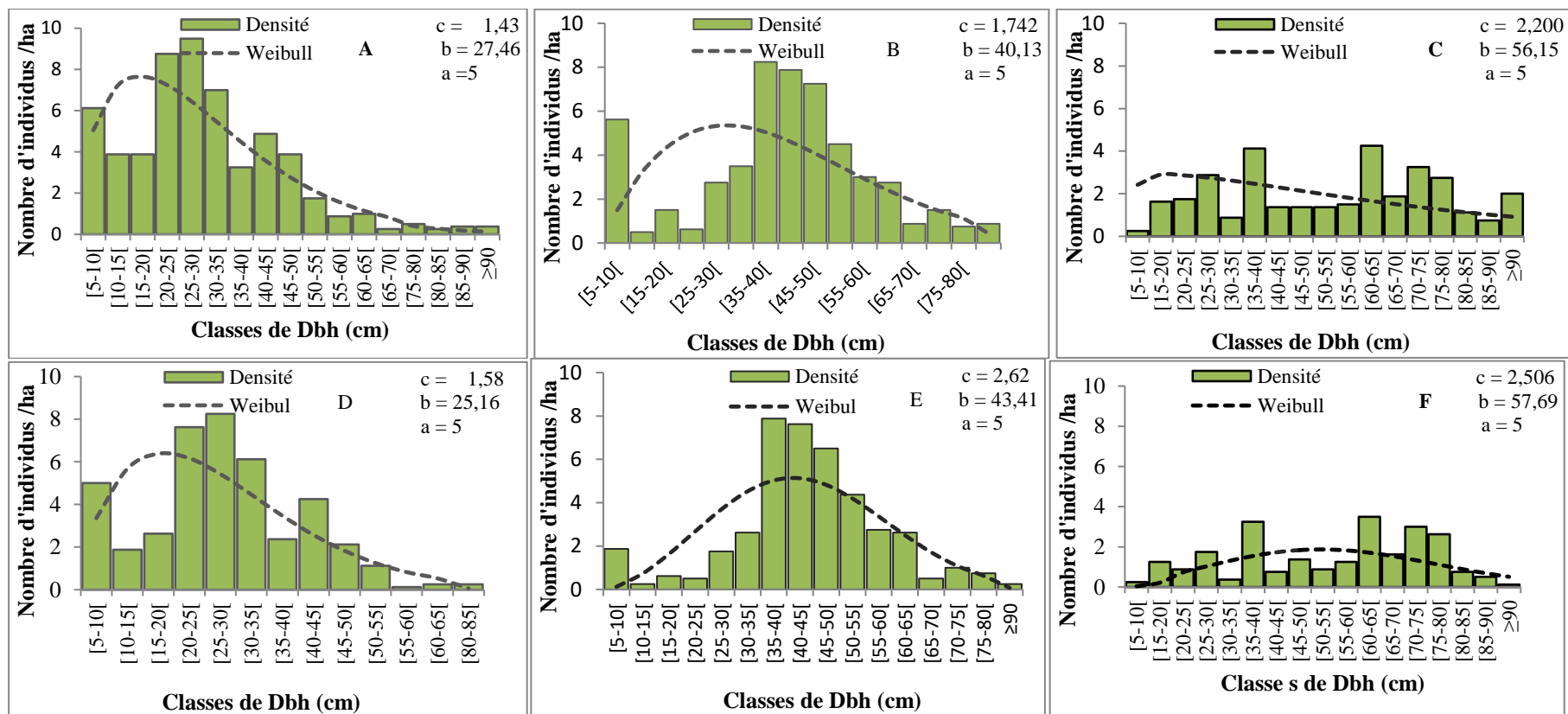


Figure 2 : Structure du peuplement globale à *V. paradoxa* (A) Logone Occidental, (B) Mandoul, (C) Mayo Kebbi Est ; Structure des populations de *V. Paradoxa* (D) Logone Occidental, (E) Mandoul, (F) Mayo Kebbi Est.

La strate juvénile de *V. paradoxa* présente des structures démographiques variables en fonction des provinces (figure 3). La structure en classes de diamètre du collet comme celles en hauteur montre des allures en forme de cloche, traduisant des populations à faible potentiel de renouvellement. Les plantules de diamètre inférieur à 1 cm sont très peu représentées avec des densités inférieures à un individu à l’hectare. Quant à la distribution en classes de hauteur, on remarque une abondance des individus de classes de hauteur inférieure à 1 m dans l’ensemble des trois provinces. La densité des individus de hauteur [1-3 m] est faible. La distribution en classes de hauteur laisse remarquer une dominance des individus de classes de hauteur inférieures à 1 m dans l’ensemble des trois provinces.

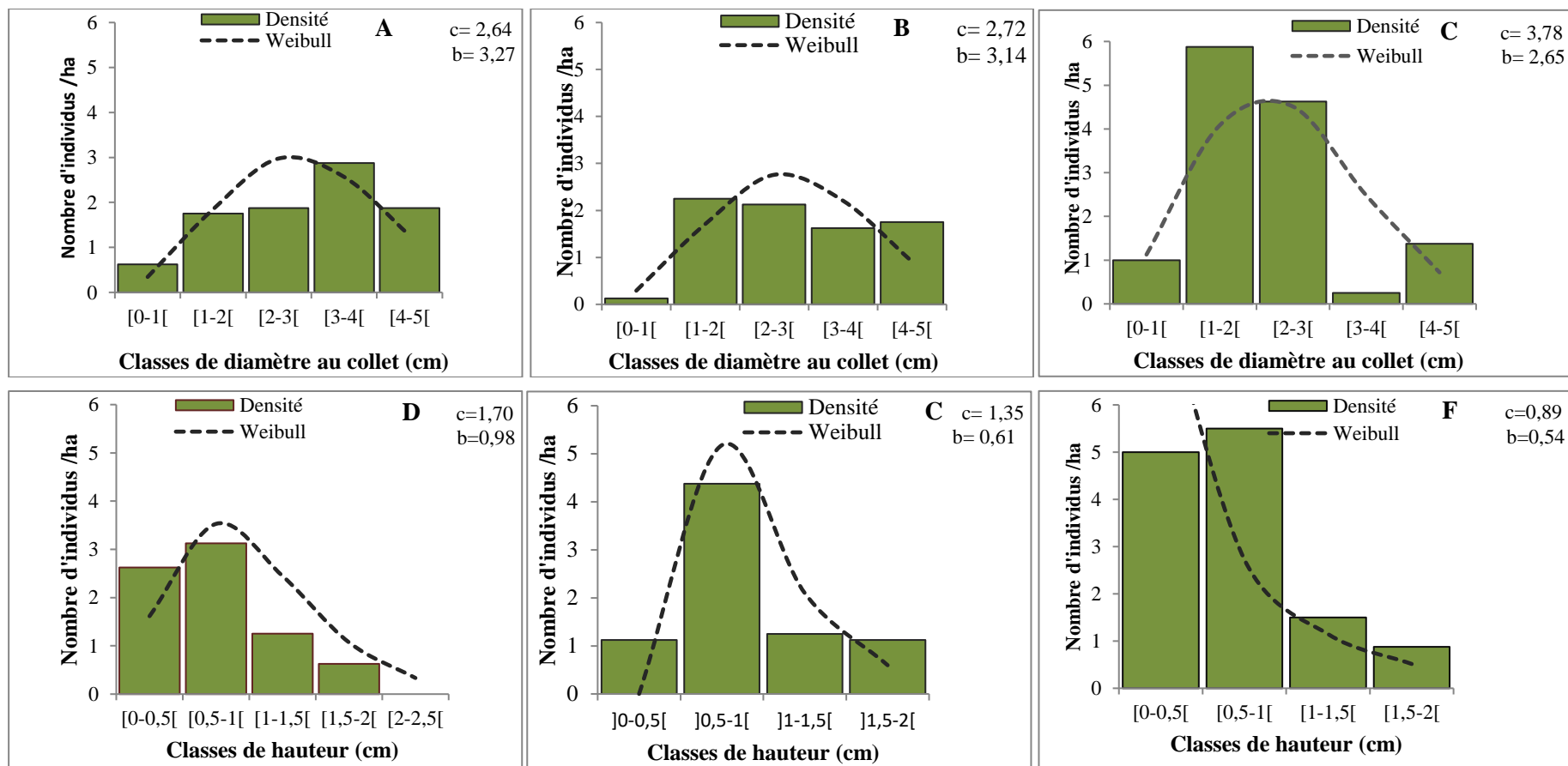


Figure 3 : Structure de la distribution en classes de diamètre au collet (A) Logone Occidentale, (B) Mandoul, (C) Mayo Kebbi Est et classe de hauteurs des jeunes plants de *V. paradoxa* (D) Logone Occidentale, (E) Mandoul, (F) Mayo Kebbi Est.

III. Discussion

3.1. Caractéristiques dendrométriques et diversité floristiques des parcs à karité

Les caractéristiques dendrométriques des parcs à *V. paradoxa* ont montré une variabilité au niveau de la densité, la surface terrière, du diamètre moyen à travers les trois provinces de la zone d'étude. Les densités élevées observées dans le Logone Occidental ($56,5 \pm 14,88$ individus/ha) et le Mandoul ($52,12 \pm 14,70$ individus/ha) pourraient s'expliquer par l'intervention des projets de développement ruraux comme KARITAS et COFEMAC (Coopérative des Femmes du Mandoul pour la promotion du Karité) qui œuvrent dans le cadre de la restauration du couvert végétal par la plantation de karité dans ces zones à fort potentiel socioéconomique (MEERH, 2010). Les fortes pressions anthropiques à travers la coupe et les travaux agricoles contribuent à la dégradation des formations végétales, conduisant à la fragmentation des habitats naturels. Des travaux similaires conduits par RABIOU *et al.* (2016) au Niger et au Burkina Faso ont montré des densités plus élevées des individus à l'hectare ($113 \pm 31,1$ pieds/ha). La différence de densité observée serait due aux facteurs environnementaux et de dégradation du milieu tels que le surpâturage et l'exploitation anarchique des organes. Les résultats de cette étude corroborent ceux de BOFFA (2000) dans les agrosystèmes au Mali.

En ce qui concerne la flore de la végétation ligneuse associée au *V. paradoxa*, elle est dominée par les Fabaceae et les Combretaceae. Cette dominance est due au nombre relativement élevé d'espèces de ces familles dans les parcelles de l'inventaire. Selon DIARASSOUBA *et al.*, (2008), la diversité qui est semble-t-il, maîtrisée par les paysans, serait le résultat d'un processus actif de sélection exercé sur les populations naturelles. Les valeurs de l'indice de Shannon et du coefficient d'équitabilité de Pielou obtenues pour les différents peuplements de la présente étude montrent une structure spécifique moins diversifiée. L'indice de diversité de Schannon-Weaver des parcs à karité est inférieur à 1 bit. Les communautés végétales considérées comme étant pauvres d'après l'indice de Schannon-Weaver ont une valeur de 3,5 bits (KENT et COKER, 1992). La faible richesse spécifique notée s'explique par le fait que *V. paradoxa* constitue la principale composante de la strate arborée des parcs à karité. Ceci est la conséquence de la gestion sélective de la végétation par les paysans et qui consiste à préserver seulement les arbres « utiles » aux hommes. Les valeurs de l'équitabilité de Pielou (0,3 à 0,5) attestent de perturbations des parcs à karité. Elles traduisent aussi une mauvaise répartition du nombre d'individus au sein des espèces. La croissance démographique humaine entraîne une augmentation de l'intensité d'exploitation des ressources végétales. Selon KOUYATE *et al.*, (2017), la pression d'exploitation est la cause de la perte de la biodiversité végétale et constitue une source d'impact majeur sur l'équilibre des écosystèmes naturels. La forte proportion de sujets malades dans les peuplements traduit la vulnérabilité de *V. paradoxa* dans son habitat actuel. Cette vulnérabilité est en grande partie favorisée par le parasitisme et l'épiphytisme (DJEKONBE, 2018), les pressions anthropiques telles que l'émondage, l'élitage, annélation et le feu de brousse. Comme signalé par BOUSSIM *et al.*, (2009) en Afrique de l'Ouest, les parasites Loranthaceae posent un problème majeur à la production fruitière de *V. paradoxa*. Ces phanérogames parasites provoquent la baisse des rendements de la production fruitière et une forte mortalité la de *V. paradoxa*.

3.2. Paramètres structuraux et taux de régénération

La structure en classes de diamètre indique une faible proportion d'individus jeunes, traduisant des peuplements perturbés (MBAYNGONE *et al.*, 2008, SAWADOGO *et al.*, 2016, KABRE *et al.*, 2020b). Selon HOUETO *et al.* (2013), la distribution des individus d'arbre en classes de diamètre a un grand intérêt pour l'évaluation de l'état de conservation des écosystèmes forestiers. L'absence des individus dans les classes de petit diamètre traduirait un mauvais

potentiel de renouvellement des populations (RABIOU *et al.*, 2016). Les irrégularités de la succession des effectifs d'individus dans les classes supérieures indiquent les difficultés de transition dans les différents stades de développement. Des résultats similaires ont été obtenus par GARBA *et al.*, (2017) dans les peuplements de karité au Burkina Faso et au Niger. La faible densité des juvéniles observée révélerait de l'effet des facteurs de perturbation (surpâturage, feux de végétation et sécheresses récurrentes) sur les populations de *V. paradoxa*, tout comme cela a été signalé pour d'autres espèces ligneuses (BOGNOUNOU *et al.*, 2010). Les plantules résistent peu aux facteurs de dégradation du milieu. La transition entre les différentes classes est difficile du fait des mauvais taux de survie et capacités de développement des jeunes plants. Des résultats analogues sont rapportés sur la même plante dans la région de l'Adamaoua au Cameroun (MAPONGMETSEM *et al.*, 2011). Les plantules subissent une forte mortalité dues aux effets de la sécheresse en saison sèche, les feux de végétation et du pâturage (RABIOU *et al.*, 2016). De même le faible taux régénération que présente *V. paradoxa* dans différents parcs à karité est du à des facteurs anthropiques qui sont dus à la récolte presque intégrale des fruits, le défrichage pour la mise en place de nouveaux champs et les feux de brousse (KY *et al.*, 2009 ; THIOMBIANO *et al.*, 2010) et aussi des mauvaises conditions climatiques.

Conclusion

Les caractéristiques dendrométriques des populations naturelles de *V. paradoxa* présentent des similarités et des différences entre les trois provinces du Sud du Tchad. Les densités des populations de l'espèce ne varient pas significativement entre le Mandoul et le Logone Occidental. Il ressort de cette étude que les parcs à karité se révèlent floristiquement pauvres. Suivant les valeurs de l'indice de valeur d'importance (IVI) dans le cortège floristique des peuplements à karité, *V. paradoxa*, *P. biglobosa*, *D. oliveri*, *C. collinum*, *T. indica*, *P. africana* et *S. kunthianum* sont les principales espèces ligneuses dominantes. La structure du peuplement de *V. paradoxa* traduit une situation des milieux perturbés avec un faible potentiel de régénération. Les jeunes pousses ne parviennent pas à s'affranchir des facteurs de perturbation pour assurer un bon renouvellement des populations. En effet, les juvéniles sont très vulnérables aux actions humaines et aux effets de la péjoration climatique. Les pratiques culturelles et les activités de la cueillette précoce compromettent cette régénération. Il ressort de la présente étude, l'urgence de la mise en place d'un plan de gestion durable des parcs à karité au Sud du Tchad. A cet effet, des études de sélection variétale et de domestication de *V. paradoxa* doivent être rapidement envisagées. La multiplication végétative à très faible coût notamment par marcottage aérien ou le greffage de segments de clones très productifs de *V. paradoxa* et une sensibilisation suivie d'une formation des populations locales à ces techniques permettraient d'envisager à brefs délais la domestication progressive. La sensibilisation des paysans sur la protection des juvéniles dans les agrosystèmes, la promotion de la régénération assistée dans les champs et la plantation des meilleurs morphotypes dans les jardins de case permettraient également leur conservation par les populations locales. La restauration nécessite la participation active des populations rurales et une protection accrue des juvéniles.

Références bibliographiques

ABDOURHAMANE H., MOROU B., RABIOU H. et MAHAMANE A., 2013. Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3): 1048-1068. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.13>

ADJONOU K., BELLEFONTAINE R. et KOKOU K., 2009. Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo: structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse* 20: 1-10.

AKAKPO A. B., PADONOU E. A., ASSOGBADJO A. E. et GLELE KAKAÏ R., 2019. Evaluation de l'état actuel et les principales menaces de la Forêt sacrée Badja au sud-ouest du Bénin : Proposition des stratégies de conservation. *Sciences Naturelles et Agronomie*, .9 (1) : 95-106.

AROUNA O. IMOROU I.T., GIBIGAYE M. ALLE P. et TENTE B., 2017. Analyse comparative de l'état de conservation des forêts classées, des forêts communautaires et des forêts sacrées au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19 (1) : 123-139.

BELLEFONTAINE R., EDELIN C., ICHAOU A., DU LAURENS D., MONSARRAT A. et LOQUAI C., 2000. Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides: protocole de recherches. *Sécheresse*, 11: 221-226.

BOFFA J. M., 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique Subsaharienne. Cahier FAO cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au Karité (*Vitellaria paradoxa*, Gaertn.) dans la Zone de Conservation. Cahier FAO, guide de conservation 34 : 1 - 251

BOGNOUNOU F., SAVADOGO P., THIOMBIANO A., TIGABU M., BOUSSIM J. I., ODEN et GUINKO S., 2009. Impact of disturbance from road works on *Pteleopsis suberosa* regeneration in roadside environments in Burkina Faso, West Africa. *Journal of Forestry Research*, 20(4): 355–361. DOI 10.1007/s11676-009-0060-9

BOGNOUNOU F., TIGABU M., SAVADOGO P., THIOMBIANO A., BOUSSIM J. I., ODEN P. C. et GUINKO S., 2010. Regeneration of five Combretaceae species along a latitudinal gradient in Sahelo-Sudanian zone of Burkina Faso. *Annal of Forestry Sciences*, 67 (2010) 306.

BONDE L., OUEDRAOGO O., OUEDRAOGO I., THIOMBIANO A. et BOUSSIM J. I., 2018. Variability and estimating in fruiting of shea tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn) associated to climatic conditions in West Africa: implications for sustainable management and development, *Plant Production Science*, DOI:10.1080/1343943X.2018.1541712

BOUSSIM J. I. et MEDAH N., 2009. Méthodes de lutte contre les Loranthaceae. *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 12 : 27-35.

CABOT J. 1985. Végétation. In : Atlas pratique du Tchad. P.118-131.

CESAR J., CHATELAIN C. 2019. Flore illustrée du Tchad. ISBN 978-2-8277-0212-1

DIARASSOUBA N., KOUABLAN E. K., KANGA A. N., VAN DAMME P. et SANGARE A., 2008. Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *Afrika focus*, 21 (1) : 77-96

DIOUF J., MBAYE M. S., CAMARA A. A., DIENG B., DIOUF N., SARR M. et NOBA K., 2019. Structure et dynamique de la flore et la végétation de la réserve spéciale botanique de Noflaye (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(3): 1458-1472.

DJEKONBÉ P., AVANA T. M. L. et WOMENI M. H., 2018. Influence des pressions parasitaires (Loranthaceae) et anthropiques sur la dynamique des peuplements du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. C. F.) au Tchad. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 11 :39-48

DJEKOTA C., DIOUF D., SANÉ S., MBAYE M. S. et NOBA K., 2014. Morphological

characterization of shea tree (*Vitellaria paradoxa* subsp. *paradoxa*) populations in the region of Mandoul in Chad. *Academic Journals*. 6 (2) : 184-193

DJEKOTA C., MOUGA M., DJIMRAMADJI A., DJELASSEM B., MBAYNGONE E, MAIGA R. D., RIMGOTO K. et NOUBADY D., 2014. Potentiel karité au Tchad (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. subsp. *paradoxa*). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 23 (3): 3646-3656

DJEKOTA C., 2008. Caractérisation macromorphologique du *Butyrospermum parkii* (*Vitellaria paradoxa* C.F Gaertn, subsp. *paradoxa*) dans la région de Mandoul au Tchad. Mémoire de DEA ; Université Cheikh Anta Diop, Dakar/ Sénégal.

GARBA A., DJIMA I. T., ABDOU L. et MAHAMANE A., 2017. Caractérisation de la végétation ligneuse du bassin versant de la Maggia dans la commune rurale de Bagaroua (région de Tahoua). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2): 571-584.

GLÈLÈ KAKAÏ R., BONOU W. et LYKKE A. M., 2015. Approche méthodologique de construction et d'interprétation des structures en diamètre des arbres. *Annales des Sciences Agronomiques*, 20: 95-105.

GLELE KAKAÏ R., AKPONA T. J. D., ASSOGBADJO A. E., GAOUE O. G., CHAKEREDZA,S., GNANGLE P. C., ... et SINSIN B., 2011. Ecological adaptation of the shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* CF Gaertn.) along climatic gradient in Bénin, West Africa. *African Journal of Ecology*. 49(4) : 440-449. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2011.01279.x

GUIBERT B. et LAGNABA K., 2011. Potentialités et contraintes du développement rural dans les régions du Tchad central, orientale et méridionale. *Revue interne sur le secteur rural au Tchad*. 66p.

HEIKKINEN R. K. et BIRKS H. J. B., 1996. Spatial and environmental components of variation in the distribution patterns of subarctic plant species at Kevo, N Finland – A case study at the meso scale level. *Ecography*, 19: 341-351.

HOUÉTO G., FANDOHANA B., OUÉDRAOGO A., AGO E., SALAKO V.K., ASSOGBADJO A.E., GLÈLÈ KAKAÏ R. et SINSIN B., 2012. Floristic and dendrometric analysis of woodlands in the Sudano-Guinean zone: a case study of Belléfoungou forest reserve in Benin. *Acta Botanica Gallica*, xx DOI:10.1080/12538078.2012.735124

HUSCH B., BEERS T. et KERSHAW J. J. R., 2003. *Forest Mensuration*. John Wiley & Sons, New York.

KABORE S. A., BASTIDE B., TRAORE S. et BOUSSIM J. I., 2012. Dynamique du karité, *Vitellaria paradoxa*, dans les systèmes agraires du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 313 (3) : 47-59.

KABRE B., OUEDRAOGO M. B., LANKOANDE B. et OUEDRAOGO A., 2020. Variabilité démographique de *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon suivant le gradient climatique au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 345 (3) : 73-83.

KARAMBIRI M., ELIAS M., BARBARA VINCETI et GROSSE A., 2017. Exploring local knowledge and preferences for shea (*Vitellaria paradoxa*) ethnovarieties in Southwest Burkina Faso through a gender and ethnic lens, *Forests, Trees and Livelihoods*, 26 (1): 13-28, DOI: 10.1080/14728028.2016.1236708

KENT M. et COKER P., 1992. *Vegetation description and analysis: A practical approach*. John Wiley & Sons, England. 363p.

KOUYATÉ A. M. et DIARRA I., 2017. Composition floristique, diversité et structure des

espèces forestières alimentaires de la Région de Sikasso au Sud du Mali. *European Scientific Journal*, 16, (12) : 1857-7431. Doi:10.19044/esj.2020.

KY JMK, GNOULA C, ZERBO P, SIMPORE J, NIKIEMA JB, CANINI A. et MILLOGO-RASOLOUDIMBY J., 2009. Study of floristic diversity and the structural dynamics of some species providers of non woody forest products in the vegetable formations of the centre east of Burkina Faso. *Pakistan Journal of Biological Science* 12 (14): 1004-1011.

LAMORIS OKULLO J. B., OMUJAL F., GODFREY A J., MULUGO L. WERE, VUZI P. CALIFORNIA, NAMUTEBI A., OKELLO J. B. ACOT, OKONYE GODMAN et NYANZI S. A., 2012. Ethno-nomenclature of the shea tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) and its products in the shea zones of Uganda. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*, 1 (10): 477–484

LANKOANDÉ B., LYKKE A. M., BOUSSIM J. I. et OUÉDRAOGO A., 2019. Structure, plant diversity and future management of *Pentadesma butyraceas* tands, an endangered oil tree species in Burkina Faso, West Africa. *Forestry*; 00 : 1 –8. doi:10.1093/forestry/cpz034

MAPONGMETSEM P. M., NKONGMENECK B. A., RONGOUMI G., DONGOCK D. N. et DONGMO E. B., 2011. Impact des systèmes d'utilisation des terres sur la conservation de *Vitellaria paradoxa* Gaerten. F. (Sapotaceae) dans la région des savanes soudano-guinéennes. *International Journal of Environmental Studies*, 68 (6) : 851-872.

MBAYNGONE E., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K. et GUINKO S. 2008. Caractéristique écologique de la végétation ligneuse du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'ouest): le cas de la réserve de Pama. *Candollea*, 33 (1) : 17-33.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUES, 2010. Programme d'Action National d'Adaptation «PANA- Tchad» aux Changements Climatiques. 63 p.

NIANOGO A. J., BOUGOUMA B. et TAPSOBA B., 1997. Les presses manuelles à karité au Burkina Faso. Rapport d'étude. Centre de Recherche pour la Développement International, 39 p.

OUEDRAOGO A., GLELE KAKAÏ R. et THIOMBIANO A., 2013. Population structure of the widespread species, *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill.& Perr. across the climatic gradient in West Africa semi-arid area. *South African Journal of Botany*, 88: 286-295.

OUEDRAOGO A., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K. et GUINKO S., 2006. Régénération sexuée de *Boswellia dalzielii* Hutch., un arbre médicinal de grande valeur au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 289 (3): 41-48.

RABIOU H., DAN GUIMBO I., BATIONO A. B., ISSAHAROU-MATCHI I. et MAHAMANE A., 2016. Etat des populations naturelles de *Vitellaria paradoxa* Gaertn. c. f. dans la zone soudanienne du Niger et du Burkina Faso (Afrique de l'ouest). *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 28 : 428 - 441 428.

SANDWIDI A., DIALLO B.O., LAMIEN N., VINCETI B., SANON K., COULIBALY P., PARE S. et SAWADOGO M., 2018. Participatory identification and characterisation of shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) ethnovarieties in Burkina Faso. *Fruits*, 73(3): 141–152.

SAWADOGO O., GANABA S., TINDANO E., 2016. Evaluation de la dynamique et de l'état sanitaire des peuplements de karité dans trois communes du Burkina Faso. Spécial hors-série n° 2, décembre 2016, Science et technique, Sciences naturelles et agronomie, 325-338.

THIOMBIANO A., GLELE K. R., BAYEN P., BOUSSIM J. I. et MAHAMANE A., 2015.

Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques*, 19: 15–31.

THIOMBIANO D. N. E., LAMIEN N., DIBONG S. D. et BOUSSIM I. J., 2010. État des peuplements des espèces ligneuses de soudure des communautés rurales de Pobé-Mengao et de Nobéré (Burkina Faso). *Journal of Animal and Plant Sciences* 9: 1104-1116.

TJØRVE E., 2003. Shapes and functions of species-area curves: a review of possible models. *Journal of Biogeography*, 30 : 827-835.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Université de N'Djamena à travers le Département de Biologie pour son appui multiforme. Ils remercient également les autorités administratives et traditionnelles, les guides de terrains de différentes provinces pour leur collaboration et tous les lecteurs qui ont contribué à l'amélioration de la qualité scientifique du manuscrit.

ANNEXE : Tableau récapitulatif de paramètres dendrométriques de principales familles par province

FAMILLES	LOGONE OCCIDENTAL				MANDOUL				MAYO KEBBI EST			
	FRr	Denr	Dor	DIVr	FRr	Denr	Dor	DIVr	FRr	Denr	Dor	Divr
Anacardiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,14	0,19	10,52
Annonaceae	2,97	0,88	0,17	9,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Arecaceae	1,98	0,44	0,24	4,76	2,56	1,91	1,27	4,76	-	-	-	-
Bignoniaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	0,28	0,37	5,26
Combretaceae	6,93	2,21	0,74	19,04	6,41	5,03	0,15	9,52	0,01	0,02	0,03	5,26
Ebenaceae	3,96	1,32	1,21	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae	1,98	0,44	0,23	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	40,59	17,69	34,81	47,6	30,76	7,67	8,83	47,61	6,60	13,83	18,63	36,84
Flacourtiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	5,26
Meliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,05	0,06	5,26
Moraceae	1,98	0,44	0,85	4,76	8,97	1,91	4,28	19,04	0,42	0,89	1,20	15,78
Rhamnaceae	1,98	0,44	0,09	4,76	3,84	1,43	0,28	4,76	-	-	-	-
Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	0,28	0,38	5,26
Sapotaceae	31,68	74,33	59,96	4,76	41,02	80,57	84,39	4,76	27,99	58,61	78,96	5,26
Sterculiaceae	3,96	1,32	1,61	4,76	3,84	0,95	0,68	4,76	-	-	-	-
Tiliaceae	-	-	-	-	2,56	0,47	0,08	4,76	-	-	-	-
Verbenaceae	1,98	0,44	0,05	4,76	-	-	-	-	0,02	0,05	0,06	5,26

FRr : Fréquence relative ; Denr: Densité relative ; Dor : Dominance relative ; Divr : Diversité relative