



Original Paper

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

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

Structure des populations de *Tamarindus indica* L. dans la zone Sud-Ouest du Niger

Amadou GARBA^{1*}, Abdou AMANI², Soumana DOUMA³, Abdoul Kader Soumaila SINA⁴ et Ali MAHAMANE⁵

¹ Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire GARBA Mounkaila, BP 1066, Niamey, Niger.

² Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP 429 Niamey, Niger.

³ Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire GARBA Mounkaila, BP 1066, Niamey, Niger.

⁴ Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire GARBA Mounkaila, BP 1066, Niamey, Niger.

⁵ Université de Diffa, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 78, Diffa, Niger.

* Auteur correspondant ; E-mail: garbaamadou10@yahoo.fr; Tel : (+227)97569925

RESUME

L'état des populations de *Tamarindus indica* L. des zones sud-ouest du Niger a été établi à travers l'analyse de leur structure démographique. L'étude a été conduite dans les communes rurales du département de Torodi, région de Tillabéry et de Bana et Tanda du département de Gaya, région de Dosso. Les données ont été collectées au moyen des relevés floristiques et des mesures de diamètres à 1,30 m pour les arbres et à 20 cm pour les arbustes et par le comptage des individus ayant un diamètre inférieur à 5 cm ($d < 5$ cm). Les résultats obtenus montrent que les densités de l'espèce au niveau des trois sites sont faibles et comprises entre 1 à 10 individus /ha, avec un taux de régénération nul. Les distributions observées des structures en diamètres et en hauteur s'ajustent avec les distributions théoriques de Weibull. Les valeurs du paramètre de forme C, supérieures à 3,6 ($C > 3,6$) pour les structures en diamètres, caractérisent une distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.
© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Tamarindus indica*, structure, populations, Niger.

Demographical structure of the *Tamarindus indica* L. in southwest of Niger (north Sudan)

ABSTRACT

The status of *Tamarindus indica* populations in southwestern Niger has been established through the analysis of their population structure. The current study was conducted in the rural district of Torodi province, Tillabéry Region and the rural district of Bana and Tanda of Gaya province, Dosso Region. Data have been collected by means of floristic sampling, and measuring diameters of 1.3 meter for trees and 20 centimeters for shrubs, and counting species with less than five centimeter diameters ($d < 5$ cm). The results have revealed that

the density of the species at the three sites is lower and between 1 to 10 species per acre. The structure distributions observed in terms of diameter and height are in lign with Weibull theoretical distributions. The form C parameter is superior than 3.6 ($C > 3.6$) for the diameter structures, characterize a negative asymmetric or left asymmetric distribution, characteristic of monospecific stands with a predominance of older individual.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Tamarindus indica*, structure, populations, Niger.

INTRODUCTION

Les ressources naturelles des écosystèmes forestiers constituent une source vitale pour l'humanité. En effet, dans le monde, environ un milliard de personnes tirent leurs revenus de l'utilisation des ressources naturelles sauvages (Mohamed-Katerere et al., 2013). Cependant, l'une des problématiques environnementales la plus préoccupante du 21^{ème} siècle juste après les changements climatiques constitue la déforestation (Word Bank, 2003). Les effets conjugués de cette activité anthropique croissante sur les ressources naturelles en synergie avec les facteurs climatiques sévères continuent de rompre l'équilibre naturel au sein des écosystèmes terrestres. En d'autres termes, les modes et systèmes inappropriés d'exploitations des ressources disponibles accélèrent à leur tour le processus de la désertification et la disparition de plusieurs espèces animales et végétales (Kawtar et al., 2004). La dégradation des écosystèmes forestiers constitue une des causes de réduction de la biodiversité dans le monde (Oszwald, 2005 ; N'da et al., 2008 ; Adourhamane et al., 2013). La zone sahéenne des pays membres du Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), a connu un recul annuel de 1,07% des formations forestières au cours de la période de 2005-2010 (FAO, 2010). Cette dégradation se manifeste par des modifications de la composition floristique et de la structure de la végétation (Bakhom, 2013 ; Boubé et al., 2016). Ces perturbations écologiques qui affectent les ressources biologiques et les potentialités des terres se traduisent par la détérioration du niveau de vie des populations. Dans les pays sahéens en général et au Niger en particulier, les

conditions climatiques difficiles des dernières décennies, la demande de plus en plus croissante en terres agricoles et en bois d'énergie, la pression continue du bétail, l'inadéquation des pratiques de gestion, sont autant de facteurs qui ont réduit considérablement la densité des certaines espèces ligneuses alimentaires à usages multiples pour les populations en milieu rural. Parmi ces espèces forestières figure le tamarinier (*Tamarindus indica* L.) qui, parmi les plantes spontanées, occupe une place importante dans la vie socio-économique des populations locales. Des études ethnobotaniques récentes révèlent que toutes les parties de la plante sont sollicitées par les populations. De nos jours, cette espèce continue encore à jouer un rôle important dans la satisfaction des besoins essentiels des pauvres, et la demande de ses produits ne cesse de croître. Tous ces facteurs constituent une source de pressions anthropiques qui affectent la dynamique des peuplements naturels de cette espèce. D'autre part, au Niger, on dispose de très peu d'informations sur la démographie du tamarinier. Or, les informations démographiques constituent la base nécessaire pour la protection de l'espèce et le suivi de la dynamique de son peuplement, d'où l'intérêt de la présente étude dont l'objectif est de déterminer la structure démographique du peuplement naturel du tamarinier dans un contexte d'activités anthropiques croissantes.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la partie Sud-ouest du Niger. Elle s'est déroulée entre octobre 2018 et février 2019 dans trois communes à savoir la commune

rurale de Torodi (région de Tillabéry) et les communes rurales de Bana et Tanda (région de Dosso) (Figure 1).

Le choix de ces sites est fondé sur la présence des individus de *Tamarindus indica* L. Le climat de la zone est de type nord-soudanien. Il est caractérisé par une saison pluvieuse plus longue à Gaya allant de mai à septembre, avec une pluviométrie moyenne de 800 à 900 mm. Par contre, à Torodi, elle s'étend de juin à septembre avec une pluviométrie moyenne de 600 mm. La saison sèche dure neuf mois (octobre-avril). Les températures varient au sein d'une même saison et entre les saisons. Les vents sont de deux types : l'harmattan, très sec, soufflant d'est ou du nord-est à l'ouest et la mousson qui est un vent chargé d'humidité et qui apporte les pluies. Il souffle du sud-ouest au nord-est. Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par l'existence des cours d'eau temporaires (dallols) et des mares permanentes et semi-permanentes à Gaya, et des mares semi-permanentes à Torodi. L'agriculture demeure la principale activité des populations et les principales cultures sont le mil, le sorgho, le niébé et le maïs et les cultures maraîchères. Ces activités agricoles sont confrontées à plusieurs défis notamment l'irrégularité pluviométrique avec comme conséquence une baisse de la production agricole.

Les principales unités géomorphologiques sont les plateaux, les plaines, les vallées et les bas-fonds. La végétation est constituée par des savanes arbustives, des savanes arborées et des forêts classées. Les espèces ligneuses rencontrées sont : *Acacia macrostachya* Reichenb. Ex Benth., *Annona senegalensis* Pers., *Guiera senegalensis* J.G.Gmel., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Combretum glutinosum* Perr. Ex DC., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., *Khaya senegalensis* (Desv.) A.Juss., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Acacia nilotica* (L.) Willd. Var. *adansonii* (Guill. & Perr.) O. Ktze, *Acacia seyal* Del., *Tamarindus indica* L., *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., *Diospyros mespiliformis*, Hochst. ex A. Rich,

Combretum micranthum G. Don. *Combretum nigricans* Engl. Ex Diels, *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. et Perr., *Borassus aethiopum* Mart. *Hyphaene thebaica* (L.) Mart., *Bombax costatum* Pellegr., *Adansonia digitata* L., *Pterocarpus erinaceus*, Poir., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex Benth., *Lannea microcarpa* Engl. et K. Krauze, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. *Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub, *Faidherbia albida* Del.

Echantillonnage et collecte des données

Sur la base des informations obtenues à la direction du centre national des semences forestières (CNSF) du ministère de l'environnement de la salubrité humaine et du développement durable (MESU/DD), et auprès des personnes ressources, un effectif de 14 terroirs villageois tirés au hasard a été exploré à travers 119 placettes de 50 m sur 50 m disposées le long de 14 transects : (i) trois dans la commune de Torodi (Torodi, Nikoye et Kobio) où 37 placettes ont été inventoriées ; (ii) six dans la commune de Tanda (Tanda, Baa, Gandatché, Tchélélé, Mariga, Tounaga et Kolamba) où 46 placettes ont été investiguées et (iii) cinq dans la commune de Bana (Bana, Koté-koté, Mallam Kadi, Kontalonga et Faska) avec 36 placettes.

Pour évaluer la densité de peuplement de *Tamarindus indica* au niveau de ces sites, nous avons adopté la méthode de transects expérimentée par des auteurs notamment Assogbadjo et al. (2006) sur *Adansonia digitata* L. au Bénin et Bourou et al. (2012) sur *Tamarindus indica*, au Sénégal. La modification apportée a concerné la largeur de la bande qui est de 200 m, soit 100 m de part, et d'autre, de la ligne-transect centrale. Ainsi, à partir d'un point (village site), des transects de 6 à 7 km ont été disposés dans le sens nord-sud et est-ouest. Ce type de dispositif a été adopté pour augmenter la probabilité de rencontrer les individus de *Tamarindus indica* en raison de la faible densité de l'espèce dans les différentes localités explorées. Au fur et à mesure de la progression sur les transects, des placettes de 2500 m² ont été disposées de façon systématique à chaque fois qu'un individu ou des individus de *Tamarindus*

indica sont rencontrés dans le rayon des bandes d'observations. Les paramètres dendrométriques relevés sont :

- le diamètre à 1,30 m pour les arbres ;
- le diamètre à 20 cm du sol pour tous les arbustes de diamètre supérieur ou égal à 5 cm au moyen d'un compas forestier ;
- la hauteur totale à l'aide d'une perche graduée ;
- le diamètre moyen du houppier ;
- le nombre des rejets ou tiges ayant un diamètre inférieur à 5 cm ont été comptés ; les données relatives aux facteurs stationnels comme la texture du sol, la géomorphologie du terrain, les coordonnées du milieu de la placette, le type d'occupation du sol ont été également relevées.

Analyse statistiques des données de densité des peuplements

Pour apprécier les données issues des peuplements naturels du tamarinier, les paramètres dendrométriques suivants ont été calculés : la densité qui est déterminée par la formule

$$N = \frac{n}{S}$$

Où N est le nombre moyen d'individus par hectare ; n, le nombre d'arbres de la placette et s, la superficie en hectare. L'indice de valeur d'importance de CURTIS et MACINTOSH (1951), qui s'exprime par :

$$IVI = \sum [(fr + dr + domr)]$$

où *fr* est la fréquence relative de l'espèce, *dr* est la densité relative (nombre d'individu/ha) de l'espèce et *domr*, la dominance relative se rapportant ici à la surface terrière des espèces. IVI est un indice quantitatif permettant d'identifier les espèces écologiquement importantes dans une communauté végétale (Adomou et al., 2009). Il varie de 0 (absence de dominance) à 300 (mono-dominance) la dominance relative d'une espèce est le quotient de son aire basale avec l'aire basale totale de toutes les espèces ;

la surface terrière est déterminée par la formule :

$$domr = \frac{\text{Surface terrière relative d'une espèce}}{\text{surface terrière relative d'une espèce est}} \times 100$$

$$G(m^2/ha) = \frac{\pi}{40000S} \sum_{i=1}^n di^2$$

Où di est le diamètre (en cm) de l'arbre i de la placette et s l'aire de la placette (en ha) la densité relative d'une espèce est le rapport de sa densité absolue au total des densités absolues de toutes les espèces multiplié par cent la fréquence relative d'une espèce est le rapport de sa fréquence spécifique par le total des fréquences spécifiques de toutes les espèces multiplié par cent.

$$dr = \frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

$$fr = \frac{\text{fréquence spécifique de l'espèce}}{\text{fréquence spécifique totale des espèces}} \times 100$$

la fréquence spécifique (FS) est égale au rapport exprimé en pour cent du nombre (ni) de fois où l'espèce i est présente dans la liste floristique au nombre total N des individus inventoriés.

$$Fs = \frac{ni}{N} \times 100$$

le taux de régénération qui est le rapport entre l'effectif total des jeunes plants ($\emptyset < 4$ cm pour les arbustes, ou à 10 cm pour les arbres) et celui de tous les individus du peuplement. Ce taux a été utilisé au Niger par plusieurs auteurs dont (Douma et al., 2010 ; Laouali et al., 2016) pour déterminer la capacité de régénération des espèces forestières dans la réserve du Parc W et dans les parcs agrosystèmes. D'après Poupon, un taux de 50 % indique un peuplement en équilibre où il y a autant de jeunes plants que d'adultes ; un Taux < 50% traduit un peuplement vieillissant dont la densité des jeunes plants est inférieure à celle des adultes ; un Taux > 50 caractérise un peuplement en pleine expansion par suite d'une forte régénération ; les jeunes individus sont plus importants que les adultes

- Structure en diamètre et en hauteur de l'espèce *Tamarindus indica*

Pour établir la structure démographique du tamarinier, les paramètres dendrométriques

(hauteur et diamètre) des différents individus de l'espèce ont été extraits de la base de données de l'ensemble des espèces ligneuses inventoriées. Ensuite, les valeurs de ces paramètres sont rangées en ordre croissant puis réparties en classes des hauteurs et diamètres. Le tableur Excel a été utilisé pour faire ces différentes opérations. Le logiciel Minitab 14 a été utilisé pour l'ajustement des différents histogrammes construits à la distribution théorique de Weibull (Husch et al., 2003, Morou, 2010, Abdourhamane et al., 2013, Laouali et al, 2016, Barmo et al, 2019). Cette distribution se fonde sur la fonction de densité de probabilité de la distribution de Weibull. La fonction F est définie comme suit :

$$f(x) = \frac{c}{b} + \frac{(x-a)^{c-1}}{b} e^x \left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c \right]$$

où x est le diamètre des arbres et f(x) sa valeur ; a est le paramètre de position ; b est le paramètre d'échelle ou de taille et c'est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée. Dans cette étude, la valeur du paramètre de position "a "

est cinq (5). Les principales formes de distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre c sont détaillées comme suit : (i) $C < 1$: Distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes ; (ii) $C = 1$: Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction ; (iii) $1 < C < 3,6$: Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre ; (iv) $C = 3,6$: Distribution symétrique ; structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monospécifiques de même cohorte ; (v) $C > 3,6$ Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.

Afin de vérifier l'ajustement de la distribution observée à la distribution de Weibull, le test de Kolmogorov Smirov a été utilisé.

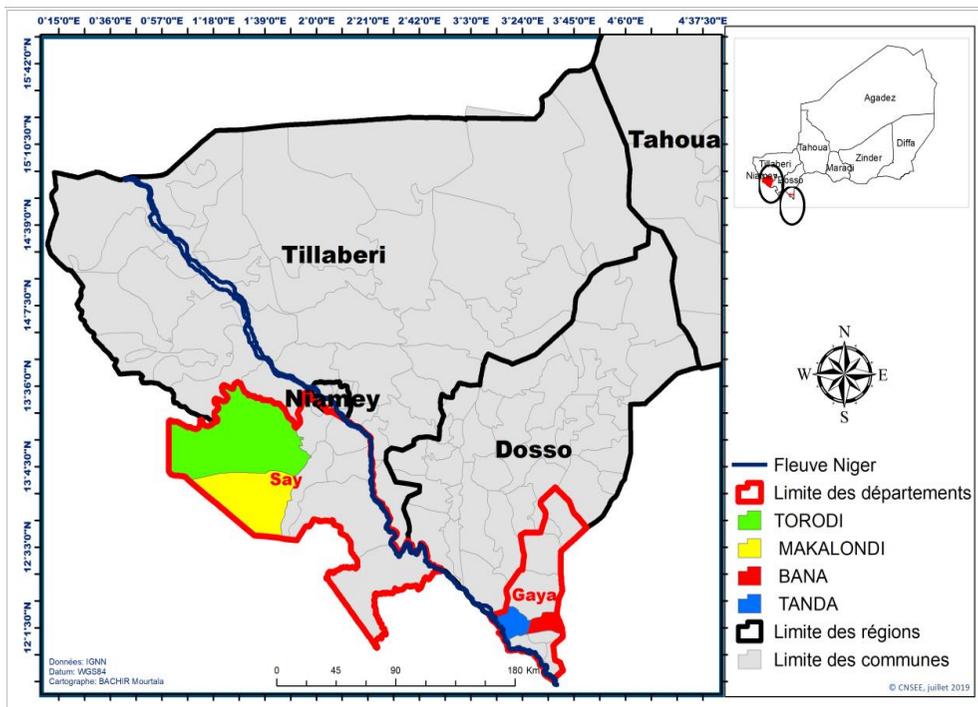


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

RESULTATS

Paramètres structuraux

Les valeurs moyennes des diamètres et hauteurs des individus du tamarinier recensé sur les trois sites indiquent l'existence d'une différence hautement significative entre les trois communes (Tableau 1). Les valeurs moyennes de diamètres les plus élevées ont été enregistrées à Torodi ($60,79 \pm 2,34$, $p = 0,001$). Elles sont suivies respectivement de celles de la commune de Bana ($49,3 \pm 3,67$) et de celles de la commune de Tanda ($38,7 \pm 1,85$). Pour ce qui est de la hauteur, des différences également significatives ont été enregistrées ($p = 0,001$). Les hauteurs obtenues à Torodi ($10,70 \pm 0,39$) et à Bana ($9,01 \pm 0,62$) sont statistiquement égales (Tableau 2). La plus faible hauteur moyenne est relevée dans la commune de Tanda.

Densités, indice de valeur d'importance et taux de régénération

La densité des individus de *Tamarindus indica* varie suivant les localités. En effet, elle est plus élevée au niveau du site de Tanda ($8,54 \pm 2$ ind/ha) suivi du site de Torodi (4 ± 2 ind/ha). Pour le site de Bana, elle est de $2,22 \pm 1,77$ individus/ha. L'importance écologique du tamarinier dans le cortège floristique a été également appréciée à partir de la détermination de l'indice de valeur d'importance (Tableau 2a, 2b, 2c). Cet indice est plus important au niveau du site de Tanda (IVI = 78,18%) suivi du site de Torodi (IVI = 72,21%) puis le site de Bana (IVI = 45,558%).

Le taux de régénération de la population de *Tamarindus indica* est nul (Taux = 0%) dans toutes les 3 communes explorées. Ce taux exprime la capacité d'une espèce végétale à perpétuer ses générations à travers un mécanisme biologique dans un écosystème au sein d'une communauté végétale. Cette absence de régénération naturelle par graine en milieu naturel de cette espèce a été signalée par les populations des différentes ethnies lors de nos enquêtes ethnobotaniques. En outre, les usages multiples (fourrage, médecine traditionnelle, alimentation humaine) dont le tamarinier fait l'objet font

que, les individus de cette espèce forestière sont aujourd'hui soumises à des mutilations anthropiques excessives (Figure 3).

Structure démographique de *Tamarindus indica* L.

Structure en diamètre

La distribution par classe de diamètre des individus du tamarinier (Figure 4) met en évidence l'absence de la régénération que constituent les individus de diamètre compris entre 5 et 15 et 15 et 25 cm dans les communes de Torodi et Bana (Figure 4a et 4c) et de 5 à 15 cm dans la commune de Tanda (Figure 4b). Les distributions observées de ces classes de diamètres s'ajustent avec la distribution théorique de Weibull avec un paramètre de forme C supérieur à 3,6. Ce qui caractérise une distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés. Les résultats de l'analyse du test de Kolmogorov Smirnov indiquent un ajustement des distributions observées aux distributions théoriques de Weibull avec une probabilité P-value supérieur à 0,005 ($p\text{-value} > 0,005$) au seuil de 5%.

Structure en hauteur

Les résultats de la distribution des classes de hauteurs (Figure 5) montrent une abondance des individus du tamarinier dans la classe de hauteur [7_9] [pour l'ensemble des trois sites, comme les classes de diamètre, les distributions observées des classes de hauteurs s'ajustent à la distribution théorique de Weibull avec un paramètre de forme C compris entre 1 et 3,6 ($1 < C < 3,6$). Ce type de distribution caractérise une distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus de faible hauteur. Les résultats de l'analyse du test de Kolmogorov Smirnov indiquent un ajustement des distributions observées aux distributions théoriques de Weibull avec une probabilité P-value supérieure à 0,005 au seuil de 5%.

Tableau 1 : Variations des diamètres et hauteurs moyens.

Communes	Diamètres (cm)		Hauteurs (cm)	
	Moyenne	CV (%)	Moyenne	CV(%)
Torodi	60,79 ± 2,34 a	33,53	10,70 ± 0,39 a	33,1
Bana	49,30 ± 3,67 b	35,13	9,01 ± 0,62ab	31,32
Tanda	38,70 ± 1,85 c	33,25	7,85 ± 0,31 b	26,79
	p = 0,001*		p = 0,001*	

Tableau 2a: Valeurs des paramètres structuraux des espèces inventoriées dans la commune de Torodi.

Espèces	Familles	Effectifs	FR	DR	STR	
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del. subsp. nilotica	Fabaceae-Mimosoideae	5	1,47	1,47	0,096	3,038
<i>Acacia seyal</i> Del	Fabaceae-Mimosoideae	6	1,76	1,76	0,529	
<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacaceae	3	0,88	0,88	3,969	
<i>Annogeissus leocarpa</i> (DC.) Guill. et Perr.	Combretaceae	9	2,65	2,65	5,992	11,287
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitaceae	94	27,65	27,65	19,546	74,840
<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	Capparaceae	1	0,29	0,29	0,193	
<i>Cassia nigricans</i> Vahl.	Caesalpiniaceae	1	0,29	0,29	0,002	
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	Combretaceae	5	1,47	1,47	0,454	3,395
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	Combretaceae	2	0,59	0,59	0,004	1,181
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC	Combretaceae	70	20,59	20,59	1,670	42,847
<i>Combretum micranthum</i> G.Don.	Combretaceae	1	0,29	0,29	0,0136	0,602
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex A. DC.	Ebenaceae	44	12,94	12,94	9,136	35,019
<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.	Arecaceae	17	5,00	5,00	2,592	12,592
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. Krause	Anacardiaceae	3	0,88	0,88	3,329	5,094
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) Kuntze	Rubiaceae	1	0,29	0,29	2,064	2,653
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Fabaceae-Caesalpinoideae	21	6,18	6,18	3,334	15,688
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae	1	0,29	0,29	1,114	1,703
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	7	2,06	2,06	2,574	6,692
<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae-Caesalpinoideae	49	14,41	14,41	14,41	43,381
Total	19	340	100,00	100,00	100	

Fr = fréquence relative, Dr = densité relative, STR = surface terrière relative, IVI = indice de valeur d'importance.

Tableau 2b: Valeurs des paramètres structuraux des espèces inventoriées dans la commune de Tanda.

Espèces	Familles	FR	DR	STR	IVI
<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan.	Fabaceae-Mimosoideae	0,42	0,42	0,003	0,85
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex Benth.	Fabaceae-Mimosoideae	0,42	0,42	0,006	0,85
<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacaceae	5,51	5,51	18,13	29,14
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	0,85	0,85	0,08	1,77
<i>Anogeissus leiocrapus</i> (DC.) Guill. et Perr.	Combretaceae	0,42	0,42	0,059	0,91
<i>Azadiracta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	2,12	2,12	0,51	4,75
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitaceae	5,51	5,51	1,32	12,34
<i>Bombax costatum</i> Pellegr.	Bombacaceae	2,12	2,12	0,91	5,15
<i>Borassus aetchiopum</i> Mart.	Arecaceae	0,85	0,85	0,37	2,06
<i>Combretum glutinosum</i> Perr.	Combretaceae	2,12	2,12	0,09	4,32
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	Combretaceae	0,85	0,85	0,07	1,76
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex A. DC. Ebenaceae	Ebenaceae	5,51	5,51	0,67	11,68
<i>Fucus platyphylla</i> Del.	Moraceae	0,85	0,85	0,75	2,45
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. Krause	Anacardiaceae	2,54	2,54	1,40	6,49
<i>Mitrgyna inermis</i> (Willd.) Kuntze	Rubiaceae	1,69	1,69	0,25	3,64
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Fabaceae-Caesalpinoideae	3,81	3,81	2,63	10,26
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	Fabaceae-Mimosoideae	2,54	2,54	1,87	6,95
<i>Sclerocaria birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	6,78	6,78	3,16	16,72
<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae-Caesalpinoideae	33,47	33,47	11,23	78,18
<i>Cissus quadrangularis</i> L.	Vitaceae	0,42	0,42	0,174	1,02
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. & Perr.	Combretaceae	0,42	0,42	0,081	0,93
<i>Vitellaria Paradoxa</i> Gaertn. f.	Caparaceae	20,76	20,76	11,05	52,58
Total	21	100,00	100,00	54,81	254,81

Fr = fréquence relative, Dr = densité relative, STR = surface terrière relative, IVI = indice de valeur d'importance.

Tableau 2c: Valeurs des paramètres structuraux des espèces inventoriées dans la commune de Bana.

Espèces	Familles	Effectifs	FR	DR	STR	IVI
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del. subsp. nilotica	Fabaceae-Mimosoideae	10	3,25	3,25	0,814	7,308
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd. ex Del.	Fabaceae-Mimosoideae	1	0,32	0,32	0,020	0,669
<i>Anogeus leiocarpus</i> (DC.) Guill. et Perr.	Combretaceae	1	0,32	0,32	1,068	1,717
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	24	7,79	7,79	6,010	21,594
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitaceae	2	0,65	0,65	0,612	1,911
<i>Bombax costatum</i> Pellegr.	Bombacaceae	3	0,97	0,97	2,570	4,518
<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	Bombacaceae	23	7,47	7,47	15,635	30,570
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) R. Br.	Asclepiadaceae	2	0,65	0,65	0,051	1,350
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	Fabaceae-Caesalpinioideae	8	2,60	2,60	0,719	5,914
<i>Celtis integrifolia</i> Lam.	Ulmaceae	6	1,95	1,95	3,504	7,400
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	Combretaceae	10	3,25	3,25	0,209	6,703
<i>Combretum micranthum</i> G.Don.	Combretaceae	37	12,01	12,01	1,010	25,036
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	Combretaceae	7	2,27	2,27	0,218	4,763
<i>Entanda africana</i> Guill. Et Perr.	Fabaceae-Mimosoideae	1	0,32	0,32	0,552	1,201
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnhardt, Cat. Pl. Hort	Myrtaceae	1	0,32	0,32	0,518	1,167
<i>Faidherbia albida</i> (Del.) Chev.	Fabaceae-Mimosoideae	3	0,97	0,97	0,018	1,966
<i>Ficus ingens</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	1	0,32	0,32	1,893	2,542
<i>Ficus sycomorus</i> L	Moraceae	1	0,32	0,32	0,393	1,042
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	Combretaceae	39	12,66	12,66	0,529	25,854
<i>Hyphaene.thebaica</i> (L.) Mart.	Arecaceae	43	13,96	13,96	5,538	33,460
<i>Mangnifera indica</i> L	Anacardiaceae	1	0,32	0,32	0,552	1,201
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br. ex G.Don	Fabaceae-Mimosoideae	10	3,25	3,25	3,811	10,305
<i>Phoenix dactylifera</i> L	Arecaceae	8	2,60	2,60	1,120	6,315
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Fabaceae-Mimosoideae	27	8,77	8,77	3,020	20,552
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	Fabaceae-Mimosoideae	7	2,27	2,27	5,792	10,337
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Fabaceae	1	0,32	0,32	0,092	0,742
<i>sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	6	1,95	1,95	4,409	8,305
<i>Sterculia setigera</i> Del.	Sterculiaceae	3	0,97	0,97	2,217	4,165
<i>Tamarandus indica</i> L,	Fabaceae-Caesalpinioideae	20	6,49	6,49	32,571	45,558
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. f.	Sapotaceae	1	0,32	0,32	1,490	2,140
<i>Zizifus mauritania</i> Willd.	Rhamnaceae	1	0,32	0,32	0,014	0,663
Total		308	100,00	100,00	96,969	296,969

Fr = fréquence relative, Dr

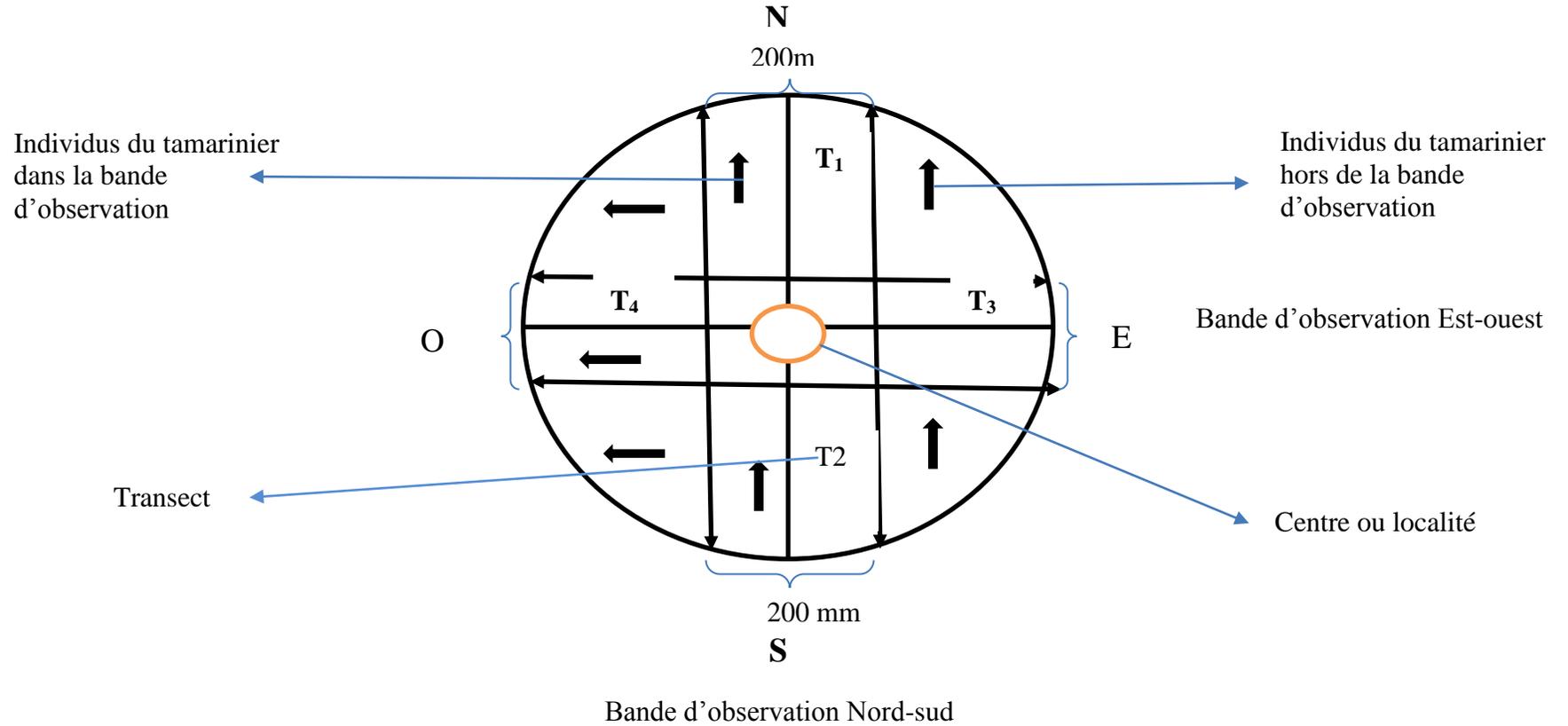


Figure 2 : Schéma du dispositif d'échantillonnage (Garba, 2019).



a = Elagage d'un pied du tamarinier pour le fourrage



b = Ecorçage d'un pied du tamarinier pour la pharmacopée traditionnelle.

Figure 3 : Mutilations anthropiques sur les individus du tamarinier (*Tamarindus indica* L.).

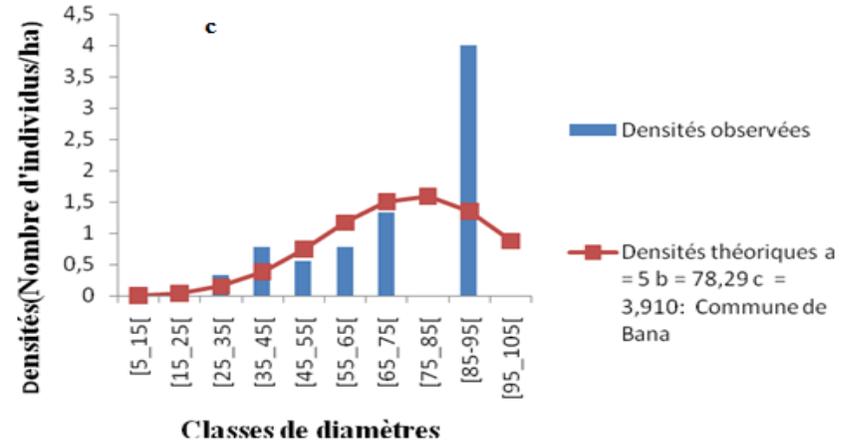
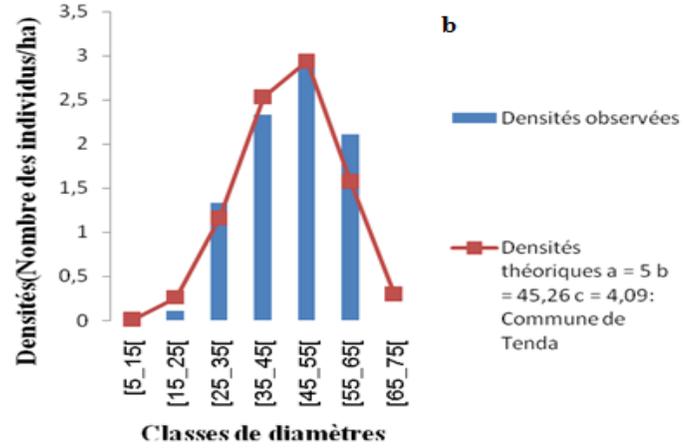
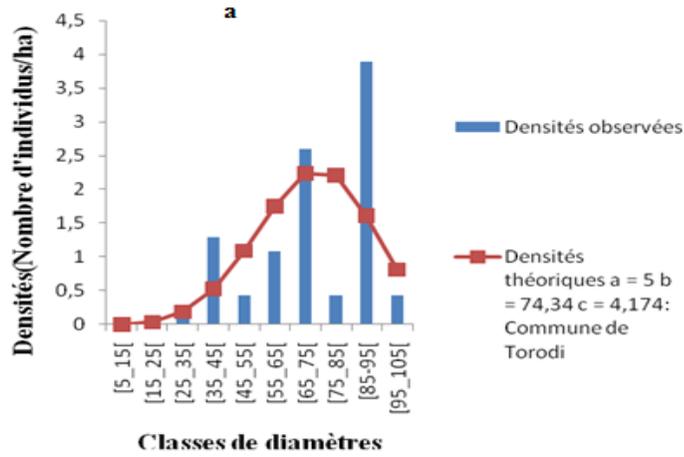


Figure 4 : Structure en diamètre de trois sites : a = Torodi

b = Tenda c = Bana

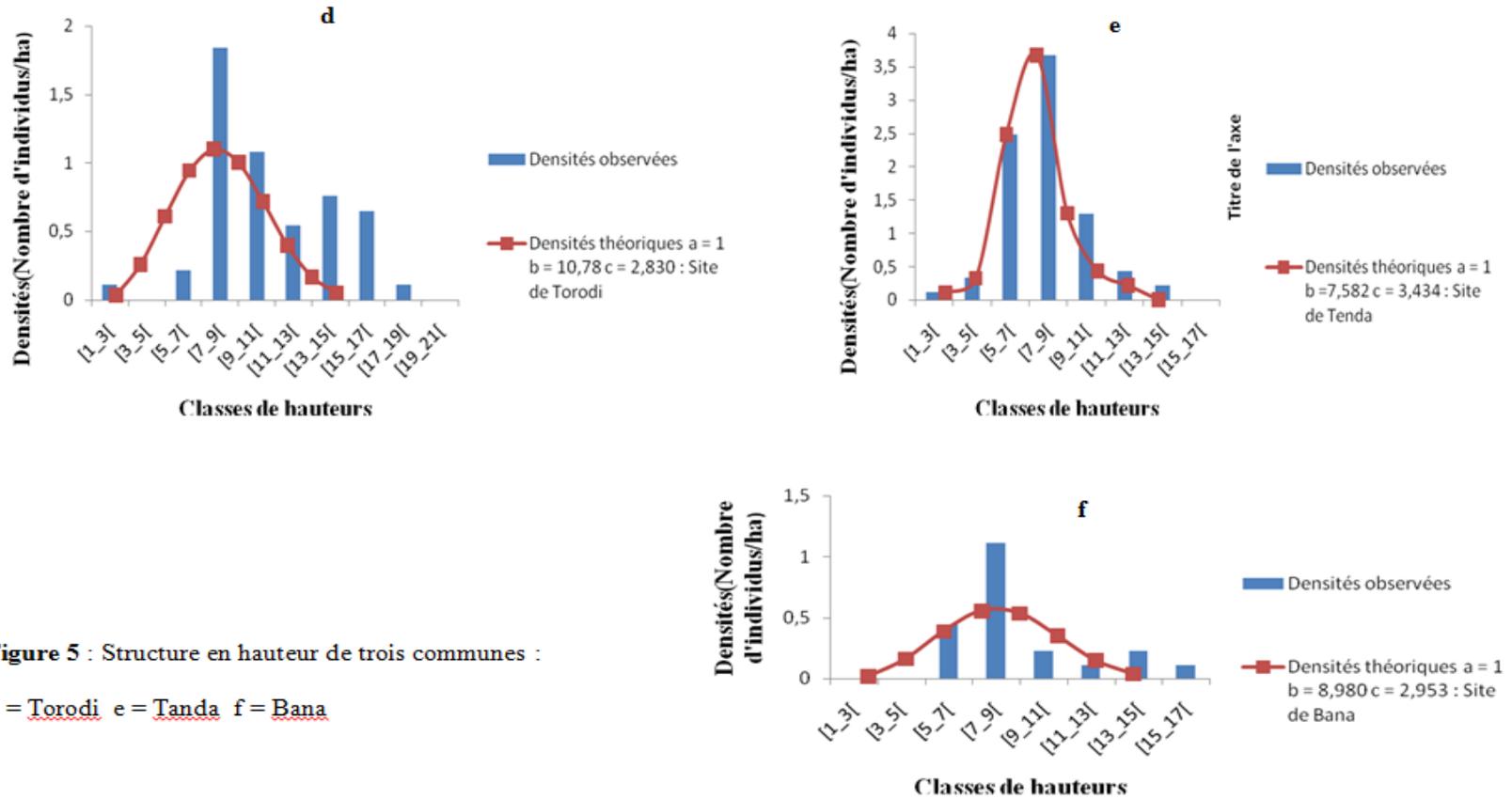


Figure 5 : Structure en hauteur de trois communes :

d = Torodi e = Tenda f = Bana

DISCUSSION

Distribution et abondance du tamarinier

Le tamarinier aurait été originaire de Madagascar et d'Afrique orientale. Actuellement il est répandu dans toute l'Afrique tropicale semi-aride et aux indes. C'est un arbre aux usages les plus multiples au sahel. Au Niger cette espèce est reconnue comme un arbre fruitier d'importance capitale et ses produits font l'objet de multiples usages (alimentaires, thérapeutiques, cosmétiques, culturels, architecture, énergie etc.). Les études ethnobotaniques ont prouvé que toutes les parties de cette espèce, des feuilles jusqu'aux racines sont utilisées par les populations. Les valeurs des densités de *Tamarindus indica* obtenues au niveau de trois communes sont très faibles et sont comprises entre 1 à 10 individus/ha. Cette faible densité qui a également été observée par Diallo (2001) au Burkina Faso expose le tamarinier à une baisse de la diversité génétique intra-population d'autant plus exacerbé qu'il est allogame (Diallo et al., 2008 ; Dawson et al., 2009). Les valeurs des densités obtenues sont similaires à ceux de Rabiou et al. (2015) obtenues sur le *Pterocarpus erinaceus* Poir. au Niger et au Burkina Faso, Bourou et al. (2012) sur le tamarinier au Sénégal; mais inférieurs à ceux trouvées par Laouali et al. (2016) obtenues sur le *Prosopis africana* (G. et Perr.), dans le sud-est du Niger et Ali et al. (2017), sur le *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. Rich. Au centre-sud et à l'ouest du Niger. Ces faibles densités sont dues, d'une part, à la péjoration climatique et d'autre part aux activités anthropiques notamment le défrichement agricole et la coupe de bois de feu. En effet, le combustible ligneux était devenu pratiquement la seule et unique source d'énergie domestique et professionnelle non seulement en milieu rural mais également en milieu urbaine (Ozer, 2004). Par ailleurs, depuis la moitié du 20^{ème} siècle, la population sahélienne a plus que triplée et les taux de croissance urbaine sont encore plus impressionnants et entraînent chaque jour d'importants bouleversements environnementaux. Une telle pression anthropique engendre un déboisement incontrôlé pour satisfaire les besoins en énergie des populations, la demande en bois d'œuvre et l'expansion agricole (Ozer et al.,

2005). Aujourd'hui, ce qui est encore plus effrayant, ce qu'à la place du bois mort, c'est le bois frais qui est collecté puis séché en milieu naturel avant d'être acheminé dans les grandes villes. La fréquence de ces activités non contrôlées sur les écosystèmes forestiers entraîne une dégradation du couvert végétal et une baisse drastique la densité floristique de plusieurs essences forestières d'importance économique comme le tamarinier. Cette régression de la densité et de la qualité des espèces ligneuses dans la zone sahélienne a été notifiée par Ganaba (2008) et paré (2008).

Structures du tamarinier

L'aménagement des peuplements forestiers nécessite la maîtrise de la structure en diamètre et en hauteur des arbres. Ces structures sont révélatrices des événements liés à la vie des peuplements. En effet, les structures en diamètre des peuplements de *Tamarindus indica* révèlent que dans les trois communes l'espèce est confrontée à un problème de régénération traduit par l'absence des juvéniles. Le paramètre de forme C supérieur à 3,6, caractérise une distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés. Ce type de distribution est contraire à celle observée chez *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A. Rich par Ali et al. (2017) au centre-sud et ouest du Niger. Elle diffère également de celle observée chez *Prosopis africana* dans la forêt de Fathala au Sénégal (Niang, 2001 ; Fatimata, et al., 2010). La différence entre ces résultats, pourrait être due à la différence du degré d'intérêt ethnobotanique entre les espèces. En effet, plus une espèce à un intérêt ethnobotanique important, plus elle est convoitée par les populations de la localité, et *Tamarindus indica* est une espèce dont tous les organes sont sollicités par les populations (Garba et al., 2017). La structure en classe de diamètre montre l'absence des individus de diamètre compris entre 5 et 15 cm qui constitue la régénération. Cette situation est due à une absence de régénération naturelle par graine de cette espèce en milieu naturel, ce qui explique la valeur nulle du taux de régénération. Une telle situation pourrait compromettre la survie de cette espèce à long terme. Ces résultats corroborent ceux trouvés

par Douma et al. (2010) qui avaient conduit un inventaire floristique dans la réserve totale de faune de Tamou pour déterminer l'état de dégradation de quatre espèces ligneuses fruitières (*Parkia biglobosa*, *Adansonia digitata*, *Vitellaria paradoxa* et *Tamarindus indica*) en zone sahélo-soudanienne du Niger. La difficulté de régénération de cette espèce pourrait être due aux impacts des activités anthropiques notamment la récolte des gousses qui se fait par émondage des branches fruitières ce qui compromet les fructifications ultérieures (Diallo, 2001). En outre, le tamarinier est fortement sollicité en pharmacopée traditionnelle. L'ensemble de ces activités qui portent atteinte à la santé de l'espèce constituent une cause de la baisse de sa productivité fruitière. Cette baisse de productivité fruitière a été exprimée par les populations des toutes les ethnies rencontrées lors de nos enquêtes ethnobotaniques. A ces facteurs s'ajoutent les facteurs entomologiques caractérisés par l'attaque des graines à l'état humide par des insectes bio-ravageurs. La faible présence des individus de gros diamètre indique l'état de vieillissement des individus du peuplement de cette espèce. Ce type de situation a été signalé en forêts classées au Sénégal par Sambou (2004). Les variations des diamètres moyennes observées entre les sites sont dues aux variations des conditions climatiques. En effet, dans la partie Nord soudanienne comme Gaya qui est proche de la zone soudanienne, la pluviométrie moyenne varie de 800 à 900 mm, tandis qu'à Torodi, elle est de 600 mm. Cette différence de pluviométrie peut offrir aux espèces de meilleures conditions parfois différentes pour un développement normal des espèces.

Conclusion

La présente étude a permis de caractériser les populations naturelles de *Tamarindus indica* dans les zones sud-ouest nord-soudanienne du Niger. Les résultats ont permis de comprendre que les populations de tamarinier sont caractérisées par des individus âgés avec des densités très faibles. La régénération naturelle par graine en milieu naturel de l'espèce est fortement compromise par les facteurs climatiques, anthropiques et entomologiques. Cela peut compromettre la survie du peuplement de l'espèce. La faible

densité de l'espèce est susceptible d'induire à son tour, une érosion génétique avec pour conséquence, une diminution de la capacité de l'espèce à s'adapter aux conditions d'environnements changeants. Il est donc nécessaire de prendre en compte dans les programmes de développement économique et social durable, une politique de sécurité alimentaire basée sur la valorisation des espèces forestières d'importance socioéconomiques à forte valeur ajoutée. Cependant, ces politiques ne pourraient être efficaces sans garantir l'intégrité et la résilience des écosystèmes, poumon de la biodiversité animale et végétale sur laquelle repose le bien-être de l'humanité.

CONFLIT D'INTERETS

Il n'y a pas de conflit d'intérêt entre les auteurs de cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AG est l'auteur principal de l'étude ; AA a apporté sa contribution dans le traitement des données, la correction et la mise en forme du document ; SD et AKSS ont apporté leurs contributions dans la correction et la mise en forme du document ; AM a supervisé l'étude.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement les Directeurs départementaux de l'environnement de Torodi et de Gaya, les Maires des communes de Tanda et de Bana ainsi que leurs populations qui ont fait preuve de compréhension et d'hospitalité du fait de l'importance capitale de ce travail qu'ils ont vivement soutenu.

REFERENCES

- Abdourhamane H. 2014. Étude floristique, écologique, phytogéographique et ethnobotanique des forêts classées de Dan Kaada Dodo-Dan Gado au Niger. Thèse présentée pour l'obtention du titre de Docteur en Science de l'Environnement à l'Université Dan Dicko Danckoulodo de Maradi, 209p.
- Abdourhamane H, Morou B, Rabiou H, 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>
- Assogbadjo AE. 2006. Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse de doctorat, Ghent university (Belgium), Ghent, 239p.
- Ali A, Boubé M, Inoussa MM, Salamatou A, Ali M, Mahamane S. 2017. Caractérisation des peuplements ligneux des parcs agroforestiers à *Diospyros mespiliformis* dans le centre du Niger. *Afrique Science*, **13** (2) : 87 - 100.
- Bourou S. 2012. Étude éco physiologique de *Tamarindus indica* L. en milieu tropical aride. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur (Ph.D) en BioIngénieries, Université de Gan, Belgique, 193p.
- Bakhoum A. 2013. Dynamique des ressources fourragères: indicateur de résilience des parcours communautaires de Téssékéré au Ferlo (Nord-Sénégal). Thèse de doctorat unique en en Biologie, Productions et Pathologies Animales, Option Ecologie pastorale, FST-UCAD, p.115.
- Boubé M, Haoua O, Abdoulay A, Abdoulaye AO, Abdoulaye D, Chaibou G, Ali M. 2016. Caractérisation de la structure démographique des ligneux dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga (Aguié, Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1295-1311. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.31> .
- Bourou S, Bowe C, Diouf M, Van Damme P. 2012. Ecological and human impacts on stand density and distribution of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Senegal. *African Journal of Ecology*. DOI:10.1111/j.1365-2028.2012. 01319.x
- Diallo BO. 2001. Biologie de la reproduction et Évaluation de la diversité génétique chez une légumineuse : *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). Thèse Université Montpellier II. Science et Technique du Languedoc, 119 p.
- Dawson I, Lengkeek A, Weber J, Jamnadass R. 2009. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. *Biodiversity Conservation*, **18**: 969–986.
- Diallo B, Mckey D, Chevallier M-H, Joly H, Hossaert-Mckey M. 2008. Breeding system and pollination biology of the semi-domesticated fruit tree, *Tamarindus indica* L., (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding, and conservation of genetic resources. *African Journal of Biotechnology*, **7**: 4068-4075.
- Docteur de l'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi Option : Biologie appliquée Spécialité : Biologie et Écologie végétales, 154p.
- Douma S, Chaibou R, Ali M, Dibi HN, Mahamane S. 2010. Etat actuel de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses fruitières en zone sahélo-soudanienne du Niger : Reserve totale de Tamou. *Rev. Ivoir. Sci. Tehno.*, **16** : 191-210.
- FAO. 2010. Évaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport principal. Étude FAO. Forêts n° 163, Rome, Italie, 348 p.
- Fatimata ND, Bienvenu S, Anne ML. 2010. Contraintes de régénération naturelle de *Prosopis africana* : facteurs affectant la germination des graines. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(5): 1693-1705. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v4i5.65578>
- Ganaba S. 2008. Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université Cheikh Anta Diop. 287 pages + annexes
- Garba A, Abdou A, Laouali A, Mahamane A. 2019. Perceptions et usages socioéconomiques du tamarinier (*Tamarindus indica* L.) dans le Sud-Ouest du Niger : Implications pour une domestication et une conservation durable. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **40**(2): 6584-6602.
- Kawtar FB, Mohammed I, Sanae FB, Abdellatif T. 2004. Problèmes de dégradation de l'environnement par la

- désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc. *Sécheresse*, **15**(4) : 14p.
- Laouali A, Boubé M, Tougiani A, Ali M. 2016. Analysis of the Structure and Diversity of *Prosopis africana* (G. et Perr.) Taub. Tree Stands in the Southeastern Niger. *Journal of Plant Studies*, **5**(1): 58-67. DOI : <http://dx.doi.org/10.5539/jps.v5n1p58>
- Morou B. 2010. Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat Unique, Université Abdou Moumouni de Niamey. 231 p.
- Mohamed-Katerere JC, Smith M. 2013. Le rôle des écosystèmes dans la sécurité alimentaire.
- N'da DH, Adou YCY, N'guessan KE, Koné M, Sagne YC. 2008. Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, **04**(3): 552 – 579.
- Niang F. 2001. Etat et dynamique annuelle de la régénération naturelle de *Bombax costatum*, *Cordyla pinnata*, *Parkia biglobosa*, *Prosopis africana* et *Pterocarpus erinaceus* dans la forêt de Fathala, Parc National du Delta du Saloum (Sénégal). Mémoire de D.E.A. Institut des Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, p. 52.
- Ozer P. 2004. Bois de feu et déboisement au Sahel : mise au point. *Sécheresse*, **15**(3): 243-251.
- Ozer A, Ozer P. 2005. Désertification au Sahel: crise climatique ou anthropique? *Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer*, **51**: 395-423.
- Oszwald J. 2005. Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000): Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse de doctorat de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille, 304p.
- Paré S. 2008. Land use dynamics, tree diversity and local perception of forest decline in southern Burkina Faso, West Africa. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, 78p.
- Rondeux J. 1999. *La Mesure des Arbres et des Peuplements Forestiers*. Presses Agronomiques de Gembloux ; 521 p.
- Rabiou H, Diouf A, Bationo BA, Mahamane A, Segla KN, Adjonou K, Radji R, Kokutse AD, Kokou K, Saadou M. 2015. Structure démographique de peuplement naturel et répartition spatiale des plantules de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1): 69-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.7>
- Soukouradji B, Abdou A, Idrissa S, Aboubacar I, Saley K, Ali M. 2019: Structure et diversité des parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée de Baban Rafi, Niger - Afrique de l'Ouest. *Afrique Science*, **15**(2): 166 185.
- World Bank. 2003. World development report 2003. *Sustainable Development in a Dynamic World: Transforming Institutions, Growth, and Quality of Life*. Oxford University Press: New Delhi.