



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/19308
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/19308>



RESEARCH ARTICLE

CARACTERISATION DES LIGNEUX SAHELIENS LE LONG DU FLEUVE LOGONE A BONGOR, TCHAD

Ngaryo Fidèle Tonalta¹, Mbai-Asbe Bétoubam¹, Chanceyambaye Ngarnougber², Christophe Djekota¹, Daniel Tchobsala² and Pierre-Marie Mapongmetsem²

1. Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Ecole Doctorale STE, Université de N'Djaména, B.P. 1027, N'Djaména/Tchad.
2. Département des Sciences Biologiques, Faculté deS Sciences, Université de N'Gaoundéré, B.P. 454, N'Gaoundéré/Cameroun.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 18 June 2024
Final Accepted: 20 July 2024
Published: August 2024

Key words:-

Vegetation, Flood, Impact, Sahel, Chad

Abstract

In recent decades, Africa has experienced one of the strong variations in rainfall observed globally. The woody vegetation found along the banks of the Logon River on the outskirts of the town of Bongor is undergoing major changes due to climatic disturbance and human pressure. This study made it possible to characterize the floristic composition and the structure of this Sahelian plant formation. The experimental plan is a complete block of 6 treatments represented by the different village. In each village 5 plots were delimited and identified using stakes, i.e. total of 30 plots. The specific richness of the bank was evaluated through the floristic and dendrometric surveys and it shows 36 species divided into 20 families and 27 genera and dominated by Combretaceae and Caesalpiniaceae 11.11% each. The Nahaina (302 individuals/ha) and Sékié (299 individuals/ha) villages have a very high density compared to the Tchingfo (207 individuals/ha) and Ziguï (223 individuals/ha) villages. The most represented phytogeographical types are the pantropical species in all the different growing environments 54% and the least represented are the cosmopolitan types 1%. This study presents all the species as accidental, the highest proportions of which are as follows: *Balanites aegyptiaca* (12.82%), *Acacia hockii* (11.83%) and *Hyphaene thebaica* (9.73%), *Piliostigmareticulatum* (9.53%) and *Ziziphus mauritiana* (8.28%).

Copyright, IJAR, 2024, All rights reserved.

Introduction:-

La zone sahélienne de l'Afrique qui s'étend de l'Éthiopie au Sénégal a souffert de cycle des sécheresses des années 1972-1973 et celles de 1983-1984 qui ont été catastrophiques pour les populations locales. Elles ont provoqué des migrations et perturbé le fonctionnement des écosystèmes (Savadogo et al., 2016). Les ressources ligneuses naturelles procurent aux populations locales plusieurs services écosystémiques dont la nourriture, des revenus substantiels (Natta, 2003; Mbayngone, 2008; Kombate et al., 2020). Cependant elles subissent les effets néfastes des aléas climatiques auxquels s'ajoutent le dépérissement accru, les poches de déforestation avec pour

Corresponding Author:- Ngaryo Fidèle Tonalta

Address:- Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Ecole Doctorale STE, Université de N'Djaména, B.P. 1027, N'Djaména/Tchad.

conséquences une augmentation de la vitesse du vent et l'accroissement des écarts thermiques au niveau du sol (Zougoulouet al., 2020).

Dans le Sahel, les formations boisées naturelles sont en perpétuel changement (Sarret al., 2014). Au Tchad, la végétation ligneuse subit de fortes mutations du fait de la perturbation climatique et de pression humaine. Celle qui se rencontre le long de berges du fleuve Logone à la périphérie de la ville de Bongor forme des espèces adaptées à une submersion plus ou moins longue des appareils racinaire et aérien en période de crue (Kabore et al., 2013). Tout en formant des écosystèmes diversifiés, les ligneux constituent généralement un refuge des animaux sauvages (Belem, 2008). Cette possibilité de refuge résulte d'une multitude de facteurs biotiques et abiotiques spécifiques à ces écosystèmes. Elles ont aussi pour avantage de protéger les berges de l'avènement et de la progression de l'érosion (Hubble et al., 2010) et contribuent à réguler la qualité de l'eau tout en emmagasinant les sédiments (Naiman et al., 2005). Toutefois, les inondations figurent parmi les catastrophes naturelles ayant plus d'impact sur les personnes et la réduction de la production de la biomasse (Luong, 2012; Ngarnouber, 2012).

L'explosion démographique a naturellement augmenté les besoins des populations. Ce qui les contraint à changer leurs modes d'utilisation des terres par l'intensification de la mise en valeur et des pressions sur les zones environnantes des cours d'eau (Lavigne et al., 1996). Le prélèvement intense des ressources ligneuses entraîne un déséquilibre compromettant leur pérennité pour les générations futures et menace considérablement les opportunités de services qu'elles offrent aux populations.

Devant ces menaces, le Gouvernement tchadien a pris des mesures pour protéger les ressources naturelles (PRT, 1998; MEE, 1999) afin qu'elles continuent de jouer leurs rôles de sanctuaire de sources d'eau, de bois énergie, de plantes médicinales, de produits forestiers non ligneux, indispensables à la survie des populations locales (Rougier, 2001). De nombreux travaux ont porté sur la caractérisation des ligneux dans le Sahel tchadien en lien avec leurs importances socioéconomiques (Ngaryo et al., 2010; Minda et al., 2015; Béchir et Mopate, 2015; Ngarnouber et al., 2017; Abdoulaye et al., 2017). Cependant, peu d'auteurs ont mis l'accent sur la dégradation des ligneux sous l'effet des inondations. D'où la nécessité de recueillir des données sur ces formations végétales qui se trouvent le long du fleuve Logone afin de proposer des stratégies de leur gestion durable au profit de la génération future.

La présente étude se propose: (i) de déterminer l'importance de la composition floristique ligneuse et de la régénération et (ii) d'évaluer l'impact des inondations sur les espèces ligneuses.

Matériel Et Méthodes:-

Description du site d'étude

L'étude a été menée dans six villages (Tchingofa, Sékié, Tougoudé, Zigué, Nahaina et Djarwaye) périphériques (Figure 1) du Nord et du Sud du chef-lieu de la province du Mayo-Kebbi Est (Bongor) qui se situe entre 10°15' et 10°21' de latitude Nord et 15°20' et 15°30' de longitude Est.

De manière générale, dans le bassin du Mayo-Kebbi, le climat est de type tropical caractérisé par l'alternance de deux saisons contrastées: une saison sèche longue et une saison des pluies courte. Le rythme de la pluviosité est très irrégulier avec des précipitations aléatoires qui varient dans le temps et dans l'espace. Les températures sont souvent élevées et restent favorables à d'intenses évaporations dont la moyenne annuelle s'élève à 2392 mm (Guilou, 2011). Les maxima des températures dépassent 40°C et les minima se situent autour de 25°C (Palou, 2005).

Dans ces conditions, la végétation se développe sur des sols légers et reste sensible au déficit hydrique en saison sèche. Elle présente plusieurs faciès qui varient selon les stations topographiques. On rencontre des formations des prairies marécageuses où dominent des espèces envahissantes du genre *Andropogon* et *Mimosa*. Dans les bassins versants on trouve surtout une savane arborée plus ou moins dégradée par endroits à cause des actions anthropiques et des effets des feux de brousse (Passinring, 2016). La région de Bongor compte 769 198 habitants avec une densité de 15,5 hbt/Km². C'est la 9^{ème} ville du Tchad en termes d'habitants et la population locale est composée majoritairement des Massa, des Moussei, des Marba et des Peulhs (nomades et sédentaires), pour la plupart chrétienne (INSEED/RGPH2, 2009). Cette population vit essentiellement de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et du commerce. Il s'agit d'une économie basée essentiellement sur les activités agricoles. Les cultures pratiquées sont surtout vivrières: le sorgho, le maïs, le mil, le haricot, le riz, sésame et le manioc. Les légumineuses/oléagineuses sont représentées par l'arachide et le soja (MEE, 1999). La région de Bongor est traversée

par le Logone et ses affluents (Guilou, 2011). Le Bas Logone et ses plaines d'inondation abritent également d'importantes populations d'oiseaux migrateurs du Paléarctique occidental et Ethiopiens qui y séjournent pendant une période de l'année (les Anceriformes, *Pelicanus rufescens*, *Balearicapavonina*, *Plectropterus gambensis* etc.). De même, leurs eaux renferment pratiquement toutes les espèces de poissons rencontrés dans le bassin tchadien entre autres Osteoglossidae, Mormyridae, Characidae, Citharanidae, Bagridae, Claridae, Schilbidae, Mochocida (RAMSAR, 2001).



Figure 1:- Situation géographique de la zone d'étude.

Choix des parcelles expérimentales

Le choix des parcelles est en général orienté et tient compte: d'un échantillon d'espèces représentatives suivant le type de végétation ou la proximité de cours d'eau de la communauté végétale, de l'uniformité de la formation végétale excluant toute zone tampon, de l'hétérogénéité de la végétation du milieu considéré et des voies d'accès. Ces parcelles sont choisies à au moins 50m du lit et selon la disponibilité de la végétation.

Relevés floristiques

Les relevés floristiques ont été réalisés de mai à août 2014. La méthode de l'aire minimale, appliquée avec succès par Tchobala (2011) sur la végétation des savanes de l'Adamaoua au Cameroun a été utilisée. Elle consiste à délimiter une surface de 30m x 300 m à l'intérieur de laquelle un inventaire de la végétation ligneuse a été réalisé en suivant les layons de 30 m de large sur 300 m de long, l'un après l'autre. Les parcelles sont séparées de 200m les unes des autres et sont perpendiculaires au lit du Logone. Les parcelles sont délimitées à partir du lit à moins de 50 m du fleuve vers l'arrière-pays. Ces relevés ont pris en compte la distance par rapport aux activités pratiquées dans les villages. Le plan expérimental est un bloc complet à 6 traitements représentés par les différents villages. Dans chaque village, 5 parcelles ont été délimitées et repérées à l'aide des piquets, soit un total de 30 parcelles. Au niveau des parcelles, les ligneux et les rejets ont été inventoriés. Les paramètres dendrométriques retenus sont le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) et la hauteur et le diamètre du houppier. Pour évaluer les indicateurs de l'état sanitaire de la végétation et l'impact de l'inondation (mortalité, écorchure, racine pourrie, tronc pourri, racine lessivée etc.), la méthode de Ouédraogo et Nianogo (2003) a été utilisée. Cette méthode consiste à observer et à compter le nombre de pieds des individus malades sur le total des individus dans une parcelle. Cette méthode tient compte de la présence ou de l'absence des plantes parasites et grimpantes qui sont systématiquement comptées et sont un indice de traumatisme. L'étude dendrométrique a été couplée au suivi des types de dissémination de spores.

Traitement et analyse des données

Tableau 1: -Indice de fréquence de Braun-Blanquet.

Indices	Fréquence	Type d'espèces
---------	-----------	----------------

I	F < 20	Espèce accidentelle
II	20 < F < 40	Espèce accessoire
III	40 < F < 60	Espèce assez fréquente
IV	60 < F < 80	Espèce fréquente
V	80 < F ≤ 100	Espèce très fréquente

La fréquence absolue de l'espèce est le nombre des relevés contenant cette espèce. La fréquence relative est la proportion exprimée en pourcentage entre le nombre de relevés contenant cette espèce et le nombre total des relevés multiplié par 100. Cette méthode permet de déterminer les espèces accidentelles, accessoires, assez fréquentes, fréquentes et très fréquentes (Tableau 1). A chaque espèce relevée, l'affinité géographique de White (1986) correspondante est affectée. Il s'agit de:

- large distribution : espèce cosmopolite (Cos) ; espèce paléo tropicale (Pal) ; espèce pantropicale (Pan) ;
- distribution continentale : espèce plurirégionale africaine (Pra) ; Afrique tropicale (At) ;
- l'élément base soudanienne : espèce soudano-zambienne (Sz).

La densité relative (DeR) ou l'abondance relative est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce et le nombre total de tous les individus de toutes les espèces rencontrées sur une surface considérée multiplié par 100.

$$S_b = \sum_{k=1}^n \frac{c_k^2}{4\pi} D$$

étant le diamètre de la tige.

Les trois données statistiques (fréquence, dominance et densité relatives) sont communément utilisées ensemble et leur somme est égale à l'importance Value de Curtis. L'indice de diversité de Shannon : $ISH = -\sum Ni/N \log_2 (Ni/N)$ où Ni est l'effectif des espèces ; l'Equitabilité (EQ) : $EQ = ISH/\log_2 N$ et l'indice de diversité de Simpon : $D = 1/\sum (Ni/N)^2$ où tout simplement $D' = \sum (Ni/N)^2$. Ces paramètres permettent d'apprécier la diversité floristique et sont le plus souvent utilisés dans l'étude de la diversité de la végétation tropicale.

Les données collectées ont fait l'objet d'une analyse de variance. Le programme statistique mis à profit est Statgraphics plus 5.0. Le test de Duncan a été utilisé pour la séparation des moyennes significatives.

Résultats: -

Composition floristique

L'inventaire floristique des différentes formations végétales de la zone a permis d'enregistrer un total de 1521 individus ligneux répartis en 20 familles, 27 genres et 36 espèces (Tableau 2). En fonction des formations végétales, la moyenne la plus élevée des individus (114,33±36,09) est notée dans la zone de pâturage et la plus faible se trouve dans la zone de culture (51,83±26,39).

Tableau 2: - Composition floristique.

Milieu	Taxon	Tchingofa	Sékié	Tougoudé	Zigui	Nahaina	Djarwaye	Moyenne
Culture	Individus	58	87	78	31	28	29	51,83±26,39
	Espèces	16	14	14	18	28	19	18,16±5,23
	Genre	12	9	12	11	17	15	12,66±2,87
	Famille	10	6	7	9	8	6	7,66±4,04
Pâturage	Individus	73	111	102	111	182	107	114,33±36,09
	Espèces	23	23	16	21	36	23	23,66±6,23
	Genre	17	18	13	18	32	15	18,83±6,73
	Famille	7	7	9	8	11	11	8,83±1,83
Savane arbustive	Individus	71	91	85	81	97	99	87,33±10,53
	Espèces	12	13	8	13	14	7	11,16±2,92
	Genre	9	12	5	10	9	5	8,33±2,80
	Famille	5	9	3	5	7	4	5,5±2,16

Densité floristique

La densité est très élevée dans les villages Nahaina (302 individus/ha) et Sékié (299 individus/ha). Les densités les plus faibles sont observées dans le village Tchingofa (207 individus/ha) et Zigui (223 individus/ha). Les espèces à

forte densité sont *Piliostigma reticulatum* avec 77 individus dans le village Tchingofa et 51 individus de *Ziziphus mauritiana* dans le village Sékié.

Caractérisations écologiques de la flore.

Types phytogéographiques.

Le tableau 3 présente les types phytogéographiques. Les espèces pantropicales sont les plus représentées dans tous les milieux de cultures (54%), de pâturages (53%) et savanes arbustives (55%) que tous les autres types biologiques tandis que les types cosmopolites sont faiblement représentés dans les différents milieux (1%).

Types de diaspores

La répartition du type de dissémination des diaspores des ligneux a permis de les caractériser. Le tableau 4 montre la zoochorie couvrant 42,5% de la superficie de la zone de culture. Par contre, la desmochorie (5,16%, 5,66% et 6,33%) et la sarcochorie (5,5%, 6,16% et 6,16%) sont les plus faiblement représentées dans les différents milieux.

Caractéristiques floristiques

L'analyse de la richesse floristique a permis d'identifier 36 espèces dans l'ensemble des placettes. Toute la flore de est donc riche avec des espèces accidentelles dont quelques-unes sont (Tableau 5): *Balanites aegyptiaca* (12,82%), *Acacia hockii* (11,83%) et *Hyphaenethebaica* (9,73%), *Piliostigma reticulatum* (9,53%) et *Ziziphus mauritiana* (8,28%).

Tableau 3 : -Caractéristiques floristiques.

Espèces	FR	DeR	DR	IVC
<i>Acacia albida</i> Del.	6,31	2,92	4,93	14,16
<i>Acacia hockii</i> De Wild.	11,83	0,39	0,93	13,15
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del.	1,44	0,07	0,16	1,67
<i>Acacia polyacantha</i> Willd. subsp. <i>campylacantha</i> (Hoechst. ex A. Rich.) Brenan	0,72	0,35	0,83	1,9
<i>Acacia sieberiana</i> DC.	1,05	0,1	0,24	1,39
<i>Acacia kirkii</i> Oliv.	0,26	0,95	2,25	3,46
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	0,46	0,42	0,99	1,87
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,39	0,02	0,04	0,45
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	4,53	1,85	4,39	10,77
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	12,82	0,96	2,26	16,04
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuill.	0,52	2,26	5,37	8,15
<i>Borassus aethiopicum</i> Mart.	0,13	0,57	1,35	2,05
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. f.	0,13	0	0,01	0,14
<i>Capparis tomentosa</i> Lam.	0,19	0	0	0,19
<i>Combretum lecardii</i> Engl. & Diels	5,85	0,28	0,66	6,79
<i>Ficus glumosa</i> Delile	0,06	2,69	6,38	9,13
<i>Ficus vogeliana</i> (Miq.) Miq.	0,26	1,7	4,02	5,98
<i>Ficus sur</i> Forssk.	0,59	2,95	6,99	10,53
<i>Hyphaenethebaica</i> (L.) Mart.	9,73	1,73	4,1	15,56
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	0,26	0,01	0,01	0,28
<i>Jatropha curcas</i> L.	1,18	0,07	0,16	1,41
<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.	0,26	0,02	0,05	0,33
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Ktze.	4,86	1,24	2,94	9,04
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don f.	1,97	2,15	5,09	9,21
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	9,53	5,63	13,35	28,51
<i>Psidium guajava</i> L.	0,06	0,29	0,69	1,04
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	0,59	0	0	0,59
<i>Sena cassia</i> L.	0,26	1,43	3,38	5,07
<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC.	1,51	0,55	1,29	3,35
<i>Tamarindus indica</i> L.	5,78	4,27	10,13	20,18
<i>Terminalia glaucescens</i> (Planch. ex Benth) Kuntze	2,95	4,18	9,91	17,04
<i>Terminalia laxiflora</i> Engl. & Diels	1,84	0,03	0,07	1,94

<i>Vitex doniana</i> Sweet	0,65	0,58	1,37	2,6
<i>Ximenia americana</i> L.	1,51	0,71	1,69	3,91
<i>Ziziphusmauritiana</i> Lam.	8,28	0,01	0,03	8,32
<i>Ziziphusmucronata</i> Willd.	2,23	0,73	1,73	4,69

FR = fréquence relative; DR = dominance relative; DeR = densité relative; IVC = importance value de Curtis.

Structures dendrométriques des ligneux

La taille moyenne des arbres varie de 3,71 m dans la zone de culture, 3,16 m dans la zone de pâturage et 4 m dans la savane arbustive (Tableau 4). La valeur moyenne des rejets est de 1,03 m dans la zone de culture, 1,06 m dans la zone de pâturage et 1,38 m dans la savane arbustive. La surface terrière quant à elle varie de 56,13 m²/ha, 43 m²/ha et 48,12 m²/ha pour la zone de culture, le pâturage et la savane respectivement.

Tableau 4: - Tableau récapitulatif des paramètres dendrométriques.

Zones	Paramètres	Tchingofo	Sékié	Tougoudé	Zigui	Nahaina	Djarwaye
Culture	Taille	2,79	3,39	4,5	4,5	4,16	2,9
	Houppes	2,71	2,34	3,33	4,9	4,42	3,63
	Rejets	0	1,64	1,33	0,4	1,2	1,61
	Diam	11,43	9,17	19,71	28,21	25,81	16,64
	Surf terr	21,4	22,03	57,89	108,43	87,09	39,95
Pâturage	Taille	2,58	4,15	3,3	3,24	3,31	2,36
	Houppes	2,55	3,58	2,93	3,51	3,8	2,41
	Rejets	1,26	0	1,61	0,51	1,49	1,51
	Diam	13,61	19,85	21,19	15,71	18,73	8,02
	Surf terr	33,39	65,23	61,74	35,23	51,83	10,57
Savane	Taille	2,89	5,14	4,32	6,38	3,05	2,24
	Houppes	2,56	3,01	3,79	5,47	3,82	2,17
	Rejets	0,41	0	3,08	0,98	1,67	2,17
	Diam	15,34	23,45	21,34	22,04	17,34	7,94
	Surf terr	42,07	80,91	36,31	69,05	47,67	12,76

Taille = hauteur; Houppes = surface du houppier; Rejets = régénération; Diam = diamètre; Surf terr = surface terrière

Distribution de la hauteur

Les milieux de culture et de pâturage présentent des différences non significatives tandis que dans la savane la hauteur est significative dans le village Zigui (figure 2).

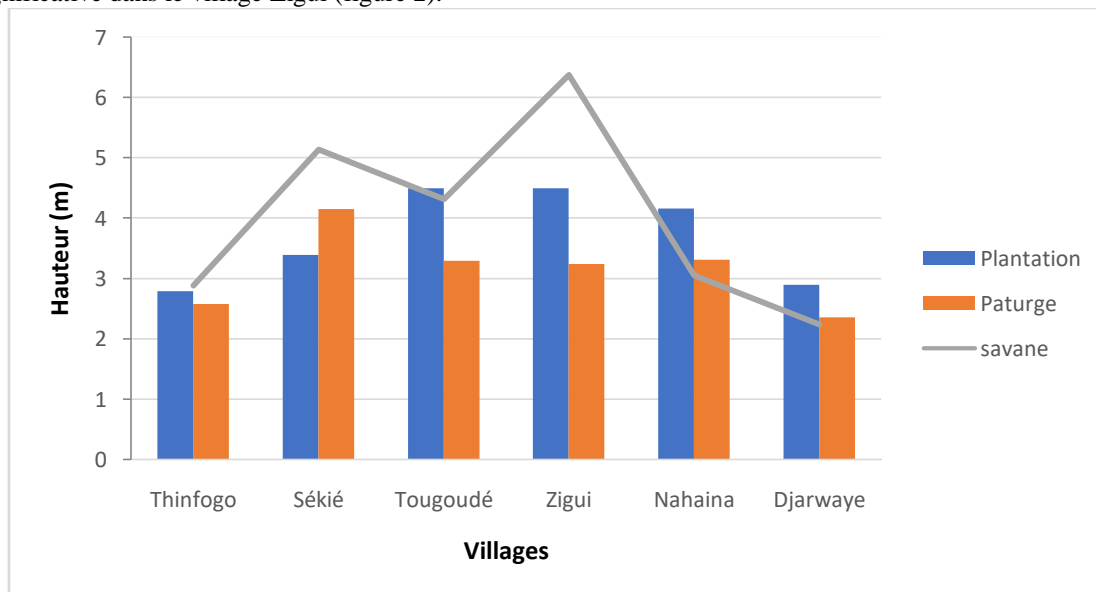


Figure 2:-Distribution de la hauteur des différents sites.

Distribution du diamètre

L'analyse des différents milieux se ressemble au point de vue distribution horizontale et marque une différence significative des moyennes au seuil de 5%. On note une forte représentativité des jeunes individus de part et d'autre des différents milieux. Les diamètres les plus représentés dans les différents milieux : plantation (culture) (28,21), pâturage (21,19) et savane (23,45) sont respectivement à Zigui, Tougoudé et Sékié (Figure 3) par contre ceux les plus petits sont observés à Sékié dans les plantations (9,17) et à Djarwaye dans les pâturages (8,02) et les savanes (7,92).

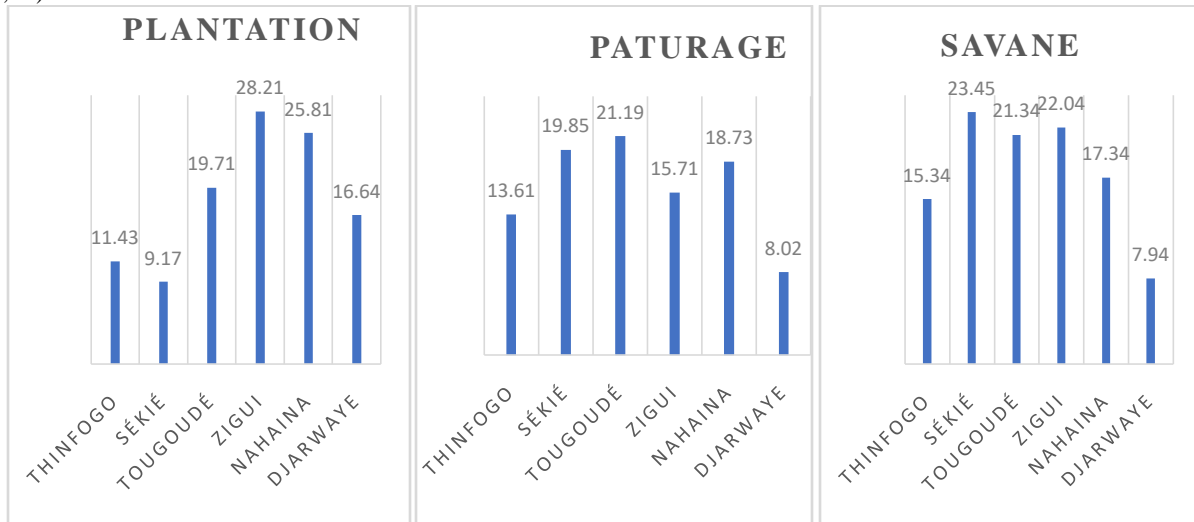


Figure 3 : -Distribution diamétrique des différents sites.

Richesse spécifique et indices de diversité.

La richesse spécifique oscille entre 28 individus dans le village de Nahaina et 87 individus dans celui de Tougoudé (Tableau 5). Les indices de Shannon les plus élevés ont été obtenus dans les villages de Tougoudé (1,16) et Sékié (1,34). Dans la végétation des pâturages, la richesse spécifique est plus élevée dans les villages de Sékié (91 individus) et Djarwaye (99 individus).

Tableau 5:- Richesse spécifique et indices de diversité.

Zones	Paramètres	Tchingofo	Sékié	Tougoudé	Zigui	Nahaina	Djarwaye	Moyenne
Culture	Rs	58	87	78	31	28	29	51,83±26,39
	ISH	0,78	1,34	1,16	0,33	0,28	0,3	0,69±0,46
	EQ	0,09	0,16	0,14	0,04	0,03	0,03	0,08±0,05
	Inverse	1,28	0,75	0,86	3,03	3,57	3,33	2,13±1,30
Pâturage	Rs	73	111	102	111	182	107	114,33±36,09
	ISH	0,36	0,65	0,58	0,65	1,25	0,62	0,68±0,29
	EQ	0,04	0,07	0,06	0,07	0,13	0,07	0,07±0,03
	Inverse	2,75	1,54	1,73	1,54	0,80	1,62	1,66±0,62
Savane arbustive	Rs	71	91	85	81	97	99	87,33±10,53
	ISH	0,51	0,72	0,65	0,61	0,78	0,80	0,67±0,10
	EQ	0,06	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09	0,07±0,01
	Inverse	1,96	1,40	1,53	1,64	1,28	1,25	1,51±0,26

Rs = Richesse spécifique, ISH = Indice de Shannon, EQ = Equitabilité de Pielou

Discussion:-

Répartition phytogéographique et composition spécifique

Dans tous les différents milieux, la zone de pâturage comporte une concentration importante des individus dans les zones de culture, on note une faible concentration de ces derniers. Cela semble logique car le transport des diaspores des ligneux dans les différents milieux se fait par les animaux lors de leurs passages tandis que dans les zones de cultures les coupes sont régulières pour faire de l'espace aux cultures.

La répartition des Loranthaceae (Gui d'Afrique) et liane ($3,5 \pm 3,44$) représentent l'état sanitaire de la végétation de la zone d'étude qui est en proie aux aléas climatiques. Ce résultat est différent avec celui de Ouédraogo et Nianogo (2003).

La forte présence des espèces pantropicales traduit les actions de l'inondation subie par le milieu et corrobore les résultats de Belesi (2009) qui note que les espèces à large répartition, cosmopolites, pantropicales ou plurirégionales sont le plus souvent des rudérales ou des espèces de milieux perturbés. Une forte proportion d'espèces à large répartition peut être un indice de dégradation.

La distribution végétale dans les différents milieux est hautement variable ($p < 0,05$). En effet, Nshimba (2008) indique que pour l'ensemble du cortège floristique, le fond floristique et le recouvrement sont dominés par les espèces largement distribuées (les espèces plurirégionales africaines, pantropicales, paléo-tropicales, afro-tropicales, sub-cosmopolites, afro-malgaches, montagnardes et cosmopolites) qui viennent en tête avec 39% pour le spectre phytogéographique pondéré.

Pour Charles-Dominique (1995), la dissémination efficace des graines participe à la régénération forestière par l'entremise des interactions plantes-animaux. Selon la théorie de l'hypothèse d'échappement ou l'hypothèse de mortalité compensatoire, la probabilité d'apparition de nouveaux individus à proximité d'un arbre parent de la même espèce est plus faible qu'à une distance plus élevée. Les prédateurs spécifiques à une espèce seraient attirés par les fortes densités de graines et de plantules à faible distance de l'arbre parent. Cette « mise à distance » des individus empêche la dominance locale d'une espèce favorisant ainsi la diversité (Cornell et al., 1984). La variation entre les différents modes de dissémination des diaspores dans les différents milieux est significative ($p > 0,05$).

De manière générale, toutes les espèces sont des espèces accidentelles car leur fréquence est inférieure à 20%. Beaucoup d'entre elles sont menacées (inférieures à 1%). Il s'agit de : *Acacia kirkii* (0,26%), *Anogeissus leocarpus* (0,46%), *Borassus aethiopicum* (0,13%), *Calotropis procera* (0,13%), *Ficus glumosa* (0,06%), *Hymenocardia acida* (0,26%), *Khayasenegalensis* (0,26%), *Parkia biglobosa* (1,97%), *Psidium goyava* (0,06%), *Sclerocharyabirrea* (0,59%). Le milieu est dominé par *Parkia biglobosa* (5,63%). Ces résultats expliquent la récurrence des inondations qui cause le transport des diaspores d'un milieu à un autre, mais aussi, le transport effectué par les animaux et l'homme. Ils sont différents de ceux de Haiwa (2013) qui montre que le genre *Combretum* est le mieux représenté par rapport aux autres genres.

Structures et indices du milieu

La moyenne générale (3,62 m) de la hauteur des ligneux des différents types de milieux est inférieure à celle obtenue par Ngarnougberet al (2016) dans le Parc National de Manda (12,58 m). Cette différence serait due à la zone bioclimatique soudanienne du Parc et à sa protection par la législation. La moyenne des diamètres (17,52 m), quels que soient les milieux d'études, est supérieure à celle des formations sahéliennes du Guéra à *Acacia senegal* rapporté par Ngarnougberet al (2017). Même si ces deux zones sont sahéliennes, cette situation pourrait être expliquée par la diversité des espèces aux alentours de Bongor et à la morphologie des individus d'*Acacia senegal*.

Les ligneux sont très importants dans le village Sékié dans la zone de culture (87 individus). Cette importance peut être expliquée par la protection des acacias d'une part ainsi que les *Ziziphus* qui sont des espèces alimentaires de ce village d'autres part. La forte densité de ces deux espèces s'explique par leur parfaite adaptation à la zone et confirme la richesse spécifique du milieu. La zone de culture montre ici un important recouvrement de surface terrière ($56,13 \text{ m}^2/\text{ha}$) par rapport aux autres car la stagnation de l'eau se fait dans le bas pays. Les cimes des arbustes sont moins touchées par les inondations et les activités anthropiques. Cette justification est aussi valable pour la hauteur, le DBH et le houppier. Par conséquent notre hypothèse est confirmée : les inondations ont un impact néfaste sur l'état sanitaire.

La moyenned'équitabilité de Piélou dans les villages n'est pas importante $0,08\pm 0,05$ dans la zone de culture, $0,07\pm 0,03$ dans la zone de pâturage et $0,07\pm 0,01$ dans la zone de savane arbustive confirmant ainsi le déséquilibre ou une espèce dominante du peuplement végétal.

D'une manière Générale, l'indice de Simpson évolue en sens inverse de l'importance de l'indice de Shannon. Ces résultats corroborent les résultats de Tchobsala (2011) qui a trouvé des valeurs presque identiques des indices de diversités dans tous les trois types de savanes.

Impacts de l'inondation

Les fortes pluviométries peuvent s'expliquer par les changements climatiques de ces dernières années et les fortes fluctuations pluviométriques observées au Sahel ces dernières décennies (OCHA, 2010). La formation des crues torrentielles résulte des fortes pluies et des changements climatiques qui sont la cause de la fonte des neiges. Les crues torrentielles engendrent d'énormes dégâts et de dégradation sur l'environnement (Lançon et al., 2007).

Les précipitations et le ruissellement de l'eau sur les terres agricoles sont à l'origine du lessivage des sols et des racines des arbres, incluant éventuellement le déplacement des particules érodées jusqu'à dans les cours d'eau. Ce processus peut avoir des conséquences écologiques et financières significatives (Gooret et al., 2009). De ce qui précède, l'aménagement des plaines inondables de la localité permettra de limiter les impacts des inondations sur la biodiversité.

Conclusion:-

La biodiversité végétale le long du fleuve Logone aux alentours de la ville de Bongor est très diversifiée. On note 36 espèces issues de 20 familles et 27 genres dont les combrétacées et les césalpiniacées sont les plus dominantes. La régénération est très faible dans tous les villages étudiés. Les résultats de ce travail mettent en évidence la richesse spécifique des ligneux dans la savane adjacente au fleuve Logone à Bongor et permettent de comprendre les menaces que subissent certaines espèces. Ces menaces sont entre autres la perturbation climatique et la pression humaine. La composition spécifique montre une flore composée d'espèces accidentelles à cause de la perturbation humaine et climatique. La présence des espèces accidentelles et des épiphytes doit interpeller les décideurs afin d'aménager les plaines inondables de la localité et de limiter les impacts des inondations par une alternative pour la sauvegarde de la biodiversité de cette localité.

Remerciements:-

Les auteurs remercient la Délégation du Ministère de l'Environnement de Bongor et l'Agence Nationale de la Météorologie pour la mise à leur disposition de données.

Contributions des auteurs

1. NGARYO Fidèle Tonalta et MBAI-ASBE Bétoubam ont participé à la collecte et l'analyse des données ainsi que la rédaction du draft du manuscrit.
2. Chanceyambaye NGARNOUGBER a participé à la correction et mise en forme du manuscrit, Christophe DJEKOTA à la correction de l'article.
3. Daniel TCHOBSALA et Pierre-Marie MAPONGMETSEM à la supervision et correction.

Références:-

1. Abdoulaye, B., Béchir, A.B. et Mapongmetsem, P.M. (2017). Utilité socioéconomiques et culturelles du *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (Famille Zygophyllaceae) chez les populations locales de la région du Ouaddaï au Tchad. *Journal of Applied Biosciences*, 111: 10854-10866.
2. Béchir, A.B. et Mopate, L.Y. (2015). Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad. *Afrique Science*, 11 (1): 212-226.
3. Belem, O.M. (2008). Les galeries forestières de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux Hippopotames du Burkina Faso: caractéristiques, dynamique et ethnobotanique. Thèse de doctorat d'état, Université de Ouagadougou, p. 279.
4. Belesi. (2009). Inventaire et description des fabacées arbres (Momosoidae Faboidae) de Kinshasa et ses environs. Mémoire de fin d'étude. p. 117.
5. Cannelle, J., Tracey, J. et Webb, L. (1984). Compensatory recruitment, growth, and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. *Ecological Monographs*, 54 (2): 141-164.

6. Charles-Dominique, P. (1995). Interactions plantes-animaux frugivores, conséquences sur la dissémination des graines et la régénération forestière. Rev. Ecol. (Terre Vie), 50: 223-235.
7. Goor, F., Dautrebande, S.C. et Bray, V. (2009). L'érosion hydrique des sols. Dossier scientifique. p 10.
8. Guillou, F.V. (2011). Contribution de la Géomantique au Suivi-évaluation des Résultats du Projet ENV/114-747 dans la Vallée du Logone: Cas de la région du Mayo-Kebbi Est, Tchad. Mémoire de Master Professionnel Géomantique, Aménagement et Gestion des Ressources. Université de N'Gaoundéré, Cameroun, p. 141.
9. Haiwa, G. (2013). Impact de la déforestation sur la dynamique de la végétation en zone soudano-sahélienne du Cameroun: cas du département du Mayo-Kani (canton de Lara). Département des Sciences biologiques, Faculté des Sciences de l'Université de N'Gaoundéré. p. 90.
10. Hubble, T.C.T., Dockeret, B.B. et Rutherford, I.D. (2010). The role of riparian trees in maintaining river bank stability: a review of Australian experience and practice. Ecological Engineering, 36: 292-304.
11. INSEED/RGPH2. (2009). Recensement général de la population et de l'habitat 2. Institut national de la statistique, de l'économie et de la démographie.
12. Kabore, E., Sambre, O., Ouédraogo, A.A. et Thiombiano, A. (2013). Diversité et structure des cordons ripicoles le long de la sirba (Nord-Est du Burkina Faso). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7 (5): 1929-1950.
13. Kombate, B., Dourma, M., Folega, F., Woegan, A.Y., Wala, K. et Akpagana, A. (2020). Diversité floristique et caractérisation structurale des formations boisées du domaine Soudano-Guinéen au Centre du Togo. Afrique Science, 17 (6): 29 – 43.
14. Lançon, C., Hodgkinson, K., Robinet, M., Macary, C., Pader, G. et Vateler, M. (2007). Le risque de crues torrentielle à Barèges (65) p.18.
15. Lavigne, D.M., Boucher, L. et Vidal, L. (1996). Les bas-fonds en Afrique tropicale humide: stratégies paysannes, contraintes agronomiques et aménagements. In Fertilité du Milieu et Stratégies Paysannes sous les Tropiques Humides. Actes du séminaire international, CIRAD: 148-161.
16. Luong, A.T. (2012). Evaluation des risques d'inondations dans le bassin du fleuve Huong, province de Thua Thien Hue, centre du Vietnam. Thèse de Doctorat. Université du Québec à Montréal. p.325.
17. Mbayngone, E. (2008). Flore et végétation de la réserve partielle de faune département, Sud-Est du Burkina Faso. Thèse université de Ouagadougou, p. 138. + annexes.
18. MEE. (1999). Stratégie Nationale et Plan d'Action de la Diversité Biologique du Tchad. Ministère de l'Environnement et de l'Eau. p. 64.
19. Minda, M.S., Ndiaye, O., Diallo, M.D., Goy, S., NIANG, K., Diallo, A. et Guise, A. (2015). Caractérisation des peuplements ligneux sur le tracé de la grande muraille verte au Tchad. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9 (5): 2617-2627
20. Naiman, R.J., Decamps, H., McClain, M.E. et Likens, G.E. (2005). Riparia - Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities. Elsevier Acad. Pr: Amsterdam; 269-290.
21. Natta, A.K. (2003). Ecological assesment of riparian forests in Benin: phytodiversity, phytosociology and spatial distribution of trees species. PhD Thesis, Wageningen University, Netherlands, p. 213.
22. Ngarnougber, C. (2012). Estimation du stoc de carbone dans les savanes soudaniennes du Parc National de Manda de la région du Moyen-Chari, Tchad. Mémoire de Master, Département des Sciences biologiques, Faculté des Sciences de l'Université de Ngaoundéré. p.99.
23. Ngarnougber, C., Ibrahima, A., Saradoum, G. et Ngaryo, F.T. (2016). Caractérisation des peuplements et la phytomasse du Parc National de Manda dans la région du Moyen-Chari, Tchad. Afrique Science, 12(6):1-13
24. Ngarnougber, C., Ngaryo, F.T. et Ibrahima, A. (2017). Caractérisation des ligneux de la savane sahélienne à *Acacia senegal*(L) Willd dans la région du Guéra, Tchad. International Journal of Applied Research, 3 (4): 600-606.
25. Ngaryo, F.T., Goudiaby, V. et Akpo, L.E. (2010). Caractéristiques d'une gommieraie à *Acacia senegal*(L.) Wild. dans la région du Chari Baguirmi au Tchad. Journal des Sciences, 10 (2): 13-23.
26. Nshimba, H. (2008). Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, RD Congo. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. p. 271.
27. OCHA. (2010). Bilan provisoire des inondations au Tchad. p. 4.
28. Ouédraogo, M. et Nianogo, A.J. (2003). Exploitation du bois énergie en milieu rural Burkinabé: de la contribution à la dégradation des forêts à celle de la lutte contre la pauvreté au Burkina Faso. Note synthétique. p. 16.

29. Palou, B.L. (2005). La gestion de la plaine à l'Ouest du lac de Léré : L'exemple de Guegou et Kahbi. Mémoire de maîtrise, Université de N'Djaména, p.83.
30. Passinring, K. (2016). Milieux naturels et paysages du bassin – versant des lacs de Léré (MKO – Tchad). Thèse de doctorat, Université Aix – Marseille I, p. 306.
31. PRT. (1998). Définissant les principes généraux de la protection de l'environnement. Présidence de la République du Tchad.p. 16.
32. Ramsar. (2001). Fiche descriptive sur les zones humides: Plaines d'inondation du Logone et les dépressionsToupouri, p. 10.
33. Rougier, H. (2001). Géographie des montagnes. Ed. Ellipses, Paris, p. 217.
34. Sar, O., Daoud, N., Ngaryo, F.T., Sékouna, D. et Akpo, L.E. (2014). Etat de la végétationligneeuse dans trois unitésd'utilisation des terresd'une zone agropastorale au Sénégal (région de Kaffrine) International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8 (6): 2669-2684.
35. Savadogo, O.M., Ouattara, K., Pare, S., Ouédraogo, I., Kabore, S.S., Barrow, J. etNabsanna, P.Z. (2016). Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso. VertigO161: None–None.
36. Tchobsala. (2011). Impact des coupes de bois sur la végétation naturelle de la zone péri-urbaine de N'Gaoundéré (Adamaoua). Thèse de Doctorat Ph. D, Université de Yaoundé I. p. 204.
37. White, F. (1986). La végétation de l'Afrique. Recherches sur les ressources naturelles, ORSTOM-UNESCO, carte + mémoire p. 388.
38. Zougoulou, Y., Djekota, C., Nguinambaye, M.M., Othom, B.B., Mbaiguinam, M. etAssafo, A.Y. (2020). Impact de l'utilisation des foyers à basseconsommationd'énergie sur l'épuisement des ressourcesligneeuses dans le Département de Mandelia au Tchad. International Journal of Biological and Chemical Sciences,14(9): 3047-3059.