

Caractérisation des peuplements et la phytomasse du parc national de Manda dans la région du Moyen-Chari, Tchad

Chanceyambaye NGARNOUGBER^{1,3*}, Adamou IBRAHIMA¹, Goy SARADOUM²
et Fidèle Tonalta NGARYO³

¹ Département de Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, BP 454, Université de Ngaoundéré, Cameroun

² Département de Sciences de la Vie et de la Terre, Faculté de Sciences et Techniques, BP 106, Université de Sarh, Tchad

³ Département de Biologie, Faculté de Sciences et Techniques, BP 1173, Université Adam Barka d'Abéché, Tchad

* Correspondance, courriel : chance1_n@yahoo.fr

Résumé

Pour contribuer à la connaissance de la productivité des aires protégées, une étude portant sur la caractérisation des peuplements et la phytomasse a été menée au Parc National de Manda (PNM) dans la région du Moyen-Chari au Tchad. Les savanes arborées (SA), les savanes arbustives (SU) et les savanes herbeuses (SH) ont été choisies. Dans chaque type de savane, la phytomasse des arbres a été estimée indirectement à l'aide des équations mathématiques dans 3 parcelles carrées de 2500 m², celle des arbustes directement dans des parcelles de 100 m² et celle des herbacées directement dans des parcelles de 1 m² et celles des racines dans des quadrats de 625 cm². Le dispositif expérimental est un bloc complet semi-randomisé à 3 répétitions. Les types de savanes sont les traitements principaux, les sous-parcelles et les quadrats, les répétitions. Les résultats ont montré que la phytomasse totale est de 74,98 T / Ha. Elle varie significativement entre les types de savanes, de 38,41 T / Ha pour les savanes arborées à 17,3 T / Ha pour les savanes arbustives. La composition spécifique varie de 24 pour les SA à 4 espèces pour les SH. Les espèces dominantes dans chacun des 3 types de savanes sont : *Stereospermum kunthianum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Piliostigma thonningii*, *Crossopteryx febrifuga*, etc., pour la SA, *Combretum sp.*, *Piliostigma thonningii*, *Guiera senegalensis* pour la SU et *Andropogon gayanus*, *Rottboellia cochinehineus*, *Pennisetum violaceum* et *Imperata cylindrica* pour la SH. La densité varie également de 3433,33 individus / Ha pour la SU à 1470 individus / Ha pour la SA. La distribution de diamètre et hauteur pour les ligneux suit un modèle de J inversé. Ces résultats préliminaires contribuent à la compréhension de la productivité des aires protégées et ceci permettra une prise de décision dans la gestion durable des aires protégées et la protection de l'environnement.

Mots clés : *phytomasse, peuplement, savane, parc national de Manda, Moyen-Chari, Tchad.*

Abstract

Populating and plant biomasses characterization in the national park of Manda, Moyen-Chari region, Chad

In order to contribute to the knowledge on the productivity of protected areas, a study based on the characterization of the populations and biomasses of crops was conducted at the Manda's National Park (PNM)

in the region of Moyen-Chari in Chad. Wooded savannas (WS), shrublands (SL) and grassland (GL) were chosen for the investigation. In each type of savannah, trees phytomasse was estimated indirectly using mathematical equations in 3 plots where each plot measured 2500 m², that of shrubs was estimated directly in plots of 100 m² and that of herbaceous was estimated directly in plots of 1 m². Root's estimation has been performing in quadrats of 625 cm². The experimental design was a completely semi randomized block with three replications. The types of savannas were the main treatments. The sub-plots and the quadrats were considered as the repetitions. Results showed that the total phytomasse (74.98 T / Ha) was significantly different among type of savannah, varying from 38.41, 19.27 to 17.3 T / Ha for tree, herbaceous and shrub savannas respectively. The specific composition was 24 for wooded savannas and 4 species for grassland. Dominant species for each types of savannah was distributed as follows : for Wooded savannas; *Stereospermum kunthianum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Piliostigma thonningii*, *Crossopteryx febrifuga*. For shrublands; *Combretum* sp., *Piliostigma thonningii*, *Guiera senegalensis* and *Andropogon gayanus*, *Rottboellia cochinehineus*, *Pennisetum violaceum* and *Imperata cylindrica* for grassland. The density was estimated at 3433.33 individuals / Ha for the SL and 1470 individuals / Ha for the WS. The distribution of diameter and height of ligneous plants followed a model of inverted J. These preliminary results contribute to the understanding of the productivity of protected areas. This will help decision-makers in a sustainable management of the protected areas and environmental protection.

Keywords : *phytomasse, populating, savannah, Manda national park, Moyen-Chari, Chad.*

1. Introduction

Les aires protégées sont des zones aménagées pour la protection et la conservation de la biodiversité. Les aires protégées sont définies comme «une portion de terre, de milieu aquatique ou de milieu marin, géographiquement délimitée, vouée spécialement à la protection et au maintien de la diversité biologique, aux ressources naturelles et culturelles associées ; pour ces fins cet espace géographique doit être légalement désigné, réglementé et administré par des moyens efficaces, juridiques et autres » [1]. Les parcs nationaux appartenant au domaine des aires protégées sont gérés suivant un plan d'aménagement [2, 3]. Leur conservation et leur gestion durable permettent le maintien des différentes fonctions écologiques telles que la production, la protection, d'assurer les valeurs sociales et culturelles [4]. Les arbres et arbustes qui s'y trouvent jouent un rôle multiple dans les systèmes de production par la quantité de biomasse produite [5]. Bien qu'étant une aire protégée, le Parc National de Manda est victime d'une incursion des pasteurs nomades pour le pâturage, les feux de brousses, les conflits armés, les pratiques agricoles ainsi que les coupes de bois incontrôlées [6, 7]. Pour contrecarrer sa dégradation, un projet financé par le PNUD, UNOPS et GEF dénommé « Projet Conservation et Utilisation Durable de la Biodiversité dans le Moyen-Chari » se charge de sa conservation. Sa gestion entreprise depuis quelques années nécessite la connaissance détaillée de ses ressources forestières, les caractéristiques des peuplements et sa phytomasse qui dépendent des conditions pédo-climatiques et anthropiques. Au Tchad en général et particulièrement dans la région du Moyen-Chari, très peu d'étude s'intéresse à la dynamique de la phytomasse dans les savanes. Le Parc National de Manda où cette étude est menée fait partie du biome « savanes et forêts claires soudaniennes » classé par le WWF et figurant parmi les 200 écorégions essentielles au monde pour la conservation de la biodiversité globale. Cela souligne l'exceptionnelle importance du PNM en termes de biodiversité, sa végétation étant bien préservée jusqu'à aujourd'hui [8]. Outre les services écosystémiques délivrés par le PNM à savoir : la lutte contre les inondations, la lutte contre l'érosion hydrique, éolienne, et le rechargement des nappes phréatiques [8], il est important de connaître le peuplement et la phytomasse de cette aire protégée afin de suivre son processus de réhabilitation et de son aménagement. L'objectif de ce travail est de caractériser les peuplements des différents types de savane du Parc National de Manda (PNM) et estimer leur phytomasse.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude et environnement

Les sites d'études sont situés dans le PNM qui appartient à la région du Moyen-Chari (**Figure 1**). Le PNM est localisé entre les 9°20' - 9°50' Nord et les 17°45' - 18°20' Est, et est limité au Nord par le canton Niellim, à l'Est par le canton Kokaga et le fleuve Chari, au Sud par le canton Balimba et à l'Ouest par le canton Djoli et la route nationale Sarh-Nguéré-N'djamena. Il est situé environ 25 Km au Nord-Ouest de la ville de Sarh. Le PNM est créé en 1951 en tant que réserve de faune régionale caractérisé par l'Elan de Derby (*Taurotragus derbianus*). Selon la dernière classification de l'UICN, le PNM appartient à la catégorie II [8].

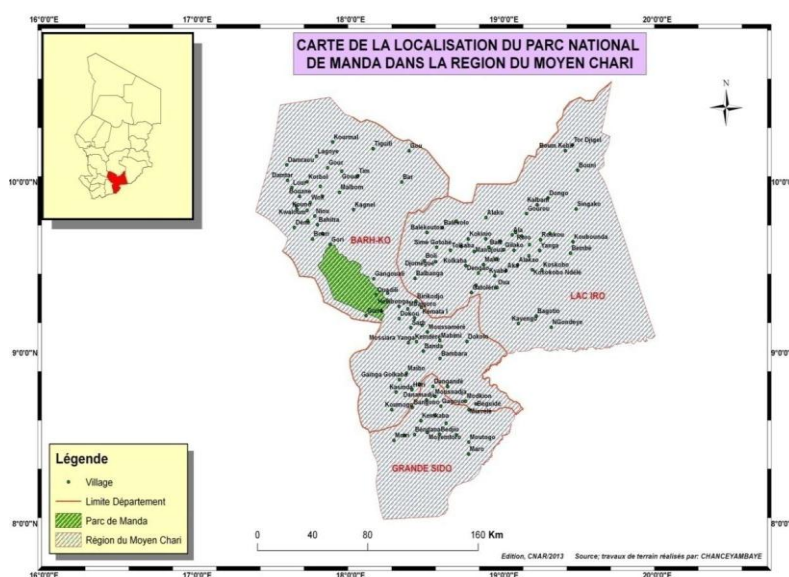


Figure 1 : Localisation du PNM dans la région du Moyen - Chari au Tchad

Source : Adaptation de CHANCEYAMBAYE N. et de DJIM-ASSAL D. 2013

Le climat de la région est du type soudanien et soudano-guinéen dans sa partie méridionale située sur la frontière centrafricaine avec une pluviométrie de 800 à 1200 mm par an et comprend une saison de pluie qui dure de mi-Avril à mi-October et le reste de l'année est couvert par une saison sèche. Les températures moyennes mensuelles varient de 21°C à 35°C avec une moyenne annuelle de 28°C et une humidité relative selon le mois variable de 32 à 85 %, soit une moyenne de 61 % [8]. Les sols de la plaine du Chari sont à pseudogley sur alluvions récents. On constate une association des sols ferrallitiques tropicaux lessivés et sols halomorphes sur alluvions dans la partie Nord et des sols à gley ou pseudogley sur matériaux sableux dans la moitié Sud. En allant de la plaine vers le léger plateau, on trouve dans la partie Sud des sols ferrugineux tropicaux, puis ferrallitiques. Au Nord, des vertisols alternent avec des cuirasses et concrétions ferrugineuses. Tout au Nord, les collines de Mbal Sorigui (« petits rochers ») présentent des sols d'érosions sur granite, gneiss et rhyolite [8]. Les formations végétales sont des forêts galeries, des savanes arbustives et arborées. Dans l'ensemble, la végétation est de type soudanien dont la hauteur, la densité et la répartition sont fonction de la topographie et de la nature des sols. En dehors de la plaine, la forêt claire et la savane boisée à légumineuse dominante alternent avec des lambeaux de forêt sèche ou ripicole [9]. Au sud du parc, la végétation est dominée par *Anogeissus leiocarpa* puis *Terminalia laxiflora*, *Daniellia oliveri*, *Prosopis africana* et *Mitragyna inermis*.

2-2. Méthodes

2-2-1. Mesure de la phytomasse

L'étude a été réalisée au mois de Novembre 2012. La savane arborée (SA), la savane arbustive (SU) et la savane herbeuse (SH) ont été choisies. Elles ont une physionomie, une structure et une composition spécifique de végétation différente les unes des autres. Le dispositif expérimental est un bloc complet semi randomisé à 3 répétitions. Les types de savane sont les traitements et les parcelles et sous parcelles sont les répétitions. La détermination de la phytomasse a été réalisée dans 3 parcelles de chaque type de savane. Pour minimiser l'hétérogénéité spatiale les parcelles étaient peu éloignées les unes des autres. Dans ces parcelles, la biomasse des arbres, arbustes et herbacées, racines ont été déterminées selon la méthode de [10]. Au cours de la détermination de la biomasse, la composition et les noms spécifiques identifiés ainsi les paramètres dendrométriques mesurés.

2-2-2. Phytomasse aérienne

La phytomasse des arbres a été estimée dans 3 parcelles de 2500 m². Nous considérons comme arbre tout ligneux ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 cm et une hauteur supérieure ou égale à 5 m. Les DHP (1,3 m du sol) et les hauteurs de tous les arbres sont mesurés à l'aide d'un mètre à ruban, d'une perche graduée et / ou d'un clinomètre respectivement. La phytomasse des arbres a été estimée par la méthode indirecte en utilisant une équation allométrique prenant en compte le paramètre DHP de l'arbre. Parmi les *Équations* utilisées, celle de [11, 12] a été retenue *l'Équation (1)*, car elle a été développée dans les conditions climatiques incluant celle du parc et le coefficient de détermination entre la biomasse des arbres et leur DHP est hautement significatif ($R^2 = 0,89$):

$$B \text{ (Kg)} = \exp(-1,996 + 2,32 * \ln D) \quad (1)$$

où, *B* est la phytomasse des arbres exprimée en kilogramme ; *D* est le DHP (cm) ; cette phytomasse est ensuite exprimée en tonne par hectare (T/Ha).

La biomasse des arbustes a été estimée dans 3 parcelles de 100 m² dans la SU et dans 3 sous-parcelles contenues dans chacune des parcelles de 2500 m² de la SA. Les arbustes sont coupés à ras du sol et séparés par espèces et par fraction. Les masses humides totales de chaque fraction sont déterminées à l'aide d'une balance et un sous-échantillon de chaque fraction est pris et sa masse humide déterminée par pesée. La biomasse des herbacés a été estimée dans 5 sous-parcelles de 1 m², délimitées à chaque sommet et au centre de la parcelle 100 m² dans la SA et la SU. Dans la SH, elle est déterminée directement dans les parcelles de 1 m². Toutes les herbacées faisant parties de l'échantillonnage sont coupées à ras du sol, leur masse totale déterminée et un sous-échantillon est pris comme précédemment. Les litières ne sont pas prélevées du fait de l'inondation qu'a connue le PNM cette année, ce qui a retardé le prélèvement des échantillons.

2-2-3. Phytomasse souterraine

Elle a été estimée dans les placettes carrées de 25 cm de côté, au centre de chaque sous-parcelle de 1 m². Seules les phytomasses des racines fines (< 2mm) et celles des petites racines (2 ≤ X ≤ 5 mm) sont évaluées [13]. Des blocs de sol sont extraits à deux niveaux de profondeur : 0 - 10 cm et 10 - 25 cm. Ces blocs préalablement pesés, sont tamisés à l'aide d'un tamis à maille de 1 mm, puis les racines sont manuellement triées et séparées en deux groupes : racines fines et petites racines et ensuite pesées [13].

2-2-4. Calcul de la masse sèche totale de la végétation

Tous les sous-échantillons (feuilles, tige, herbes) et les échantillons des racines sont ramenés au laboratoire dans des sacs en papier pour être séchés à 60°C dans une étuve. Afin de déterminer les masses sèches, les sous-échantillons des feuilles et des herbacées sont séchés pendant 48 heures tandis que le bois et les racines pendant 96 heures. Après séchage et pesés, les teneurs en eau (T_e en % par rapport à la masse sèche) de tous les sous-échantillons ont été calculées selon l'Équation (2) suivante :

$$T_e = (MH - MS / MS) \times 100 \quad (2)$$

où, MH est la masse humide et MS est la masse sèche (g).

A partir des teneurs en eau des sous-échantillons, les masses sèches totales des fractions ont été calculées selon l'Équation (3) comme suit [14] :

$$MST = (100 \times MHT) / (100 + T_e) \quad (3)$$

où, MST est la masse sèche totale et MHT est la masse humide totale. Les masses sèches totales appelées phytomasses sont exprimées en tonne par hectare (T/Ha).

2-2-5. Analyse statistique

Des analyses de variances suivies de la comparaison des moyennes par le test de Duncan ont été utilisées pour comparer les biomasses des herbacées, racines et le total des 3 types de savanes et les paramètres étudiés. Le test de Duncan n'est utilisé que si les analyses de variance sont significatives. Des tests t de Student ont été également utilisés pour comparer la biomasse des arbustes entre savane arborée et arbustive. Ces tests ont été réalisés à l'aide de statgraphics plus 5.0. et de Excel.

3. Résultats

3-1. Composition spécifique des ligneux et structures des savanes

La composition spécifique varie en fonction du nombre et des espèces dans les 3 types de savane (Tableau 1). Ainsi la savane arborée est plus riche en espèces que la savane arbustive et la savane herbeuse est caractérisée par l'absence des ligneux. Certaines des espèces rencontrées dans la savane arborée se trouvent également dans la savane arbustive et absente dans la savane herbeuse. Au total 24 espèces sont inventoriées dans la savane arborée contre 15 dans la savane arbustive et 4 dans la savane herbacée. Les espèces dominantes de la savane arborée sont classées ici par leur importance numérique : *Stereospermum kunthiamum*, *Piliostigma thonningii*, *Anogeissus leiocarpus*, *Crossopteryx febrifuga*, *Cassia sieberiana*, *Detarium microcarpum*, *Terminalia laxiflora*. L'espèce dominante de la savane arbustive est *Combretum sp.* avec 39 individus suivi de *Piliostigma thonningii* (17 individus), *Guiera senegalensis* (14 individus) et *Annona senegalensis* (7 individus). La savane herbeuse est constituée des *Andropogon gayanus*, *Rottboellia cochinehineus*, *Pennisetum violaceum* et *Imperata cylindrica*.

Tableau 1 : Composition floristique dans les 3 types de savanes du PNM

Famille	Espèces	Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse
Rubiaceae	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	33	0	0
	<i>Mitragyna inermis</i>	0	1	0
	<i>Gardenia eubescens</i>	0	3	0
Mimosaceae	<i>Prosopis africana</i>	4	0	0
	<i>Acacia ataxacantha</i>	2	0	0
	<i>Acacia polyacantha</i> var. <i>compylocanthe</i>	1	0	0
	<i>Acacia erythrocalyx</i>	1	0	0
Caesalpinaceae	<i>Cassia sieberiana</i>	20	1	0
	<i>Piliostigma thonningii</i>	37	17	0
	<i>Detarium microcarpum</i>	15	1	0
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	35	0	0
	<i>Terminalia laxiflora</i>	15	0	0
	<i>Terminalia glaucescens</i>	12	0	0
	<i>Terminalia macroptera</i>	0	3	0
	<i>Combretum glutinosum</i>	8	7	0
	<i>Combretum</i> sp.	2	39	0
	<i>Guiera senegalensis</i>	10	14	0
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i>	42	0	0
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i>	3	0	0
	<i>Vitex madiensis</i>	3	0	0
	<i>Vitex simplicifolia</i>	8	0	0
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	8	7	0
Anacardiaceae	<i>Lannea barteri</i>	1	0	0
Euphorbiaceae	<i>Bridelia ferruginea</i>	2	3	0
Ulmaceae	<i>Celtis integrifolia</i>	10	0	0
Meliaceae	<i>Pseudocedrela kotschy</i>	11	0	0
Tiliaceae	<i>Grewia mollis</i>	0	1	0
Sapindaceae	<i>Allophylus africanus</i>	0	1	0
Fabaceae	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0	4	0
Hymenocardiaceae	<i>Hymenocardia acida</i>	0	1	0
Apocynaceae	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	6	0	0
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	ND	ND	ND
	<i>Rottboellia cochinehineus</i>	ND	ND	ND
	<i>Pennisetum violaceum</i>	ND	ND	ND
	<i>Imperata cylindrica</i>	ND	ND	ND
TOTAL		289	103	ND

ND : non déterminé

Les savanes du PNM diffèrent entre elles par la densité des espèces (**Figure 2**). La densité dans les savanes arbustives est plus élevée (3433,33 individus / Ha) que celle des savanes arborées (1470 individus / Ha).

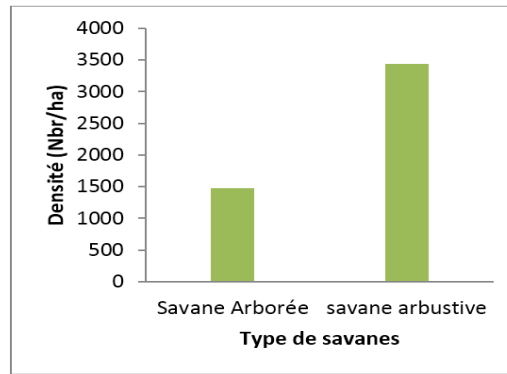


Figure 2 : Densité des ligneux des savanes arborées et arbustives

Pour le diamètre à hauteur de poitrine, la moyenne est de 17,96 cm alors que 19,33 % des individus ont un DHP supérieur à 25 cm. La distribution de diamètres des ligneux des savanes arborées est présentée par la **Figure 3**. Cette distribution est de la forme J renversée. Ce qui montre que seuls les gros arbres sont extraits (ou sont morts) de cette savane. Le renouvellement des arbres est assuré par les jeunes plantules qui sont nombreuses, plus de 60 individus pour les 2 premières classes ([0 - 15[et [15 - 30[).

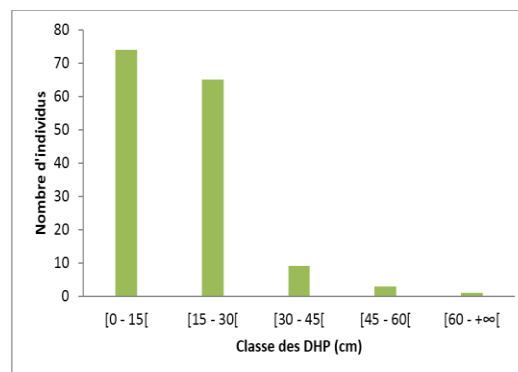


Figure 3 : Distribution des classes de diamètre des ligneux dans les savanes arborées

La hauteur des ligneux dans les savanes arborées varie entre 5 m pour les petits arbres et 30 m pour les grands, avec une hauteur moyenne de 12,58 m. La distribution des hauteurs des ligneux est de la forme « J » inversée (structure régressive) comme celle des diamètres (**Figure 4**) où très peu d'individus ont une hauteur importante. La majorité des individus est concentrée dans la classe [0 - 10 m[. Le nombre d'individus diminue lorsque la hauteur augmente.

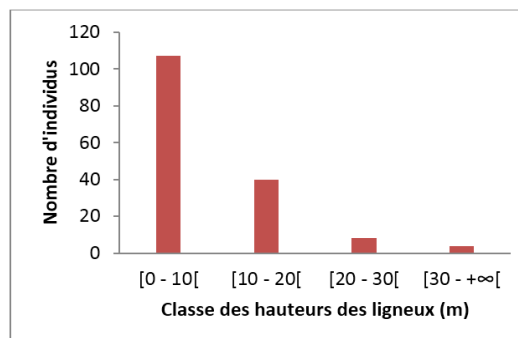


Figure 4 : Distribution des classes de hauteur des ligneux dans les savanes arborées

3-2. Phytomasse des savanes

3-2-1. Phytomasse aérienne

La phytomasse aérienne totale varie selon le type de végétation (herbacées, arbustes et arbres) et selon le type de savane (**Tableau 2**). Pour la savane arborée, la contribution des arbres est plus élevée (34,68 T / Ha) soit 93,20 % ; celle des arbustes est la plus faible (0,17 T / Ha) soit 0,46 % et celle des herbacées est intermédiaire (2,36 T / Ha) soit 6,34 %. Dans les savanes arbustives, c'est la contribution des herbacées qui est la plus élevée avec (11,4 T / Ha) soit 74,51 % et 3,9 T/Ha, soit 25,49 % pour les arbustes.

Tableau 2 : Phytomasse aérienne totale

Type de savane	Ph. aérienne			Ph. aérienne totale (T / Ha)
	Arbres	Arbustes	Herbes	
S. arborée	34,68 ± 13,34	0,17 ± 0,02 ^b	2,36 ± 1,72 ^c	37,21 ^a
S. arbustive		3,9 ± 0,60 ^a	11,4 ± 1,47 ^b	15,3 ^b
S. herbacée			19 ± 2,08 ^a	19 ^b

Les différentes lettres d'une même colonne indiquent que les valeurs sont significativement différentes
Ph : Phytomasse

3-2-2. Phytomasse racinaire

La phytomasse racinaire varie selon le type de racine et le type de savane (**Tableau 3**). La contribution des petites racines par rapport à la phytomasse totale des racines est plus élevée dans les savanes arborées (0,64 T / Ha, soit 53,33 %) et arbustive (1,1 T / Ha, soit 55 %). Par contre, dans les savanes herbacées, ce sont les racines fines qui ont une contribution plus importante que les petites racines avec une valeur 0,22 T / Ha, soit 81,88 %.

Tableau 3 : Phytomasse des fines et petites racines des savanes (T / Ha)

Type de savane	Racines Fines	Petites Racines	Ph. Total
S. arborée	0,49 ± 0,07 ^b	0,64 ± 0,16 ^{ab}	1,2 ^b
S. arbustive	1,06 ± 0,15 ^a	1,1 ± 0,64 ^a	2 ^a
S. herbacée	0,22 ± 0,22 ^b	0,05 ± 0,07 ^b	0,27 ^c

Les différentes lettres d'une même colonne indiquent que les valeurs sont significativement différentes
Ph.: phytomasse; S. : savane

3-2-3. Phytomasse totale

Les trois types de savanes diffèrent significativement ($0,0219 < 0,05$) par leur phytomasse totale (**Figure 6**). La phytomasse de savane arborée est la plus élevée (38,41 T / Ha), celle de savane arbustive la plus faible (17,3 T / Ha). La phytomasse de la savane herbacée (19,27 T / Ha) dépasse la phytomasse de la savane arbustive du fait de la faible proportion des arbustes et de leur poids alors que la végétation de la savane herbacée est touffue et dense. La différence entre les types de savanes est due en grande partie à la composition spécifique et la structure des végétations de ces trois savanes. Dans les trois savanes, l'essentiel de la phytomasse est stockée dans la partie aérienne. La contribution des phytomasses aériennes par rapport à la phytomasse totale varie de 88,44 % (15,3 T / Ha) pour la savane arbustive à 98,60 % (19 T / Ha) pour la savane herbacée.

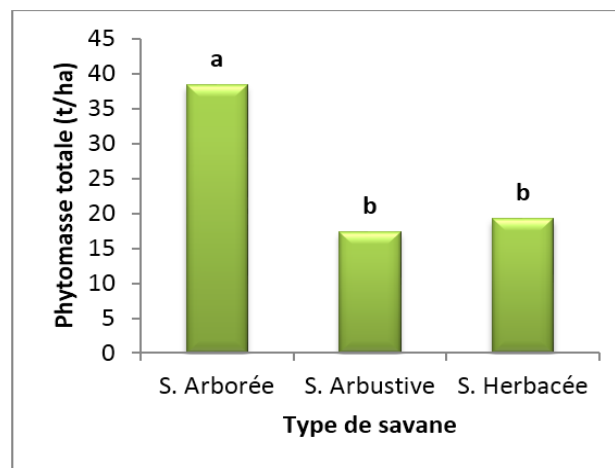


Figure 6 : Distribution de la phytomasse totale dans les savanes

Les différentes lettres de la série indiquent que les valeurs sont significativement différentes

3-2-4. Contribution spécifique des ligneux

La contribution des principaux ligneux à la phytomasse aérienne des arbres dans la savane arborée est présentée dans le **Tableau 4**. Cette contribution varie selon le nombre d'individus et de l'espèce. *A. leiocarpus* apporte la plus grande phytomasse avec une valeur de 9,03 T / Ha, suivis de *P. africana* (5,75 T / Ha), de *T. glaucescens* (3,78 T / Ha) et *T. laxiflora* (3,48 T / Ha). La faible contribution vient de *A. senegalensis* avec une phytomasse de 0,01 T / Ha. La contribution ne dépend pas du nombre d'individus d'une espèce car *P. thonningii* (23 individus) et *S. kunthiamum* (28 individus) ont chacune une phytomasse inférieure à 2,5 T / Ha, alors que *P. africana* avec 4 individus apporte une phytomasse plus de 2 fois supérieure (5,75 T / Ha) à celles des ligneux précédents.

Tableau 4 : Contribution spécifique des ligneux à la phytomasse

Nom Scientifique	Nom en Sara	Nombre	Phytomasse (T / Ha)
<i>Acacia polyacantha</i> var. <i>compylocanthe</i>	Kone more	1	0,04
<i>Acacia</i> sp.	Kone haran	1	1,9
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	yida	23	9,03
<i>Annona senegalensis</i>	Mbore	1	0,01
<i>Bridelia ferruginea</i>	Mbramdjo	2	0,08
<i>Cassia sieberiana</i>	Lingue-lingue	14	1,55
<i>Celtis integrifolia</i>	Yala	2	0,19
<i>Combretum glutinosum</i>	Dro	1	0,28
<i>Combretum</i> sp.	Djô	2	0,23
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Djargon	9	2,23
<i>Detarium microcarpum</i>	Mourkoutou	3	0,21
<i>Lannea barteri</i>	Nguedé	1	0,98
<i>Piliostigma thonningii</i>	Mong	23	1,98
<i>Prosopis africana</i>	Nder	4	5,75
<i>Pseudocedrela kotschy</i>	Kyan ndega	4	0,23
<i>Stereospermum kunthiamum</i>	Mbal doul / nda	28	2,27
<i>Terminalia glaucescens</i>	Rôn gradé	12	3,78
<i>Terminalia laxiflora</i>	Rôn ndul	15	3,48
<i>Vitex doniana</i>	Mouy	1	0,02
<i>Vitex madiensis</i>	Mouy dobandilé	3	0,32
<i>Vitex simplicifolia</i>	Mouy	1	0,04

4. Discussion

4-1. Composition spécifique et structure du PNM

La présence dominante de *Stereospermum kunthiamum*, *Piliostigma thonningii*, *Anogeissus leiocarpus*, *Crossopteryx febrifuga*, *Cassia sieberiana*, *Terminalia laxiflora*, etc., dans la savane arborée et la savane arbustive *Combretum* sp., *Guiera senegalensis*, *Annona senegalensis* corroborent à ceux de [6, 8] ainsi qu'au résultat de [15] dans les zones soudaniennes au sud-ouest du parc de zakouma et sont caractéristique de la savane boisée. La savane herbeuse est constituée essentiellement de *Rottboellia cochineus*, *Andropogon gyanus*, *Pennisetum violaceum*, *Imperata cylindrica*. Cette sous-estimation est due au cycle annuel de ces espèces déjà bouclé [16] soit subisse les feux de brousse, soit le pâturage ainsi que l'inondation détruisant ces espèces et empêchant l'inventaire dans le temps. Au total, 31 espèces des ligneux (arbres et arbustes) appartenant à 16 familles sont inventoriées contre 62 espèces appartenant à 26 familles dans le parc national de Mozogo-Gokoro rapporté par [3]. Ce nombre d'espèces des ligneux se rapprochent des peuplements ligneux de Thiès et Ferlo au Sénégal [17, 18] ainsi qu'au peuplement des parcs à *Vitellaria paradoxa* au Sud-Ouest nigérien [19]. La densité des ligneux des savanes arborées (1470 individus / Ha) est similaire à celle de la réserve de Ngazobil au Sénégal (1464 individus / Ha) rapportée par [20] et supérieure pour les forêts claires du parc national Oti-Kéran au Nord Togo [2] qui est de 788 pieds / Ha. Elle reste inférieure à la densité du parc national de Mozogo-Gokoro (2972 tiges / Ha) dans l'extrême Nord au Cameroun [3]. L'intervalle de

diamètre des ligneux se situe entre 5,73 à 70,06 cm et est similaire aux résultats de [21] qui a notée 1,5 à 65,30 cm pour les savanes de Ngaoundéré au Cameroun. C'est une structure en forme de « J » renversé traduisant l'importance de la régénération alors que l'insuffisance de gros arbres confirme les dommages subis par le parc [22]. Cette structure classique est souvent observée pour les écosystèmes forestiers non perturbés [2]. La hauteur comprise entre 5 à 30 m avec une moyenne de 12,58 m se situe dans la gamme de 10 à 25 m pour les arbres du parc national de Zakouma [15] et dépasse les 15 m des individus du parc national de Mozogo-Gokoro au Cameroun [3]. Ces résultats confirment les effets des événements politico-militaires des années 80 ainsi que l'anthropisation intense de l'espace environnant que subit le parc national de Manda. Sa situation géographique proche de la ville de Sarh ne lui a pas permis de conserver les ligneux de part leur importance en hauteur et diamètre [7, 23]. Toute fois les années 90 ont marqué le point de coopération et de conservation (bien conservé de nos jours et donc peu perturbé) de la végétation caractéristique du biotope soudanien.

4-2. Phytomasse des faciès

La phytomasse aérienne totale varie significativement ($0,0219 < 0,05$) entre les types de savanes (**Tableau 2**). On observe une différence significative de la phytomasse des arbustes ($0,0004 < 0,01$) et des herbes ($0,0001 < 0,01$) entre les types de savanes (**Tableau 2**) confirmant ainsi l'hypothèse selon laquelle les espèces herbacées sont plus abondantes que les arbustes dans les milieux savanicoles [24] alors que dans les bosquets forestiers, les espèces ligneuses sont les plus abondantes. La phytomasse de 37,21 T / Ha pour les savanes arborées reste très inférieur pour les savanes tropicales (150 T / Ha pour [25, 24]) ainsi que pour les savanes soudano-guinéennes du Cameroun [26, 27] respectivement pour 145,12 T / Ha et 169,90 T / Ha. La phytomasse de la savane arbustive (15,3 T / Ha) est inférieur à celle rapportée par [28] pour les savanes arbustives Tchadiennes (43 T / Ha), Sénégalaises (32 T / Ha) et Maliennes (19,12 T / Ha) mais se rapproche de la valeur de 19,12 T / Ha obtenue par [21] dans les savanes soudano-guinéennes du Cameroun. La phytomasse totale des racines est significativement différente ($0,0029 < 0,05$) entre les types de savanes (**Tableau 3**) ainsi que pour les racines fines ($0,0020 < 0,01$) et les petites racines ($0,0423 < 0,05$) de chaque savane. Elle est plus élevée dans la savane arbustive, faible dans la savane herbacée et intermédiaire dans la savane arborée. La valeur de 3,47 T / Ha de la phytomasse racinaire totale se trouve dans l'intervalle de 0,3 à 30 T / Ha des savanes sous climat tropical à longue saison sèche [29]. Soulignons que les échantillons sont prélevés après les inondations et c'est ce qui a causé la pourriture des racines entraînant une sous-estimation se traduisant par l'abondance des fines racines par rapport aux petites racines dans les savanes herbacées due à la régénération et non dans les savanes arborées et arbustives car l'apport des petites racines des arbustes est importante dans ces derniers faciès. La phytomasse totale (78,98 T / Ha) des savanes (faciès) obtenue est inférieur aux savanes humides de Ngaoundéré et de la mosaïque des forêt-savanes des plateaux Okouma et Bagombé au sud-Est du Gabon [24, 27]. La contribution de la phytomasse dans les 3 faciès des différentes composantes va de : arbre > herbe > arbuste > racine.

5. Conclusion

Les résultats obtenus dans ce travail d'estimation de la biomasse végétale dans le Parc National de Manda montrent que la composition spécifique est fonction du nombre et des espèces dans les types de faciès avec 33 espèces, une structure assez bonne caractéristique des formations savanicoles et une contribution spécifique des ligneux à la phytomasse variant selon le nombre d'individus et de l'espèce. La phytomasse est plus élevée dans la savane arborée (38,41 T / Ha) que la savane herbacée (19,27 T / Ha) et cette dernière supérieure à la savane arbustive (17,3 T / Ha). L'inondation aurait réduit considérablement la quantité de la biomasse du PNM ainsi que les actions anthropiques surtout des années avant la mise en place du projet de conservation et utilisation durable de la biodiversité dans la région du Moyen-Chari.

Remerciements

Nous félicitons la collaboration du Ministère en charge de l'environnement et remercions le projet PNUD, UNOPS & GEF « Conservation et utilisation durable de la biodiversité dans la région du Moyen-Chari » chargé de la gestion durable du PNM et la Compagnie Sucrière du Tchad (CST) Banda / Sarh pour nous avoir permis son laboratoire ainsi que celui de l'ENSAI (Ngaoundéré).

Références

- [1] - UICN / WCMC, Guidelines for Protected Area Management Categories. Gland et Cambridge: UICN, (1994).
- [2] - K. ADJONOU, R. BELLEFONTAINE et K. KOKOU, Les forêts claires du Parc National Oti-kéran au Nord Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse*, Vol. 20, (1) (2009) 1 - 10.
- [3] - S. R. C. SANDJONG, M. NTOUPKA, A. IBRAHIMA et T. VROUMSIA, Etude écologique du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun) : prospections préliminaires de la flore ligneuse et du sol pour sa conservation et son aménagement. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(6) (2013) 2434 - 2449.
- [4] - I. AMSALLEM, D. P. KONE, M. L. WILKIE et M. NGANDJI, Gestion forestière en Afrique centrale : à la recherche de l'excellence. *Bois et forêts des tropiques*, 281 (3) (2004) 5 - 18.
- [5] - F. BOGNOUNOU, M. SAVADOGO, I. J. BOUSSIM et S. GUINKO, Equations d'estimation de la biomasse foliaire de cinq espèces ligneuses soudaniennes du Burkina Faso. *Sécheresse*, 19 (3) (2008) 201 - 5.
- [6] - J-P. THOMASSEY, La situation des ressources naturelles du Tchad. *Bois et Forêts des Tropiques*, 228 (1991) 49 - 62.
- [7] - UICN / PACO, Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : aires protégées du Tchad, (2008) 56 p.
- [8] - PAPNM, Plan d'aménagement du Parc National de Manda (2012-2022). Document non publié, (2010).
- [9] - J. PIAS, La végétation du Tchad ses rapports avec les sols Variations paléobotaniques au quaternaire. Contribution à la connaissance du bassin Tchadien. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M., N° 6, (1970) 49 p.
- [10] - J. M. ANDERSON et J. S. I. INGRAM, Tropical soil biology and fertility : A handbook of methods. C.A.B international, UK., (1993) 221 p.
- [11] - FAO, Estimating biomass and biomass change of tropical forests : a Primer. A Forest Resources Assessment publication. FAO Forestry Paper, N° 134, (1997) 87 p.
- [12] - A. SAÏDOU, A. F. E. DOSSA, P. C. GNANGLE, I. BALOGOUN et N. AHO, Evaluation du stock de carbone dans les systèmes agroforestiers à karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) et à néré (*Parkia biglobosa* Jacq. G. Don) en zone Soudanienne du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB). Numéro spécial Agriculture et Forêt, (2012) 1 - 9 p.
- [13] - K. A. VOGT et H. PERSSON, Measuring growth and development of roots. In : Lassoie J. P. et Hinckley T.M. (eds). Techniques and approaches in forest tree ecophysiology. CRC Press, Boca Raton, FL, Etats - Unis, (1991) 477 - 501 p.
- [14] - A. WALKLEY et C. A. BLACK, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec et Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Détermination de la matière organique par dosage du carbone organique dans les sols agricoles : méthode Walkley-Black modifiée, MA. 1010 - WB 1.0, Ministère de l'environnement du Québec, (2003) 10 p.
- [15] - P. POILECOT, S. SAIDI et E. B. N'GAKOUTOU, Phytogéographie du Parc national de Zakouma (Sud-Est du Tchad). *Sécheresse*, 20 (3) (2009) 286 - 295.

- [16] - S. MELOM, E. MBAYNGONE, A. B. BECHIR, N. RATNAN et P. M. MAPONGMETSEM, Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25 (1) (2015) 3799 - 3813.
- [17] - S. M. MAHAMAT, A. DIALLO, N. OUSMANE, M. N. FAYE et A. GUISSÉ, Caractérisation des peuplements ligneux de la zone Cayor Baol (Thiès-Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(5) (2013) 2117 - 2132.
- [18] - N. OUSMANE, A. DIALLO, S. M. BASSIMBÉ et A. GUISSÉ, Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* 13 (3) (2013), mis en ligne le 24 janvier 2014. URL : <http://vertigo.revues.org/14352> ; DOI : 10.4000/vertigo.14352
- [19] - I. D. GUIMBO, A. MAHAMANE et K. J. M. AMBOUTA, Peuplement des parcs à *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance et à *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. C.F.) dans le sud-ouest nigérien : diversité, structure et régénération. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(5) (2010) 1706 - 1720.
- [20] - C. D. DIATTA, M. GUEYE, S. KOMA et L. E. AKPO, Diversité de la flore et de la végétation ligneuse de la réserve Ngazobil (Joal-Fadiouth) au Sénégal. *J. Sc.*, 9 (3) (2009) 1 - 13.
- [21] - F. C. ABIB, Quantification du carbone dans quelques savanes humides de Ngaoundéré, Cameroun. Mémoire de Maîtrise, (2005) 31 p.
- [22] - A. D. MBATTA, Evaluation de la diversité biologique au Tchad. Analyse de la durabilité des usages actuels des ressources biologiques, (1998) 1 - 49 p.
- [23] - N. I. TATILA, Gestion des aires protégées au Tchad : contraintes et perspectives pour une gestion participative. Mémoire de DESS, (2005) 120 p.
- [24] - A. NGOMANDA, J. LEBAMBA, N. L. ENGONE-OBIANG, N. LEPENGUE et B. M'BATCHI, Caractérisation de la Biomasse sèche des mosaïques forêt-savane des plateaux Okouma et Bagombé au sud-est du Gabon. *Journal of Applied Biosciences*, 68 (2013) 5417 - 5428.
- [25] - M. LAMOTTE et F. BOULIERE, Energy flow and nutrient cycling in tropical savannas. In : *Ecosystems of the world* 13 : Tropical savannas (ed. Boulière F.), (1983) 583 - 603.
- [26] - A. IBRAHIMA et F. C. ABIB, Estimation du stock de carbone dans les faciès arborées et arbustives des savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré, Cameroun. *Cameroon journal of experimental Biology*, 04 (01) (2008) 1 - 11.
- [27] - TCHOBSALA, M. MBOLO et K. SQUARE, Impact of wood logging on the phytomass and carbon sequestration in the guinea savanna of Ngaoundéré, Adamaoua Region, Cameroon. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology*, 3(2) (2014) 2315 - 5140.
- [28] - S. BROWN, Estimating biomass and biomass change of tropical forests : a primer. FAO. Forestry Paper, 134. Rome, Italie, (1997) 87 p.
- [29] - G. SERPENTIER et G. OUATTARA, *La jachère en Afrique tropicale ; Rôles, aménagements et alternatives*. Edité par Ch. Floret et R. Pontanier. De la jachère naturelle à la jachère améliorée. *Le point des connaissances*, 1 (2000) 40 - 335.