



## Research Article

Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences 2020, Vol 28, Serie 2, 86-104

ISSN 1011-6451/CJBBS.2020. Published Online (July 2020) ([www.camjournal-s.com](http://www.camjournal-s.com))

### Diversité Et Structure Des Ligneux Des Agrosystèmes Autour D'une Aire Protégée : Cas Des Champs De Case Périphériques De La Réserve De Kalfou (Cameroun)

Bayé-Niwah Claudette<sup>1</sup>, Kosso Higri<sup>1</sup>, Souare Konsala<sup>2</sup> et Todou Gilbert<sup>2</sup>

1-Département des Sciences de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure, Université de Maroua ; BP. 55, Maroua, Cameroun ; Email: bayeclau@yahoo.fr

2-Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Maroua.

#### Résumé

Pour apporter une contribution à la gestion durable des agrosystèmes du Sahel, une étude a été menée dans les champs de case des villages périphériques de la réserve de Kalfou. Cette étude avait pour but d'identifier et de calculer la diversité des plantes ligneuses des champs de case suivant un dispositif de 486 quadrats de (50 m x 50 m) dans neuf villages. Elle a aussi mesuré le diamètre et la hauteur des ligneux. Il ressort de l'analyse des données que, les individus inventoriés appartiennent à 26 familles, 41 genres et 51 espèces. Les familles de Mimosaceae, Combretaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Rhamnaceae, Caesalpiniaceae, Arecaceae, Balanitaceae, sont les plus abondantes. *Balanites aegyptiaca*, *Anogeisus leiocarpus*, *Tamarindus indica*, *Khaya senegalensis*, *Ficus platyphylla*, *Acacia sieberiana*, *Adansonia digitata*, *Bombax costatum* présentent pour la plus part des indices d'indisponibilité importante et leur structure dendométrique montrent qu'elles sont âgées. *Guiera senegalensis*, *Azadirachta indica*, *Ziziphus mauritiana*, *Hyphaene thebaica*, *Faidherbia albida*, ont un niveau de régénération important et sont plus disponibles. L'indice de Shannon est très faible dans l'ensemble (< 3). Les villages ayant les plus grandes diversités spécifiques sont Kouroum (2,60) et Touksou (2,54). L'indice de Sørensen montre une similarité floristique entre la plupart des champs de case de différents villages.

**Mots clés :** Ligneux, Champs de case, Périphérie, Réserve de Kalfou.

#### Abstract

In order to fetch a contribution to an efficient management of agrosystems in Sahel, a study was conducted in the village fields in peripheral villages of Kalfou natural reserve. The aim of this study was to identify and value the diversity of woody plants of fields surrounding huts by following an appliance of 486 quadrats (50m\*50m) in nine villages. This study also measured the woody diameter and height. Upon the data analysis, it occurs that, inventory individuals belong to 26 families, 41 genders and 51 species. The Mimosaceae, Combretaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Rhamnaceae, Caesalpiniaceae and Arecaceae, families are more numerous. The *Balanites aegyptiaca*, *Anogeisus leiocarpus*, *Tamarindus indica*, *Khaya senegalensis*, *Ficus platyphylla*, *Acacia sieberiana*, *Adansonia digitata*, *Bombax costatum* present for majority of them, important unavailable indexes and their dendometric structure shows that they are old. The *Guiera senegalensis*, *Azadirachta indica*, *Ziziphus mauritiana*, *Hyphaene thebaica*, *Faidherbia albida*, have an important level of regeneration and are more available. The Shannon index at all is very poor (< 3). Villages with great specific diversities are Kouroum (2, 60) and Touksou (2, 54). The Sorensen index show a floristic similarity between majorities of village fields of different villages.

**Key words:** Woody, village fields, peryphery, Kalfou reserve.

#### Introduction

Lors du comité interministériel de la biodiversité du 4 juillet 2018, le premier ministre français a mentionné son inquiétude du rythme de la disparition des espèces dans la planète « une espèce disparaît toutes les 20 minutes » (Philippe, 2018). Cette disparition affecte les écosystèmes et plus particulièrement les écosystèmes

agroforestiers. Selon Belem et al.(2008), les grandes sécheresses des années soixante-dix seraient l'une des principales causes de dégradation de ces systèmes agroforestiers. L'homme a aussi toute sa part de responsabilité dans ce processus par les activités ou événements tels que le surpâturage et la transhumance, le déboisement intensif, la création des forages, l'augmentation de la

démographie, la création de nouveaux sites pour réfugiés (Djeddaoui et al. 2017).

En fait dans les pays sahéliens, la composante ligneuse des parcs agroforestiers, parfois appelée selon leur densité « arbres hors forêt » (Sanial, 2018), offre aux populations locales des produits et services. Les populations trouvent ainsi dans la strate ligneuse tout ce qui est nécessaire pour leur survie (Mapongmetsem et al., 2012). Les populations de l'Extrême-Nord du Cameroun, particulièrement celles de l'arrondissement de Kalfou exploitent également les composantes des systèmes agroforestiers. Dans cette commune, les activités socio-économiques des habitants reposent essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles (Froumsia, 2013). L'arrondissement possède une réserve forestière qui couvre une superficie de 3707 ha (Wafo et al., 2009). Les aires protégées restent de nos jours les seuls moyens formels établis dans presque tous les pays du monde pour la conservation de la biodiversité (Kaboré, 2018). Elles régulent ainsi l'accès aux ressources empêchant les habitants de forêts de jouir des droits d'usage qu'ils avaient auparavant pour leur subsistance (Souare, 2015). Malgré leur étendue, les aires protégées sont relativement pauvres pour conserver la majorité de la biodiversité (Rodrigues et al., 2004). Quelques espèces restent à la périphérie, même dans les paysages occupés par les communautés (Scudder et al. 2019), ainsi les populations se livrent à leur utilisation (Martin-Ortega et al., 2017).

A cet effet, la réserve de Kalfou a subi un recul de son couvert végétal de 3888 ha à 3707 ha entre 1986 et 2001 soit 0,03% par an. C'est ainsi qu'entre les deux dates la forêt claire et la savane arborée essentiellement constituées d'espèces ligneuses ont connues un recul considérable. La forêt claire passe de 2313 ha en 1986 à 1118ha en 2001 soit 0,75% par an. Au même moment, la savane arborée recule de 510 ha passant de 1479 ha à 969 ha (Wafo et al., 2009). Cette diminution des ligneux est la conséquence de l'accroissement de la population, des milieux cultivés, des prélèvements pour des fins d'énergie (1868,49 t/an), de bois de service, de médecine, d'alimentation (fruit : 277,7 t/an ; feuilles : 85,93 t/an ; fleurs : 1,66 t/an), charbon de bois (188,60 t/an) et le non-respect par la population des règles établies (Wafo et al., 2009 ; Froumsia 2013). La vie des humains dans la zone périphérique de cette réserve est fortement dépendante des ressources naturelles.

À la périphérie de cette aire protégée se pose la question de la cohabitation Hommes-ressources et celle du développement des communautés locales à travers l'exploitation ou la valorisation des ressources de l'aire protégée et de sa périphérie. La gestion d'un écosystème nécessite un certain nombre de connaissances en biodiversité

végétale pour constituer une base pour des aménagements nécessaires à la restauration de l'environnement (Jiagho et al., 2016). Kouassi et al. (2014) soutiennent d'ailleurs que les inventaires floristiques et les études des groupements végétaux sont la base incontournable pour l'établissement d'un plan de gestion et de conservation des écosystèmes. Bien que le gouvernement Camerounais tente d'apporter des solutions à travers le Programme National de Développement Participatif (PNDP), le Programme Sectoriel Forêt et Environnement (PFSE) ou la relance du projet « *Opération sahel vert* » en 2008, la connaissance de la phytodiversité dans ces aires ou leurs périphéries demeure une nécessité. A part le travail de Wafo et al., en 2009 et Froumsia et al. (2012) dans cette aire protégée qui consistaient respectivement en la caractérisation et suivi du recul des ligneux par télédétection spatiale et l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur le couvert des ligneux, aucune investigation scientifique ne s'est intéressée aux ligneux des champs de case de la périphérie de cette réserve. La question fondamentale de cette recherche s'articule donc autour de la connaissance de la ressource ligneuse de la périphérie de la réserve de Kalfou dans l'optique d'une meilleure gestion et conservation de cette réserve et de sa zone périphérique. L'objectif de cette étude est d'évaluer la ressource ligneuse dans les champs de case périphérique de la réserve. Plus spécifiquement il est question de :

-déterminer la richesse floristique des champs de case périphériques de la réserve de Kalfou

-déterminer la structure verticale et horizontale des ligneux

## Matériel et méthodes

### Site d'étude

La Commune de Kalfou est située dans le Département du Mayo Danay dont elle est la porte d'entrée à 42 kilomètres de la ville de Yagoua. La présente étude s'est déroulée dans les villages périphériques de la réserve forestière de la commune de Kalfou; il s'agit des villages Djabewal, Djabewal-Ecole, Djorguel, Doudoula, Kaoula, Kouroum, Meskine, Thiou et Toukou (Figure 1). Elle compte une population totale de 26 203 habitants avec Toupouri, Peuhls et Massa comme les ethnies dominantes. Le climat est tropical du type sahélo-soudanien à longue saison sèche, l'harmattan souffle d'octobre à mars. La pluviométrie moyenne varie entre 500 mm et 800 mm et les températures moyennes sont voisines de 30°C (Anonyme, 2011). Cette zone sahélo-soudanienne est caractérisée par une mosaïque de sols et de formations édaphiques variés. Ces sols sont généralement très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne, accentuée par la disparition du couvert végétal (BAD, 2017). La végétation

présente un couvert végétal assez varié. Les espèces herbeuses dominantes sont : *Pennisetum purpureum*, *Andropogon ssp*, *Hyparhenya rufa*, *Chromolaena odorata*, *Mimosa sp.* et de nombreuses graminées. La savane est constituée de *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, *Kigelia africana* et *Sterculia setigera* (Anonyme, 2011).

#### Matériel technique

Le matériel technique est constitué d'un décamètre pour délimiter les parcelles, un Global Positioning System (GPS), pour la réalisation des levées de terrain, du matériel de collecte, de séchage des échantillons d'herbier, une bande adhésive pour numéroter les échantillons récoltés, des fiches de collecte des données, une perche graduée pour la mesure des hauteurs, des rubans pour la mesure des circonférences.

#### Collecte des données

##### Inventaire floristique

Le travail a été effectué entre octobre 2017 et juin 2018. Les inventaires floristiques ont été faits dans les champs de cases. Les champs de case sont des agrosystèmes qu'on rencontre uniquement autour de la concession familiale constitués des plantes culinaires (céréales et légumes) qui sont parfois associés aux ligneux (Bayé-Niwah et al., 2020).

Quatre cent quatre vingt six (486) quadrats (50 m x 50 m) ont été installés dans neuf localités (Djabawal, Djabawal-Ecole, Djorguel, Doudoula, Kaoula, Kouroum, Meskine, Thiou et Toukou). Au total, 121,75 ha ont été prospectés. Toutes les plantes dont la taille était supérieure à 1 m ont été identifiées et dénombrées. Les espèces rencontrées ont été identifiées et nommées suivant les noms locaux. Les noms scientifiques ont été transcrits pour les espèces connues. Pour les espèces non identifiées, les échantillons d'herbiers ont été confectionnés afin d'authentifier les noms scientifiques les autres botanistes de l'Université de Maroua et à l'aide de la littérature (Arbonnier, 2000). Les méthodes de collecte de données et d'analyse ont été inspirées des méthodologies développées par Condit et al. (1995) et repris par Bayé-Niwah et al. (2020) dans les champs de case de la périphérie de la ville de Maroua.

#### Mensurations des paramètres

Pour ce qui est des mensurations, tous les individus ligneux (circonférence  $\geq 10$  cm) sont mesurés. Pour chaque individu ligneux identifié, les données suivantes sont collectées : la hauteur des individus prise à l'aide d'une perche graduée de 11m sur laquelle sont attachées des ficelles à chaque 1m pour permettre une meilleure lisibilité; la circonférence des individus adultes est mesurée à l'aide d'un mètre ruban de tailleur (150cm) et une ficelle pour les grandes circonférences. La circonférence est mesurée pour tous les individus à 1,30 m du sol car pour de nombreux individus les ramifications se situent en-dessous de ce niveau

(Akpo et al., 2013). Pour les espèces multicaules, la formule de Gehu & Gehu (1980)

$$: \sqrt{\text{Périmètre tige}_1^2 + \text{Périmètre tige}_2^2 + \dots + \text{Périmètre tige}_n^2}$$

a été utilisée pour calculer la circonférence. Les données collectées ont pris en compte : les individus élagués, la collecte des données a pris en compte les individus élagués.

#### Analyse des données

##### Composition floristique

Toutes les données floristiques ont été enregistrées et groupées ensemble. L'abondance des familles et l'abondance des espèces ont été calculées, et le nombre des espèces appartenant à chaque genre a été aussi calculé. Les abondances relatives de chaque espèce ont été calculées suivant la formule suivante:  $RA = (N_i/N_t) \times 100$  où  $N_i$  est le nombre des individus appartenant à l'espèce  $i$  et  $N_t$  le nombre total des individus appartenant à toutes les espèces.

La diversité spécifique du peuplement a été décrite en utilisant des indices largement utilisés pour décrire la diversité biologique (Magurran, 2004). La diversité spécifique des différents sites d'étude a été calculée par l'indice de Shannon (Frontier et al., 2008; N'da et al., 2008). Il est basé sur  $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$   $H'$  = indice de biodiversité de Shannon ;  $i$  = une espèce du milieu d'étude ;  $S$  = richesse spécifique.  $p_i$  : Proportion d'une espèce  $i$  par rapport au nombre total d'espèces ( $S$ ) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu) qui se calcule de façons suivante :  $p(i) = n_i/N$  ou  $n_i$  est le nombre d'individus pour l'espèce  $i$  et  $N$  est l'effectif total (les individus de toutes les espèces). Le travail de Marcon & François (2010) a apporté un peu plus d'éclairci sur la méthode de calcul.

L'indice de Sorensen (Sorensen, 1969) a permis d'évaluer le rapprochement entre les différentes zones d'études. Sa formule est la suivante :  $S = \frac{2C}{S_1 + S_2}$  où  $C$  = nombre d'espèces communes aux deux sites ;  $S_1$  = nombre total d'espèces du site 1 et  $S_2$  = nombre total d'espèces du site 2. Ce coefficient de similitude a été donné en pourcentage par Jiagho et al. (2016) dans le résultat de son travail à la périphérie du Parc national de Waza ( $C_S = 100 \times \left[ \frac{2C}{a+b} \right]$ ).

La densité est calculée comme la formule qui suit :  $D = \frac{N_p}{U_s}$   $D$  = Densité ;  $N_p$  = Nombre de pieds des individus ;  $U_s$  = Unité de surface Hectare. La même formule est utilisée par Froumsia et al. (2012) et Jiagho et al. (2016).

La formule suivante :  $P = \pi_i \cdot 100$  avec  

$$\pi_i = \frac{N_s}{N_{TI}}$$
 $N_s$  = Nombre de individus de

l'espèce  $s$  ;  $N_t$  = Nombre total des individus. La même formule est utilisée par Todou et al., (2016)

Les diamètres ( $\frac{\text{Périmètre}}{\pi}$ ) ont été regroupés en onze classes ayant pour amplitude dix centimètres:  $\leq 10$  ; ]10-20];]20-30];]30-40];]40-50];]50-60];]60-70];]70-80];]80-90];]90-100];  $\geq 100$ . Ce regroupement a permis d'analyser la structure horizontale du peuplement. Les hauteurs des arbres ont été regroupées en dix classes d'amplitude 1 : [0-1[ ;]2-3[ ;]4-5[ ;]6-7[ ;]8-9[ ;]10-11[ ;]12-13[ ;]14-15[ ;]16-17[ ;]18-19[ ce qui a permis d'étudier la structure verticale des espèces inventoriées. La même méthode est utilisée par Jiagho et al. (2016) dans le parc national de Waza mais avec une amplitude de 20 cm pour la structure horizontale et la structure verticale regroupée en 4 modalités.

## Résultats

### Richesse floristique

L'inventaire des ligneux réalisé dans les champs de case a donné les résultats consignés dans le tableau II. Il récapitule le nombre de familles et le nombre d'espèces par famille.

Au total 51 espèces ont été recensées et 40 genres répartis sur 26 familles. Le village Djabewal compte le grand nombre d'individus dénombrés avec 847 individus soit 24,91 % suivi du village Touksou avec 437 individus soit 12,85 % ; Doudoula 359 soit 10,56 % ; Djorguel 345 soit 10,15 % ; Kouroum avec 335 soit 9,85 % ; Kaoula aec 317 soit 9,32 % ; Djabewal Ecole avec 271 soit 7,97 % ; Thiou avec 226 soit 6,64 % et Mesquine avec 202 soit 5,94 %.

La famille des Caesalpiniaceae a le plus grand nombre d'espèces avec 5 (9,80%) espèces, suivit des familles des Mimosaceae, Combretaceae et Euphorbiaceae avec 4 (7,84 %) espèces chacune, des familles de Meliaceae, Moraceae, Rhamnaceae et Anacardiaceae avec chacune 3 (5,88%) espèces; les familles, des Arcaceae, Burseraceae, des Apocynaceae et Bombacaceae avec chacune 2 (3,92%) espèces des espèces rencontrées ; les autres possèdent chacune 1 (1,96%) espèce.

### Abondance relative des familles

#### Abondance relative des familles en pourcentage

Le pourcentage d'individus (pieds) par famille représenté dans le tableau III montre que 8 familles ont un pourcentage supérieur à 3. Il s'agit de la famille des Mimosaceae avec 35,75% suivit de la famille Combretaceae (20,87%); des Meliaceae 14,97%; Euphorbiaceae (6,17%); Rhamnaceae (4,94%); Caesalpiniaceae 3,30%; Arcaceae (3,27%); Balanitaceae 3,24 %. Les

familles les moins représentées sont : Loranthaceae avec 0,03%, les Rutaceae avec 0,06%, Moringaceae (0,25%).

### Diversité des familles en termes de genre ( $\geq 3$ )

Cinq familles ont plus de 2 genres (Tableau IV). La famille des Caesalpiniaceae avec 4 genres soit 10% des genres rencontrés, suivit de la famille des Anacardiaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae et Meliaceae avec chacune 3 (7,5 %) genres. Ces familles possèdent les 43,4 % des individus inventoriés.

### Abondance absolue des espèces

Les huit espèces les plus abondantes (Tableau V) dans les zones d'études sont : *Acacia albida* avec 1149 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 33,80\%$ ;  $D = 8,64$  pieds/ha); *Guiera senegalensis* avec 769 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 22,62\%$  ;  $D = 5,79$  pieds/ha) ; *Azadirachta indica* avec 505 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 14,85\%$  ;  $D = 3,80$  pieds/ha); *Ziziphus mauritania* avec 172 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 5,06\%$  ;  $D = 1,3$  pied/ha) ; *Balanites aegyptiaca* avec 131 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 3,85\%$ ;  $D = 0,99$  pied/ha); *Hyphaene thebaica* 120 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 3,53\%$  ;  $D = 0,90$  pied/ha) ; *Anogeisus leicarpus* avec 87 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 2,55\%$  ;  $D = 0,66$  pied/ha) ; *Acacia seyal* avec 62 individus ( $\pi_i \cdot 100 = 1,82\%$  ;  $D = 0,47$  pied/ha). Toutes ces espèces sont presque présentes dans tous les champs de case à des proportions plus ou moins égales,

Les huit espèces les plus abondantes représentent 83,84% des espèces inventoriées. Le nombre d'individus dénombré dans les champs de case est reparti comme suit : Touksou 289 (8,50%); Kouroum 217(6,38%); Djorguel 261(7,67%); Djabewal-Eole 237(6,97%); Djabewal 714(21,00%); Kaoula 488(14,35%); Mesquine 183(5,39%); Thiou 188(5,53%); Doudoula 273(8,03%).

### Diversité floristique et similarité floristique

L'indice de Shannon (Tableau VI) est inférieur à 3 dans les différents villages. Ce qui montre une diversité spécifique faible. Allant des villages les plus faiblement diversifiés aux villages les plus diversifiés nous avons : Kaoula avec 1,82 ; Mesquine avec 1,85 ; Djabewal-Ecole avec 2,06 ; Thiou avec 2,10 ; Doudoula avec 2,20 chacun ; Djorguel avec 2,24 ; Djabewal avec 2,25 ; Touksou avec 2,54 ; Kouroum avec 2,60.

Concernant la similarité floristique tel que présentée dans le tableau VII, les champs de case des villages sont plus ou moins rapprochés entre eux (0,30 à 0,88). Les moins rapprochés sont Touksou-Mesquine (0,38); Touksou-Doudoula (0,40); Kouroum-Doudoula (0,34); Kouroum-Tiou (0,42); Djorguel-Doudoula (0,47); Djorguel-Tiou (0,49); Djabewal Ecole-Doudoula (0,45); Djabewal Ecole-Tiou (0,43); Djabewal-Tiou (0,47); Kaoula-Doudoula (0,45); Kaoula-Tiou

(0,42); Kaoula-Meskine (0,47); Meskine-Doudoula (0,30); Meskine-Tiou (0,40). Les plus rapprochés sont Touksou-Tiou (0,59); Touksou-Djabewal (0,74); Touksou-Djabewal Ecole (0,6); Touksou-Djorguel (0,67); Touksou-Kouroum (0,73); Kouroum-Meskine (0,56); Kouroum-Kaoula (0,60); Kouroum-Djabewal (0,83); Kouroum-Djabewal-Ecole (0,84); Kouroum-Djorguel (0,88); Djorguel-Meskine (0,52); Djorguel-Kaoula (0,55); Djorguel-Djabewal (0,74); Djorguel-Djabewal Ecole (0,78); Djabewal Ecole-Meskine (0,55); Djabewal Ecole-Kaoula (0,63); Djabewal Ecole-Djabewal (0,78); Djabewal-Meskine (0,50); Djabewal-Kaoula (0,63); Djabewal-Doudoula (0,51); Thiou-Doudoula (0,70); Touksou-Thiou (0,56).

### Structure de la population des espèces les plus abondantes

#### Structure verticale (en %)

La structure verticale (figure 2) des huit espèces les plus abondantes varie d'une espèce à une autre. Les espèces abondantes de cette zone présentent quatre types de structure verticale. Trois espèces ont la structure en cloche, il s'agit de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia albida*, *Azadirachta indica*. *Hyphane thebaica* et *Ziziphus mauritiana* ont la structure verticale en « L »; tandis que *Anogeisus leiocarpus*, *Acacia seyal* ont plutôt une structure verticale en « J ». Dans la classe de faible diamètre, on retrouve *Guiera senegalensis* avec une structure en « I ».

Pour ce qui est des espèces moins abondantes, on observe trois types de structure verticale (figure3). Les espèces *Ficus platyphylla*, *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica*, *Acacia sieberiana*, *Khaya senegalensis*, *Sclerocarya birrea* ont une Structure en « J ». Par contre, *Eucalyptus camaldulensis*, *Bombax costatum*, *Adansonia digitata*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera* ont une Structure en « I ». Seulement deux espèces ont une structure verticale en « L »: *Annona senegalensis* et *Acacia nilotica*.

#### Structure diamétrale

Les espèces abondantes de cette zone présentent quatre types de structure diamétrale (figure 4). Quatre espèces ont la structure en cloche, il s'agit de : *Azadirachta indica*, *Acacia seyal*, *Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*. Deux (*Hyphaene thebaica* et *Ziziphus mauritiana*) ont la structure diamétrale en forme de la lettre « L »; tandis que *Anogeisus leiocarpus* a plutôt une structure diamétrale en « J ». Dans la classe de faible diamètre, *Guiera senegalensis* a toujours une structure diamétrale en « I ».

Pour ce qui est des espèces moins abondantes, on observe cinq types de structure diamétrale (figure 5). Les espèces *Vitellaria*

*paradoxa*, *Tamarindus indica*, *Khaya senegalensis* ont une structure en « J ». Par contre d'autres espèces (*Eucalyptus camaldulensis*, *Bombax costatum*, *Adansonia digitata*) appartenant à la classe de grands diamètres ont une structure en « I ». Parmi ces espèces à grand diamètre, certaines ont une « structure informe »; c'est le cas de *Sclerocarya birrea*, *Sterculia setigera*, *Adansonia digitata*, *Prosopis africana*, *Ficus platyphylla*. Une seule espèce (*Acacia sieberiana*) appartenant à la classe de grands diamètres a une structure diamétrale en « L ». Il en est de même pour *Prosopis africana* et *Annona senegalensis* qui ont respectivement une structure en « cloche » (dont la majorité des individus sont dans la classe de grands diamètres) et en « I » (appartenant à la classe de petits diamètres).

### Discussion

#### Richesse floristique

Les ligneux rencontrés sont caractéristiques de la végétation de la zone Soudano-sahélienne et sahélo-soudanaise (Arbonier, 2000). Ces résultats se rapprochent de ceux de Diatta et al., (2009) et Teicheugang (2009) respectivement dans la réserve de Ngazobil (Joal-Fadiouth) au Sénégal et dans la réserve forestière de Zamay. Ayant le même type de végétation, Diatta et al., (2009) ont dénombrés 25 familles et Teicheugang (2009) a dénombré 24 familles. Pourtant située dans le même type de végétation, Bayé-Niwah et al. (2020) présente un résultat inférieur à celui de la périphérie de la réserve de Kalfou (38 espèces) dans les champs de case de la périphérie de la ville de Maroua. Cette différence montre que les champs de case de Kalfou sont bien riches en ligneux. Deux facteurs peuvent cette différence. Le premier serait la proximité de ces champs de la réserve et le deuxième facteur serait le statut de la ville de Maroua. Maroua étant la Capitale de la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun, est plus sous l'action de l'urbanisation que les localités périphériques de la réserve de Kalfou.

#### Densité

Malgré sa richesse floristique, la densité des ligneux des champs de case est faible de 27,52 pieds /hectare. Cette densité est inférieure à celle des agrosystèmes périphériques (39tiges/ha) de Maroua (Bayé-niwah et al. 2020) et celle de la périphérie du Parc National (73,83 individus/ha) de Waza (Jiagho et al., 2016). La cause de cette différence serait d'une part due au fait que, les paysans de Maroua en plus des plantes locales qu'ils conservent dans les champs de case associent aussi les plantes pourvoyeuses de revenus comme les agrumes(*Citrus* spp), les manguiers(*Mangifera* spp) et les goyaviers (*Psidium guajava*) ou encore Moringa (*Moringa oleifera*) et les nimiers (*Azadirachta indica*); D'autres part la périphérie du Parc National de Waza est une zone non cultivée et

par conséquent est moins soumise à la pression anthropique comme les champs de case de la périphérie de Kalfou.

#### **Abondance relative des familles en % (pourcentage d'individus ou de pieds par famille)**

Pour des raisons de fertilisation du sol et autres utilités les paysans périphériques de la réserve de Kalfou conservent beaucoup plus les individus appartenant à la famille des Mimosaceae (35,73%) dans les champs de case, c'est ce qui expliquerait d'ailleurs la différence avec le résultat obtenu par Froumsia et al. (2012) dans ladite réserve (zone non cultivée). Les auteurs présentaient plutôt la famille des Combretaceae (40%) comme celle qui a le plus important nombre d'individus suivit des Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Balanitaceae, Rhamnaceae, Annonaceae, Capparaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae. Les résultats obtenus dans les champs de case corroborent plutôt ceux de Savadogo et al. (2007) dans les savanes de Burkina Faso et ceux de Bayé-Niwah et al. (2020) dans la zone sahélo-soudanienne. Une similitude qui vient confirmer l'intérêt de ces familles pour les cultures. Toutes fois la présence de la famille des Combretaceae parmi les familles ayant le plus grand nombre d'individus (20,87%) fait rapproché le résultat à celui de Ouango et al., (2016) en zone contrastée de Burkina Faso et montre que la présence abondante des espèces de cette famille est caractéristique de la sécheresse qui favorise les espèces de ladite famille. Ce sont des espèces qui résistent notamment au manque et à l'insuffisance des pluies mais aussi aux fortes températures. Cette famille est la plus commune et fortement représentée dans les pays tropicaux, particulièrement dans la savane d'Afrique et plus typiquement dans la zone soudano-sahélienne (Arbonier, 2000).

#### **Diversité des familles en termes de genre ( $\geq 3$ )**

Même si le résultat de Diatta et al. (2009) dans la réserve de Ngazobil (Joal-Fadiout) au Sénégal situé dans le même type de végétation présente la famille de Mimosaceae comme celle qui est la plus riche en genre avec 6 genres, les familles des Combretaceae, Rubiaceae, Capparaceae, Caesalpiniaceae et Anacardiaceae sont aussi classées parmi celles qui ont un nombre important de genres ( $\geq 3$  genres).

#### **Nombre d'espèces par famille**

En ce qui concerne le nombre d'espèces par familles, ces résultats se rapprochent de ceux de Boussim *et al.*, (2009) qui ont montré en zone sahélienne du Burkina Faso que les familles les plus représentées sont Combretaceae (14,17%), les Caesalpiniaceae (13,23%), les Mimosaceae (10,29%), les Rubiaceae (8,82%), les Fabaceae et les Euphorbiaceae (5,88%). Les travaux de Poilecot et al. (2006) dans le parc national de Zakouma dont

la végétation est caractéristique de la zone soudano-sahélienne du Tchad, montrent également que Combretaceae (53%), Capparidaceae (11%), Bignoniaceae (9,6%), Caesalpiniaceae, Balanitaceae (8,8%) et Rubiaceae (4,3%) sont les familles les plus représentées en termes de nombre d'espèces. Les résultats de Todou et al. (2016) obtenu dans les plaines non cultivées de Moutourwa présentent aussi les familles des Caesalpiniaceae (34,41%) comme la plus abondante suivit des Annonaceae (14,23%), Combretaceae (9,41%), Mimosaceae (7,78%), Polygalaceae (0,16%), Rutaceae (0,16 %), Tiliaceae (0,11%) et Ulmaceae (0,11%). On note une abondance des espèces de la famille des Mimosaceae dans les champs de case, un résultat différent de ceux obtenu par Tchobsala et al., (2010) dans l'Adamaoua. Ceci pourrait s'expliquer par les facteurs microclimatiques et le fait que les espèces de la famille des Mimosaceae offrent aux paysans de la périphérie de cette réserve des intérêts et utilités tels que la fertilité du sol, la pharmacopée traditionnelle et le fourrage.

#### **Abondance absolue des espèces**

Concernant l'abondance absolue des espèces, les résultats diffèrent de celui obtenu par Todou et al. (2016) dans la plaine non cultivée de Moutourwa qui a présenté le résultat suivant : *Piliostigma reticulatum* ( $\pi \times 100 = 29,56\%$  ;  $D = 53,6$  pieds/ha) ; *Annona senegalensis* ( $\pi \times 100 = 9,04\%$  ;  $D = 16,4$  pieds/ha) ; 7 espèces (*Adansonia digitata*, *Cadaba farina*, *Combretum aculeatum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Detarium microcarpum*, *Lannea microcarpa*, *Verpis heterophylla*) avec chacun un pourcentage de 0,05% et une densité de 0,1 pied/ha. La nature de ces sols, les intérêts ou valeurs d'usages ethnobotaniques, les connaissances ethnobotaniques des peuples seraient à l'origine de cette différence.

#### **Diversité et similarité floristique**

La diversité floristique présentée par les travaux de Sandjong Sani *et al.* (2013) dans le Parc national de Mozogo-Gokoro et de Jiagho et al (2016) dans le parc National de Waza (zone Ouest), montre un indice de Shannon plus grand que les villages périphériques de la réserve de Kalfou. En revanche, l'indice de diversité de Shannon de la zone Est du Parc de Waza est inférieure à celui de la périphérie de la réserve de Kalfou. Cette différence peut s'explique par la différence de pression anthropique exercée par les populations et le microclimat. Ces résultats corroborent plutôt ceux de Poilecot et al. (2006) dans le parc national de Zakouma au Tchad situé dans une région géographique identique.

Les champs de case de manière générale appartiennent à la même communauté végétale. Toutes fois, le manque de similarité entre les champs de case de certains villages montre que la

pression anthropique, le microclimat différent d'un village à l'autre. Ce constat corrobore celui de Ouatarra et al. (2016) pour qui les transformations du milieu sont en grande partie d'origine anthropique et qui selon Sitayeb et al., (2008) provoquerai des conséquences directes sur la biodiversité. Pour Hafawa et al., (2009), les menaces les plus importantes à moyen et long termes sur la flore résident dans l'intensification et la modernisation des pratiques pastorales.

### Structure de la population des espèces majeures

#### Structure verticale

La hauteur de ces espèces n'a jamais dépassé 19 mètres, alors que le résultat de Dona (2010) dans la région de Tandjile-Est au Tchad indique la présence de quelques arbres ayant une hauteur d'environ 25 m. La majorité des individus ont une distribution en forme de « J » ce qui est un signe que l'écosystème dans son ensemble est en état de dégradation. Après avoir trouvé la même structure dans la végétation de la zone soudanienne guinéenne de Ngaoundéré du Cameroun, Tchobsala et al., (2010) avaient donné également la même conclusion; mais la différence avec le résultat obtenu dans ledit travail est que cette structure est caractérisée par les classes de faibles hauteurs faisant penser à un peuplement récent et à une bonne régénération de la population. Les autres structures (en cloche, en forme de « L » et « I ») sont également caractérisées par les classes de faible hauteur. Seules quelques espèces telles que *Ficus platyphylla*, *Khaya senegalensis*, *Sclerocarya birrea*, *Bombax costatum*, présentent des individus majoritairement présents dans les classes de grandes hauteurs. Ceci peut être dû aux activités anthropiques, à la mortalité des grands arbres ou encore aux perturbations climatiques. Les mêmes raisons étaient évoquées par Ouango et al., (2016) en zone sahélienne de Burkina Faso. Les arbustes dominant. Cette dominance des arbustes rapprochent ces résultats de ceux de Herrmann & Tappan (2013). Dans une région centrale du Sénégal où les précédents auteurs ont constaté que malgré le reverdissement, il y a un appauvrissement de la richesse floristique, une disparition accrue des grands arbres et une dominance des arbustes. La dominance des arbustes et de la régénération pourrait contribuer à l'amélioration des sols (Ouango et al., 2016). Ces régénérations permettent la récupération des terres dégradées, l'amélioration du statut végétal et la qualité du sol dans les champs quand elles sont associées aux techniques adaptées de conservation des eaux et des sols (Conedera et al., 2010).

A partir des travaux de Niang (2014) & Hien (2000) qui ont montré que dans les savanes la majorité des individus des espèces ligneuses ont une hauteur inférieure à 7 m, il ressort de la présente étude que la structure de la végétation est

bien celle de la savane. Ce résultat est aussi en accord avec celui de Boubacar (2010) à Mayahi et confirme l'une des caractéristiques des écosystèmes savaniques, qui sont généralement constitués des individus de tailles relativement moyennes. Ces résultats se rapprochent aussi de ceux de Diatta et al. (2009) et Boussim et al. (2009) qui montrent une structure similaire.

En réalité, l'abondance des individus de taille inférieure ou égale à 7m est le résultat d'une coupe annuelle et élagages pour libérer des espaces à la culture. C'est aussi l'observation de Faye (2013) et Boussim et al. (2009) qui ont affirmé que le développement de plusieurs rejets sur une même souche, après la coupe, a tendance à donner des individus de taille relativement réduites. C'est le cas des espèces comme *Guiera senegalensis*, *Annona senegalensis* qui sont coupés au niveau le plus bas de la tige et *Azadirachta indica*, *Anogeisus leiocarpus*, *Prosopis africana* dont les branches sont constamment élagués ou coupé pour libérer des espaces cultivables ou avoir du matériel de construction.

#### Structure diamétrale

La distribution des tiges par classes de diamètres dans les champs de case est presque superposable à celle de la structure de la distribution des hauteurs. La majorité des individus est concentrée dans les classes de diamètre] 10-20],] 20-30] et] 30-40] pour les espèces les plus abondantes et les classes > 20 cm pour les espèces moins abondantes. Les traits structuraux reflètent une dynamique sous pressions avec une variabilité structurale caractéristique de la région soudano-sahélienne. L'allure des diagrammes montre que dans le peuplement des ligneux des champs de case périphériques de la réserve de Kalfou, la régénération des espèces pour permettre d'assurer le renouvellement des ressources n'est pas assurée excepté les espèces comme *Guiera senegalensis*, *Annona senegalensis*, *Ziziphus mauritiana* qui sont les résultats des coupes annuelles effectuées pour libérer des espaces cultivables. Idrissa et al. (2017) ont dit que dans de telles structures, les individus de grandes tailles sont souvent victimes d'une forte exploitation. Ces résultats se rapprochent de ceux de Savadogo et al. (2007) et Sandjong et al. (2018) qui ont obtenu des résultats allant dans le même sens dans les savanes soudano-sahélienne d'Afrique. La répartition qui ne montre aucune forme de symétrie relève d'une distribution anormale des individus et l'allure des distribution en « cloche » montre que cette distribution est irrégulière (Doucet et al., 2007).

La distribution croissante de certaines espèces est signe de non vigueur écologique et du non garanti de la pérennité (Jiagho et al. 2016). La variation structurale de ces espèces est en

conformité avec les travaux de Hounkpèvi et al., (2011); Mugasha et al. (2013) et Rabiou et al. (2015) réalisés dans les zones soudaniennes et sahéliennes. Les structures d'allures symétrique ou en « cloche », informes ou zigzagüées sont indicatrices d'une régénération faible (Konan et al. 2015). Toutefois, les populations des espèces des structures en « L » ont été toujours interprétées comme des espèces ayant une régénération garantie, c'est le cas des espèces comme *Hyphaene thebaica*, *Ziziphus mauritiana*. C'est une affirmation qui rejoint celle de Sandjong et al. (2018). Mais après observation de structures et classes de certaines espèces on se rend compte que malgré qu'elles ont une structure en « L » les individus ayant des diamètres moins grandes sont dans des classes de grands diamètres, ce qui remet en cause l'affirmation de Sandjong et al (2018). Cette diversité structurale montre une adaptation aux conditions écologiques, à la maturation de l'écosystème et aux pressions anthropiques. Dicko et al. (2016) ont fait un constat similaire dans des zones géographiques semblables. Les structures verticales et diamétrales des espèces les moins abondants montrent qu'elles sont âgées et risquent de disparaître dans un avenir proche.

### Conclusion

En bref, les ligneux inventoriés dans les champs de case périphériques de la réserve sont répartis sur 26 familles, 40 genres et 51 espèces avec une densité de 27,52 pieds/hectare. Les villages Djabewal et Kaoula possèdent le plus grand nombre d'individus avec respectivement 714 et 488 individus. Les huit espèces les plus abondantes dans les neuf sites d'études sont *Acacia albida* omniprésent dans les champs de case, suivit de *Guiera senegalensis*, *Azadirachta indica*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Hyphaene thebaica*, *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia seyal*. Les familles qui comptent le plus grand nombre d'individus sont la famille des Mimosacées (35,75%) suivit de la famille des Combrétacées (20,87%), des Méliacées (14,97%). Les familles ayant le plus grand nombre de genre sont la famille des Cesalpiniaceae avec 4 genres suivit de la famille des Anacardiaceae, des Combretaceae, des Euphorbiaceae et Meliaceae avec chacune 3 genres. Les familles des Cesalpiniaceae possèdent le plus grand nombre d'espèces avec 5 espèces chacune suivis des familles des Mimosaceae, des Combretaceae et Euphorbiaceae avec chacune 4 espèces. Les structures verticales et diamétrales des espèces abondantes révèlent que certaines d'entre elles comme *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal* sont âgées et que *Azadirachta indica* et *Acacia albida* sont entretenus et plantés. Et celles des espèces moins abondantes sont âgées et pourraient disparaître dans un avenir proche si rien n'est fait. Pour mieux appréhender la diversité végétale, et limiter la surexploitation des végétaux, il serait

utile: D'étendre l'étude sur d'autres systèmes de cultures tels que les champs du village et les champs de brousse, restaurer la périphérie voir la réserve en tenant compte des connaissances ethnobotaniques des peuples riveraines.

Les figures

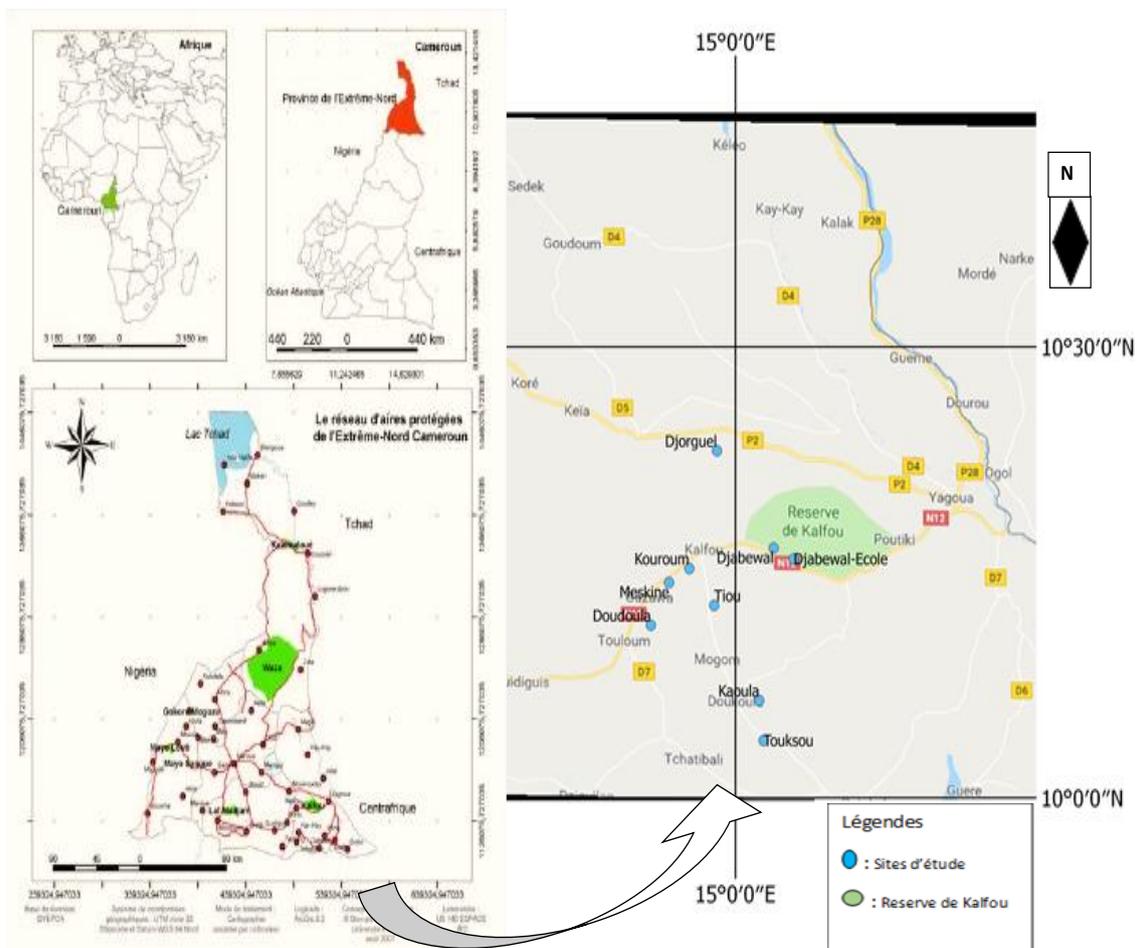


Figure 1: Localisation de la réserve de Kalfou

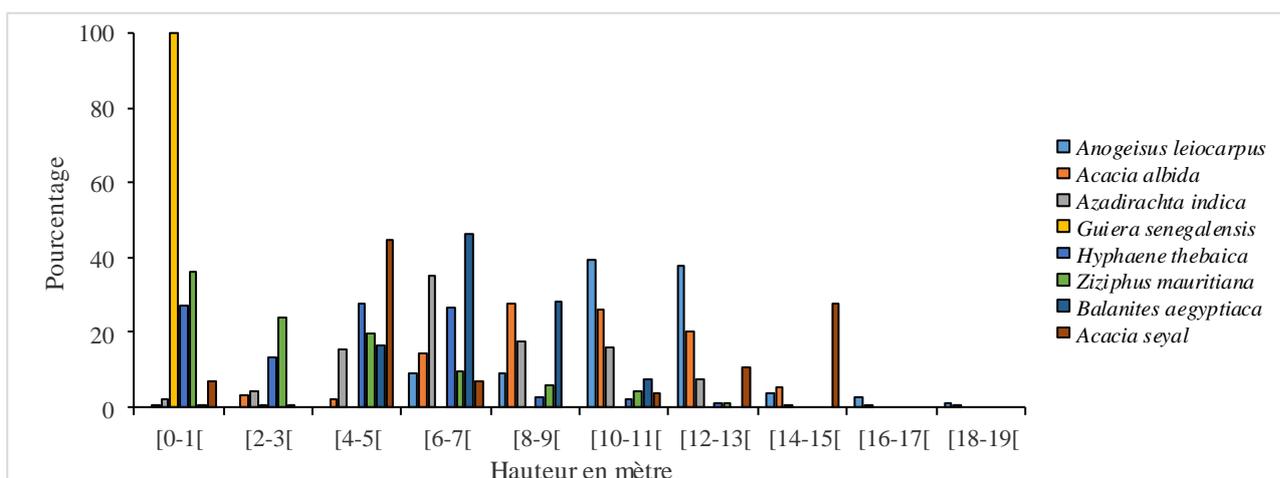


Figure 2 : Répartition des individus par classes des hauteurs des huit espèces les plus abondantes des sites d'études.

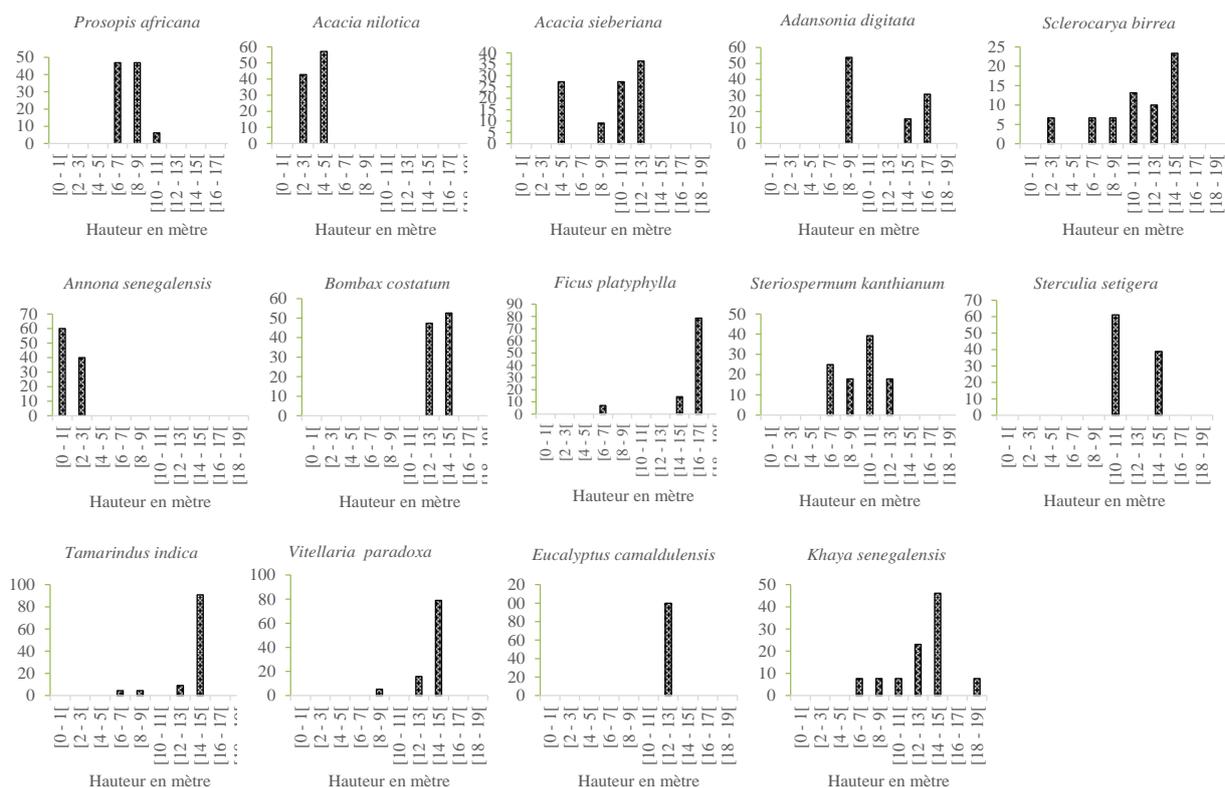


Figure 3 Répartition verticale des espèces moins abondantes

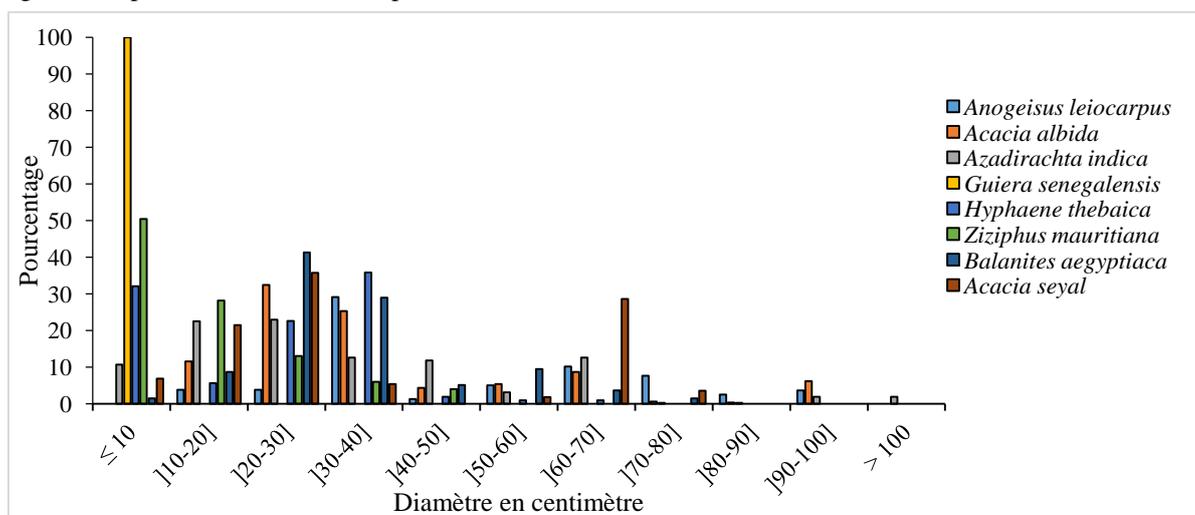


Figure 4 : Distribution Diamétrale des huit espèces les plus abondantes des sites d'échantillonnages.

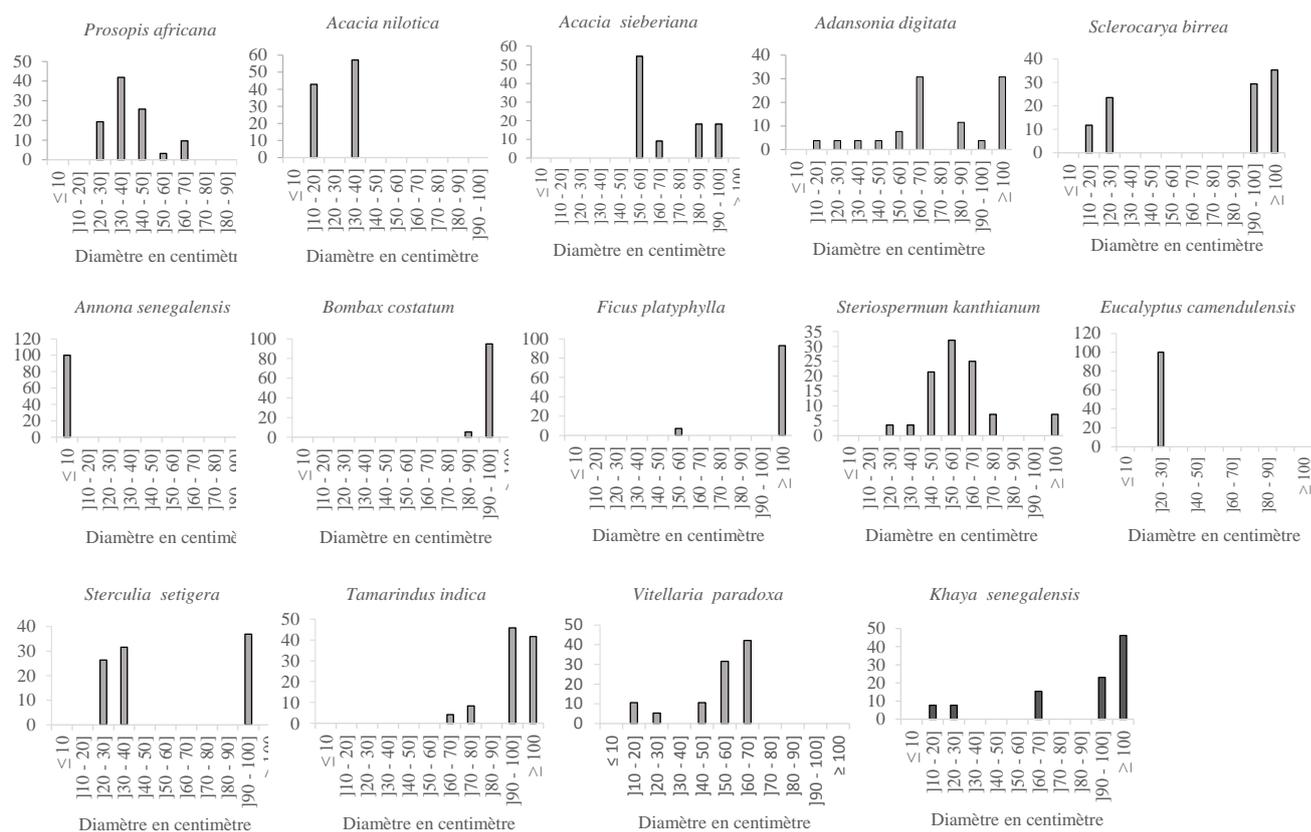


Figure 5 : Répartition diamétrale de quelques espèces moins abondantes

Liste des tableaux

Tableau I: Coordonnées géographiques des différents sites d'étude

	Meskine	Touksou	Doudoula	Thiou	Djorguel	Kouroum	Djabewal	Djabewal-Ecole	Kaoula
<b>Latitude</b>	10°14.31 7'N	10°03.807' N	10°11.479' N	10°12.797 'N	10°23.08 4'N	10°15.254' N	10°16.616' N	10°15.885' N	10°16.46 7'N
<b>Longitude</b>	014°54.9 68'E	015°02.14 1'E	014°53.58 9'E	014°58.39 0'E	014°58.6 07'E	014°56.50 8'E	15°02.907' E	015°04.42 7'E	015°01.8 1'E
<b>Altitude</b>	332 <sup>m</sup>	335 <sup>m</sup>	337 <sup>m</sup>	328 <sup>m</sup>	326 <sup>m</sup>	348 <sup>m</sup>	333 <sup>m</sup>	336 <sup>m</sup>	329 <sup>m</sup>

Tableau II. Familles et espèces des champs de case des villages périphériques de la réserve de Kalfou

Familles	Noms scientifiques et auteurs	Noms en langue locale (Tupuri)
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardion
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangron
	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst	Tagui mbaidan
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Panré

<b>Apocynaceae</b>	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	Fleuré
	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Poléé
<b>Arecaceae</b>	<i>Borassus aethiopum</i> Mart.	Gomo
	<i>Hyphaene thebaica</i> (Linn.) Mart.	Harr
<b>Balanitaceae</b>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Mbagga
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	Ho'opiri
<b>Bombacaceae</b>	<i>Adansonia digitata</i> (L.)	Konkon
	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	Moutchou
<b>Burseraceae</b>	<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl.	/
	<i>Commiphora pedunculata</i> (Kotschy & Peyr.) Engl.	Fedoye
<b>Caesalpinaceae</b>	<i>Burkea africana</i> Hook	Mandufi
	<i>Cassia alata</i> L.	/
	<i>Cassia siamea</i> Lam.	Guassia
	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumm.) Milne-Redhead.	Bouri matwai
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Baré
<b>Capparaceae</b>	<i>Maerua angolensis</i> DC.	Parékague
<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i> L.	Papaye/Dakoudjé
<b>Combretaceae</b>	<i>Anogeisus leiocarpus</i> (DC.) Guill. & Perr.	Sew
	<i>Combretum fragrans</i> Hoffm.	Reotwar
	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. Ex DC.	Reotwain
	<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	Fouri
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mbay
	<i>Ricinus communis</i> L.	Clérè
	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	/
	<i>Jatropha curcas</i> L.	/
<b>Loranthaceae</b>	<i>Tapinanthus dodonaeifolius</i> (DC.) Danser	/
<b>Meliaceae</b>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Guaya
	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr) A. Juss.	Bague
	<i>Pseudocedrela Kotschy</i> (Schweinf) Harms	Biw
<b>Mimosaceae</b>	<i>Acacia albida</i> (Delile) A. Chev.	Tchouri
	<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. Ex Delile	Mbirja
	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Sildi
	<i>Acacia seyal</i> Del.	Cheo
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus sur</i> Forssk	Foo méné
	<i>Ficus platyphylla</i> Del.	Gwarga

	<i>Ficus polita</i> Vahl.	Gum
<b>Moringaceae</b>	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Néko'o
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalyptus
<b>Papilionaceae</b>	<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr) Taub.	Wa'a
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Ndéré
	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	Ndéré pouy
	<i>Ziziphus spina-christi</i> (L.) Desf.	Ndéré baydan
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus limonum</i> (L.) Burm. F.	Lemoun
<b>Sapotaceae</b>	<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaernt.	Souaré
<b>Sterculiaceae</b>	<i>Sterculia setigera</i> Del.	Gassuri
<b>Ulmaceae</b>	<i>Celtis integrifolia</i> Lam.	Legan
<b>Verbenaceae</b>	<i>Vitex dononia</i> Sweet.	Kareway

**Tableau III** : Abondance relative des familles en % (pourcentage d'individus ou de pieds par famille)

Famille	Touksou	Kouroum	Djorguel	Djabewal-Ecole	Djabewal	Kaoula	Mesquine	Thiou	Doudoula	Total
<i>Anacardiaceae</i>	3,54	0,91	1,68	0	0,23	0	0	0,52	1,75	0,89
<i>Annonaceae</i>	0	0	0,34	0	0,59	0	0	0	0	0,17
<i>Apocynaceae</i>	1,27	2,42	0	0	0,12	0	0	0	0	0,39
<i>Areceaeae</i>	6,08	6,95	1,68	0,83	4,45	1,13	0,93	4,17	2,33	3,27
<i>Balanitaceae</i>	1,52	3,93	7,07	10	1,52	0,75	3,7	3,13	5,25	3,24
<i>Bignoniaceae</i>	1,01	0	1,68	0	0,23	0	0	1,56	2,04	0,59
<i>Bombacaceae</i>	0,25	0,91	1,68	4,17	0,94	0,38	0	2,08	4,37	1,37
<i>Burseraceae</i>	2,03	0,3	0	0	0,47	0,75	0,46	0	0	0,5
<i>Caesalpinaceae</i>	3,29	5,44	2,36	0,83	4,1	0,75	0,93	8,85	2,62	3,3
<i>Capparceae</i>	1,52	0,3	0	0	0	0,94	2,31	0	0	0,59
<i>Caricaceae</i>	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03
<i>Combretaceae</i>	3,54	4,83	3,03	5	33,96	52,35	42,59	2,6	3,5	20,87
<i>Euphorbiaceae</i>	14,18	16,62	3,7	8,75	2,58	1,53	4,63	0,52	1,46	6,17
<i>Lorantaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0	0,03
<i>Meliaceae</i>	30,89	26,89	7,41	5	8,08	5,65	6,94	18,75	12,83	14,97
<i>Mimosaceae</i>	25,55	24,77	57,91	57,08	34,66	21,85	29,63	52,6	56,27	35,73
<i>Moraceae</i>	0,51	0	0,34	0	0	1,13	2,31	0	0	0,45
<i>Moringaceae</i>	0,5	0,6	0,67	0,42	0,35	0	0	0	0	0,25
<i>Myrtaceae</i>	0	0	0,34	0	0	0	0	1,04	1,46	0,22
<i>Papilionaceae</i>	0,02	0,3	0,01	0	0	6,01	0,02	0,02	0	0,1
<i>Rhamnaceae</i>	2,78	3,02	4,71	5,42	7,25	6,4	5,09	2,08	2,04	4,94
<i>Rutaceae</i>	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06
<i>Sapotaceae</i>	0	0	2,02	1,25	0,12	0,38	0	0,52	1,75	0,53

<i>Sterculaceae</i>	0,25	0,30	1,35	0,42	0,12	0	0	1,56	2,33	0,53
<i>Ulmaceae</i>	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36
<i>Verbiaceae</i>	0	1,81	2,02	0,83	0,23	0	0	0	0	0,45
<b>Total</b>	<b>100</b>									

Tableau IV : Abondance de genre par famille et leur répartition

Famille	Nombre de genre	% des genres
<i>Caesalpinaceae</i>	4	10
<i>Anacardiaceae</i>	3	7,5
<i>Combretaceae</i>	3	7,5
<i>Euphorbiaceae</i>	3	7,5
<i>Meliaceae</i>	3	7,5
Sous total	16	40
Autres (21)	24	60
Total	40	100

Tableau V : Abondance absolue des espèces (huit espèces les plus abondantes)

Espèces	Touksou	Kouroum	Djorguel	Djabewal- Ecole	Djabewal	Kaoula	Meskine	Thiou	Doudoula	TOTAL
<i>Acacia albida</i>	97	67	155	110	286	107	61	86	165	<b>1134</b>
<i>Guiera senegalensis</i>	7	5	30	67	236	270	90	57	3	<b>765</b>
<i>Azadirachta indica</i>	116	84	22	12	68	25	10	26	44	<b>407</b>
<i>Zizuphus mauritiana</i>	11	10	13	11	61	34	11	4	7	<b>162</b>
<i>Balanites aegyptiaca</i>	6	13	21	19	13	30	4	4	18	<b>128</b>
<i>Hyphaene thebaica</i>	34	22	5	3	36	6	2	6	6	<b>120</b>
<i>Anogeisus leiocarpus</i>	14	12	7	9	7	8	2	5	12	<b>76</b>
<i>Acacia seyal</i>	4	4	8	6	7	8	3	0	18	<b>58</b>
<b>Sous total</b>	<b>289</b>	<b>217</b>	<b>261</b>	<b>237</b>	<b>714</b>	<b>488</b>	<b>183</b>	<b>188</b>	<b>273</b>	<b>2850</b>
<b>Total</b>	<b>395</b>	<b>331</b>	<b>297</b>	<b>240</b>	<b>854</b>	<b>531</b>	<b>216</b>	<b>192</b>	<b>343</b>	<b>3399</b>

Tableau VI : Indices de diversité

Village	Indice de Shannon
<b>Touksou</b>	2,54
<b>Kouroum</b>	2,60
<b>Djorguel</b>	2,24
<b>Djabewal-E</b>	2,06
<b>Djabewal</b>	2,25
<b>Kaoula</b>	1,82
<b>Meskine</b>	1,85
<b>Thiou</b>	2,10
<b>Doudoula</b>	2,20

Tableau VII : Similarité floristique entre les traitements

<b>Villages</b>	<b>Doudoula</b>	<b>Thiou</b>	<b>Meskine</b>	<b>Kaoula</b>	<b>Djabewal</b>	<b>Djabewal-Ecole</b>	<b>Djorguel</b>	<b>Kouroum</b>
<b>Touksou</b>	0,40	0,56	0,38	0,59	0,74	0,6	0,67	0,73
<b>Kouroum</b>	0,34	0,42	0,56	0,60	0,83	0,84	0,88	
<b>Djorguel</b>	0,47	0,49	0,52	0,55	0,74	0,78		
<b>Djabewal-E</b>	0,45	0,43	0,55	0,63	0,78			
<b>Djabewal</b>	0,51	0,47	0,50	0,63				
<b>Kaoula</b>	0,45	0,42	0,47					
<b>Meskine</b>	0,30	0,40						
<b>Thiou</b>	0,70							

### Bibliographie

- Akpo E L, Barro L, Diatta M and Samba N A S (2013). Effet du travail du sol sur la productivité de différentes provenances de *Jatropha curcas*. *Oléagineux, Corps gras, Lipides. Agronomie*. 20 (3), 165-170.
- Anonyme (2011). Plan de Développement de la Commune de Kalfou. Centre d'Accompagnement des Nouvelles Alternatives de Développement, OAL, 127. <https://www.pndp.org>
- Arbonnier M (2000). Arbres, arbustes, et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. *CIRAD-MNHN-UICN*. 541 p.
- BAD (2017). Transformer l'agriculture pour créer de la richesse en Afrique. Assemblée annuelle de la Banque Africaine de Développement. <https://www.afdb.org/fr/annuel-meetings-2017/>
- Bayé-Niwah C, Todou G, Souare K, Abdoulaye A, Bay S et Atem E (2020). Diversité de la flore ligneuse dans les agrosystèmes de cinq quartiers périphériques de la ville de Maroua (Extrême-Nord, Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci* 14(3): 966-982.
- Belem B, Olsen C S, Ida T, Bellefontaine R, Guinko S, Lykke A M, Diallo A et Boussim J I (2008). Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois et forêts des tropiques*, 298(4), 53-64.
- Boubacar H (2010). Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi, Mémoire du diplôme d'études approfondies en Biologie appliquée, Université Abdou Moumouni Niamey-Niger, 69p.
- Boussim J, Ouédraogo A et Lankoandé B (2009). Etude des impacts écologiques dans les unités d'aménagement forestier des régions du Centre-Nord et Centre-Ouest. In Kabré A. M., Somda J., Savadogo M. et Nianogo A. J. (Eds) : *Bois-énergie au Burkina Faso : Consolidation des moyens d'existence durable*. Ouagadougou, Burkina Faso : Bureau, UICN-Burkina-Faso. pp 115-139.
- Condit R, Hubbell S P and Foster R B (1995). Mortality rates of 205 neotropical tree species and the responses to a severe drought. *Ecological Monographs*, 65, 419-439.
- Conedera M, Bomio-Pacciorini N, Bomio-Pacciorini P, Sciacca S, Grandi L, Boureima A et Vettrano A M (2010). Reconstitution des écosystèmes dégradés sahéliens. *Bois et Forêts des Tropiques* 304, 61-71.
- Diatta C D, Gueye M, Soulye K et Akpo L. E (2009). Diversité de la flore et de la végétation ligneuse de la réserve de Ngazobil (Joal-Fadiouth) au Sénégal. *Journal des Sciences*, 9(3), 1-13.
- Dicko A, Biau S S H, Natta K A, Gado C A S et Kouagou M (2016). Influence des pressions anthropiques sur la structure des populations de *Pentadesma butyracea* au Bénin, *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 16 (3): consulté en ligne le 04/11/2018.
- Djeddaoui F, Chadli M and Gloaguen R (2017). Desertification Susceptibility Mapping Using Logistic Regression Analysis in the Djefla Area, Algeria. *Remote Sensing*, 9. DOI : 10.3390/rs9101031
- Djougoue P, F (2012). Cadre de gestion environnemental et sociale du projet Filets sociaux (Rapport final), 30p
- Dona (2010). Savoirs endogènes et conservation de la biodiversité dans la région de la Tandjile-Est (Tchad) : Mémoire de Master en biologie et physiologie végétale Université de Ngaoundéré, Cameroun ,64p.
- Doucet J L, Dissaki A, Mengome A, Issembe Y, Dainou K, Gillet J F, Kouadio Y L et Laporte J (2007). Dynamique des peuplements forestiers d'Afrique Centrale. Module de formation ATIBT, Paris, 134 p.
- DSCN (2002). Conditions de vie des ménages et profil de pauvreté à l'Extrême-Nord Cameroun en 2001. Rapport de la Direction de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, Yaoundé, Cameroun. 133p.
- FAO (2001). Situation des forêts du monde. 181p. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Faye E, Diallo H, Samba S A N, Touré M A et Dramé A (2013). Importance de la méthode de coupe sur la régénération des Combretaceae du Bassin arachidier sénégalais. *Tropicultura*, 31(1), 44-52.
- Frontier S, D. Pichod-Viale, A. Lepretre, D. Davoult et Luczak (2008). Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution, 4<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris, 558p.
- Froumsia M, Zapfack L, Mapongmetsem P M and Nkongmeneck M A (2012). Woody species composition, structure and diversity of vegetation of Kalfou Forest Reserve, Cameroon. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 4(13), 333-343
- Froumsia M., (2013). Impact des activités anthropiques sur le couvert ligneux dans

- la réserve de Kalfou, Cameroun. Thèse doctorat, Université de Yaoundé I, 161p.
- Gehu J M et Gehu J (1980). Essai d'objection de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. In *Gehu J.M (ed). Séminaire de phytosociologie*, Metz, 75-94p
- Hafawa F.B.J., Serge D., Amina D.B., Zeineb G., Laila R., Ingebord S. M. Mounira O. et Semia B. S.L, (2009). Structure de végétation et conservation des zones humides temporaires méditerranéennes: la région des Mogods (Tunisie septentrionale), *C.R. Biologies* 333 (2010), pp. 265-279
- Herrmann S M and Tappan G G (2013). Vegetation impoverishment despite greening: A case study from central Senegal, *Journal of Arid Environments* 90, pp. 55-66.
- Hien M B (2000). Etude des causes de mortalité de *Pterocarpus lucens* Lepren zone subsaharienne du Burkina Faso. Mémoire de diplôme d'ingénieur en développement rural. Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Fas, 70p.
- Houkpèvi A, Yèvide I S, Ganglo C J A, Devineau J-L, Azontonde H A, Adjakidje V, Agbossou K E, DE Foucault B (2011). Structure et écologie de la forêt à *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A.C. D et à *Dialum guineense* Willd. de la réserve de Massi (La Lama) Bénin, *Bois et Forêt des Tropiques*, 308 (2), 33-46.
- Idrissa S, Habou R, Machi II, Mahamane A and Mahamane S (2017): Biodiversity and Structure of Woody Plants of Sahelian Rangelands of Baban Rafi, Niger, *International Journal of Biology*, 9 (4), 1-9.
- Isikhuemen E M (2014). Rainforest degradation in southern Nigeria: role of forestry institutions. Master's degree Environmental Conservation and Bachelor's degree. UNU-INRA Working Paper 7, 65p.
- Jiagho E R , Zapfack L, Kabelong Banoho L P R, Tsayem-Demaze M, Corbonnois J et Tchawa P (2016). Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza (Cameroun), *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Volume 16 Numéro 1. DOI : 10.4000/vertigo.17249
- Kaboré A (2018). Revendications religieuses sur les aires protégées chez les Gourmantché du Burkina Faso: Des obligations sacrificielles à la résistance *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, [revues/vertigo/2018-v18-n1-vertigo04481/1058446ar.pdf](https://www.revuevertigo.org/revues/vertigo/2018-v18-n1-vertigo04481/1058446ar.pdf)
- Kouassi H R, Kouassi H K, Traore K et N'Guessan E K (2014). Etude du groupement a *Afrotillepis pilosa* (Boeck) J. Raynal et *Sansevieria liberica* GER. labr des inselbergs du sud-est de la Cote d'ivoire. *Agronomie Africaine* 26(1), 35-44.
- Magurran A. E., (2004), *Measuring biological Diversity*; Blackwell publishing. 247p
- Mapongmetsem P M, Kapchie V and Tefempa H B (2012). Diversity of fruit tree species and sustainability of the huehood in the Northern of Cameroon. *Ethiopian Journal of Environmental and Management*. 5 (1), 37-43p.
- Marcon E et Morneau F (2014). « Mesure de la biodiversité » UMR EcoFoG, [www.ecofog.gf](http://www.ecofog.gf), 2010.
- Mugasha W A, Bollandsas O M and Eid T (2013): Relationships between diameter and height of trees in natural tropical forest in Tanzania, Southern Forests: *Journal of Forest Science*, 75 (4), 221-237.
- N'da D H, Adou Y C, N'guessan K E, Kone M et Sagne Y C (2008). Analyse de la biodiversité floristique du parc nationale de Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique science*, 4 (03), 552-557.
- Niang K, Ndiaye O et Guisse A (2014). Flore et structure de la végétation ligneuse le long de la Grande Muraille Verte au Ferlo, nord Sénégal. *Journal of Applied Biosciences* 79, 6938-6946.
- Ouattara D, Kouame D, Tiebre M-S, Cisse A, N'Guessan K E (2016). Diversité floristique et usages des plantes dans la zone soudanienne du Nord-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & plant Sciences*, 31 (1), 4815-4830.
- Pablo M-O, Montero L.G, Pascual C, Fernando G R, Nicolas P, Bastin J F, Sibelet N (2017). Evaluation globale des zones arides : Utilisation des outils de collecte de données spatiales et opportunités pour la restauration des forêts méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, 38 (3), 251-258.
- Philippe E (2018). Discours du premier ministre français, lors du Comité Interministériel de la Biodiversité Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris, mercredi 4 juillet 2018. [https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/07/discours\\_de\\_m.\\_edouard\\_philippe\\_premier\\_ministre\\_-\\_comite\\_interministeriel\\_de\\_la\\_biodiversite\\_-\\_museum\\_national\\_dhistoire\\_naturelle\\_-\\_04.07.2018.pdf](https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/07/discours_de_m._edouard_philippe_premier_ministre_-_comite_interministeriel_de_la_biodiversite_-_museum_national_dhistoire_naturelle_-_04.07.2018.pdf)

- Poilecot P, Boulanodji E, Taloua N, Djimet B, Ngui T et SingaJ (2006). Parc national de Zakouma : structure des peuplements ligneux dans des savanes exploitées par les éléphants. *Bois et Forêts des Tropiques*, 290 (4), 45-59.
- Rabiou H, Diouf A, Bationo B A, Segla K N, Adjonou K, Kokutse A D, Radji R, Kokou K, Mahamane A et Saadou M (2015). Structure des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans le domaine soudanien, au Niger et au Burkina Faso. *Bois et forêts des tropiques*, 325 (3), 71-83.
- Rodrigues A S L (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428, 640-643.
- Sandjong S R C, Ntoupka M, Ibrahima A et Vroumsia T (2013). Essai d'analyses de la conception paysanne de l'évolution, de la gestion et de l'utilité du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (6), 2490-2503.
- Sandjong S R C, Ntoupka M, Vroumsia T et Ibrahima A (2018): Caractérisation structurale de la végétation ligneuse du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun). *Flora et Vegetation Sudano-Sambesica* 21, 7-24
- Sani A. R (2009). Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans un site reverdi et un site dégradé dans le Département de Mirriah, Mémoire du Diplôme d'Ingénieur d'Eaux et forêts, Université Abdou Moumoun, 62p.
- Sani R.C.Sandjong, Ntoupka M., Ibrahima A., Toua V., (2013). Etude écologique du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun) : Prospections préliminaires de la flore ligneuse et du sol pour sa conservation et son aménagement. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 7(6), 2434-2449.
- Sanial E (2018). L'appropriation de l'arbre, un nouveau front pour la cacao culture ivoirienne ? Contraintes techniques, environnementales et foncières. *Cahiers Agricultures*, 27 (5), 9p
- Savadogo P, Tigabu M, Sawadogo L and Odén P C (2007). Woody species composition, structure and diversity of végétation patches of a sudanian savannah in Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 294 (4), 5-20.
- Savagodo O M, Ouattara K, Pare S, Ouegraogo I, Sawadogo-Kaboré S, Barron J et Zombre N P (2016). « Structure et composition spécifique et diversité des ligneux dans les deux zones contrastées en zone sahélienne du Burkina Faso » *VertigO la revue électronique en science de l'environnement*: <http://journals.openedition.org/vertigo/17282>
- Scudder, Micah G, Baynes J and Herbohn J (2019). Timber royalty reform to improve the livelihoods of forest resource owners in Papua New Guinea. *Forest Policy and Economics*, 100, 113-119.
- Sitayeb T, Benabdeli K et Biologies C R (2008). Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation des sols de la plaine de la Macta (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique, *Elsevier Masson SAS*, C. R. Biologies 331, 466–474.
- Sonke B (1998). Étude floristique et structurale des forêts de la Réserve de faune du Dja (Cameroun), Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 267 p.
- Sorensen T. in Gounot (1969). A method of establishing groups of amplitude in plant sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the vegetation on Danish commons, *Biologisfter*, 5 (1948), pp. 1-34.
- Souare K (2015). Gestion des espèces ressources clés des produits forestiers non-ligneux végétaux au Cameroun: Cas de la périphérie du parc national du Mbam et Djerem. Thèse de Doctorat /PhD en Biologie végétale. Yaoundé. Université de Yaoundé I. 154p.
- Tabue Mbobda R B (2013). Diversité floristique et stock de carbone dans la partie Est de la réserve de Faune de Dja. Mémoire de Master en Biologie des Organismes Végétaux, Université de Yaoundé I. 54p.
- Tchobsala Amougou A et Mbolo M (2010). Impact of wood cut on the structure and floristic diversity of vegetation in the peri-urban zone of Ngaoundéré (Cameroon), *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 2(11), 235-258.
- Teicheugang B P (2000). Etat et perspective de la Réserve Forestière de Zamay. Mémoire du Diplôme d'Ingénieur des eaux et Forêts. Université de Dschang/FASA. 82 p.
- Tiokeng B, Mapongmetsem P.M, Nguetsop V F et Tacham W.N., (2015). Biodiversité floristique et régénération naturelle sur les hautes terres de Lebialem (Ouest Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9 (1), 56-68.
- Todou G, Froumsia M, Souaré K and Nnanga JF, (2016). Woody plants diversity and type of vegetation in non cultivated plain of Moutourwa, Far North, Cameroon. *Journal of Agriculture and Environment*

- for International Development*, 110 (2), 217-227.
- Wafo G (2008). Les aires protégées de l'Extrême-Nord Cameroun entre politiques de conservation et pratiques locales, Thèse de Doctorat en Géographie-Aménagement-Environnement, Université d'Orléans, 325 p.
- Wafo G, Tabopda, Hu Vinh F (2009). Caractérisation et suivi du recul des ligneux dans les aires protégées du Nord Cameroun: Analyse par télédétection spatiale dans la réserve forestière de Kalfou. JAS09 de l'AUF Alger 2009. 7p.
- Wala K., Guelly A.K. , Batawila K., Dourma M., Sinsin B. and Akpagana K. (2008). Traditional agroforestry systems in Togo: Variability according to latitude and local communities . In traditional forest-related Knowledge and sustainable Forest Management Africa. Papers From de conference held in Accra, Ghana from 15-17 October, 2008. IUFRO. 21-27.