

STRUCTURE ET DIVERSITÉ FLORISTIQUE DANS LA FORÊT CLASSÉE DES TROIS RIVIÈRES, À L'EST DE L'AXE DUNKASSA-MONROU, RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

Guillaume MONTCHO*, Mama DJAOUGA et Brice TENTE

*Université d'Abomey Calavi, Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise
Environnementale, Département de Géographie et Aménagement du
Territoire, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Bénin*

(reçu le 22 Février 2022; accepté le 27 Mai 2022)

* Correspondance, e-mail : montchoguy17@yahoo.com

RÉSUMÉ

La présente étude vise une meilleure compréhension de l'évolution de « la structure et de la diversité floristique dans la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Dunkassa-Monrou », 13 ans après une étude phytosociologique dans le même secteur. Ainsi, les 115 placeaux réalisés en 2006 et 21 nouveaux ont été inventoriés ; et 345 espèces herbacées et ligneuses recensées. Taux de recouvrement, abondance – dominance des espèces, hauteur des formations, diamètres des ligneux supérieurs et effectifs des ligneux inférieurs sont les données recueillies. Comme en 2006, l'analyse des données de terrain a révélé 8 groupements, et le nombre moyen d'espèces par relevé est resté assez constante quel que soit le groupement. Entre 2006 et 2019, les indices de Shannon et de Piélou quoique faibles, ont plus que doublés dans les groupements des champs et jachères ; alors que dans ceux des savanes et des forêts, ils sont plus que moyens et en légères hausses. Les densités et les surfaces terrières sont en baisse dans les champs, jachères et savanes, mais en augmentation dans les forêts. *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Leg.-Caesalpinioideae*, *Leg.-Mimosoideae*, *Leg.-Papilionoideae*, *Poaceae* et *Rubiaceae* sont toujours les familles les plus diversifiées, les plus abondantes et les plus fréquentes d'un groupement à l'autre, à l'exception du groupement des champs dominé par les cultures. L'analyse des spectres biologiques brut et pondéré montre l'abondance et la dominance des phanérophytes (65,83 % et 67,70 %) en général, des micro phanérophytes (35,96 % et 34,07 %) et méso phanérophytes (12,85 % et 19,18 %) en particulier. Contrairement aux thérophytes, les pourcentages de phanérophytes par groupement augmentent avec la densité. Sur le plan phytogéographique, les espèces soudaniennes (33,74 % et 29,26 %) et

soudano-zambéziennes (20,73 % et 25,38 %) sont concurremment dominantes et abondantes alors que les espèces soudano-guinéennes (18,02 % et 18,77 %) sont presque aussi dominantes que abondantes.

Mots-clés : *phytosociologie, structure, recouvrement, abondance, dominance.*

ABSTRACT

Structure and floristic diversity in the Trois Rivières classified forest, east of the Dunkassa-Monrou axis

This study aims at a better understanding of the evolution of the structure and the floristic diversity in the classified forest of Trois Rivières to the east of the Dunkassa-Monrou axis, 13 years after a phytosociological study in the same sector. Thus, the 115 plots created in 2006 and 21 new ones have been inventoried and 345 herbaceous and woody species recorded. Recovery rate, abundance dominance of species, heights of formations, diameters of upper ligneous trees and numbers of lower ligneous trees are the data collected. As in 2006, the analysis of field data revealed 8 groupings, and the average number of species per survey remained fairly constant whatever the grouping. In 2006 and 2019, the Shannon and Pielou indices, although weak, more than doubled in the groupings of fields and fallows ; while in those of savannahs and forests, they are more than average and slightly increasing. Densities and basal areas are decreasing in fields, fallows and savannas, but increasing in forests. *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Leg.-Caesalpinioideae*, *Leg.-Mimosoideae*, *Leg.-Papilionoideae*, *Poaceae* and *Rubiaceae* are always the most diversified, the most abundant and the most frequent families from one grouping to another, with the exception of the field grouping dominated by crops. Analysis of gross and weighted biological spectra shows the abundance and dominance of phanerophytes (65,83 % and 67,70 %) in general, micro phanerophytes (35,96 % and 34,07 %) and meso phanerophytes (12,85 % and 19,18 %) in particular. Unlike the therophytes, the percentages of phanerophytes per group increase with density. In terms of phytogeography, the Sudanian (33.74 % and 29.26 %) and Sudano-Zambesian (20.73 % and 25.38 %) species are concurrently dominant and abundant, while the Sudano-Guinean species (18.02 % and 18.77 %) are almost as dominant as they are abundant.

Keywords : *phytosociology, structure, covering, abundance, dominance.*

I - INTRODUCTION

Les forêts occupent 31 pour cent de la superficie totale des terres. La pérennité de ce potentiel biologique de la terre est liée à divers facteurs aussi bien anthropiques que naturels. En effet, la déforestation, qui est de loin le facteur le plus important, implique le défrichement des forêts par l'homme et leur conversion à un autre usage, comme l'agriculture ou la construction d'infrastructures [1]. L'augmentation des populations a entraîné une pression sans cesse croissante sur les écosystèmes forestiers due essentiellement aux activités anthropiques de tout genre (feux de brousse, exploitations anarchiques de certaines essences recherchées pour le charbon ou pour le bois de feu et pour le bois d'œuvre, divagations des animaux, pratiques culturelles traditionnelles) [2]. Les aires protégées africaines subissent de nombreuses formes de pression humaine. Elles occupent souvent des espaces convoités par différents acteurs de la société pour différents types d'usage des terres et sont donc des centres d'intérêt locaux, nationaux et internationaux. Les mangroves, les forêts humides et sèches et les zones humides saisonnières ont toutes diminué de façon significative au cours des vingt dernières années, des baisses oscillant autour de un pour cent de perte par an [3]. Au Bénin la situation n'est guère reluisante ; le nord du pays abrite 92,5 % de la couverture forestière nationale, principalement constituée des réserves de faune et de forêts classées, destinées à la conservation de la biodiversité [4].

Aujourd'hui, selon le rapport du Plan Forestier National du Bénin, les forêts du pays sont dans un état de dégradation avancée mettant ainsi en péril la stabilité des écosystèmes et favorisant la désertification du pays [5]. Et, la dégradation forestière tient à deux phénomènes fondamentaux : l'exploitation abusive des forêts à des fins agro-pastorales, la coupe sauvage des ligneux à des fins commerciales [6]. Sans être un pays à fort potentiel forestier comme les pays d'Afrique centrale, le Bénin exporte une quantité importante de bois. Le volume de bois exporté a varié de 68 000 m³ en 2010 à 102 000 m³ en 2018 [7]. La dégradation de l'environnement en général et des écosystèmes des aires protégées ou classées en particulier est fonction des conditions bioclimatiques, mais également et surtout de l'intervention négative des populations sur la faune et sur la flore, etc. De même l'élevage aussi participe à la dégradation du couvert végétal ; en effet, l'élevage bovin, dont la zone de propension est le Nord du Bénin et en particulier le Nord-Est demeure la grande composante du secteur de l'élevage avec un cheptel dont l'effectif approche actuellement 2.000.000 de têtes [8]. Face à cet état de chose, très peu de mesures sont donc prises pour vérifier que la Gestion Durable des Forêts (GDF) est effective et efficace [9]. Il est grand temps de nous préoccuper de nos forêts dont la superficie diminue de jour en jour [10]. La nécessité d'intervenir se fait donc

pressante sans que la façon d'agir soit toujours définie avec exactitude. A la [11], l' « Initiative d'Abidjan » préconise un ensemble d'actions concrètes visant d'une part à restaurer un couvert forestier primordial pour les équilibres climatiques et productifs de nos nations, et d'autre part à rendre les terres dégradées à nouveau productives sur les plans biologiques, agronomiques et économiques. Pour [12], une stratégie globale et opérationnelle de conservation et gestion de la biodiversité doit prendre corps ; et la volonté de comprendre et de prédire les effets de nos actions sur les écosystèmes nous pousse nécessairement à rechercher des méthodes théoriques permettant de réaliser des sauts d'échelles et de niveaux hiérarchiques. La conservation de la diversité biologique est de nos jours un impératif incontournable pour le développement durable. Il s'avère alors nécessaire de connaître avec précision la diversité des écosystèmes particuliers afin de pouvoir conserver durablement le maximum de leurs composantes [13] ; car protéger la nature c'est clairement, pour reprendre les termes mêmes du préambule de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature de 1948, « garantir la prospérité du monde et sa paix future » ; et comme pouvoir définir l'état d'une forêt repose, avant tout chose, sur l'identification des espèces, des communautés, des écosystèmes qui la composent [14], la présente étude s'intéresse à la structure et à la diversité floristique de la forêt classée des Trois Rivières (FC-TR) dans sa partie à l'est de l'axe Dunkassa-Monrou. À terme, l'objectif recherché est de caractériser les formations végétales de cette réserve dans leur richesse floristique et dans leur structure. Etant donnée la forte pression anthropique, les hypothèses de départ pour atteindre cet objectif sont formulées autour de la sensible réduction de la diversité floristique du secteur d'étude, de la perturbation de la structure des ligneux en présence ainsi que d'une dynamique floristique et structurale assez régressive au sein des formations végétales.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Cadre d'étude

Avec un statut de forêt domaniale classée, la forêt classée des Trois Rivières couvre d'après l'arrêté de classement n° 4524 du 6 septembre 1949 une superficie de 259 000 ha [15]. Elle est située dans la partie nord-est du Bénin entre 10°18' et 10°48' latitudes Nord d'une part, puis 2°45' et 3° 35' longitude Est d'autre part. Elle est à cheval sur les départements du Borgou et de l'Alibori et occupe environ 256000 ha [16] partagés entre les communes de Bèmbéréké (37 651 ha) au Sud-Ouest, Gogounou (68 890 ha) au Nord-Ouest, Kalalé (107 213 ha) au Sud-Est et Ségbana (57 315 ha) au Nord-Est. Le secteur étudié correspond à la portion de cette forêt à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa comme l'indique la *Figure 1*.

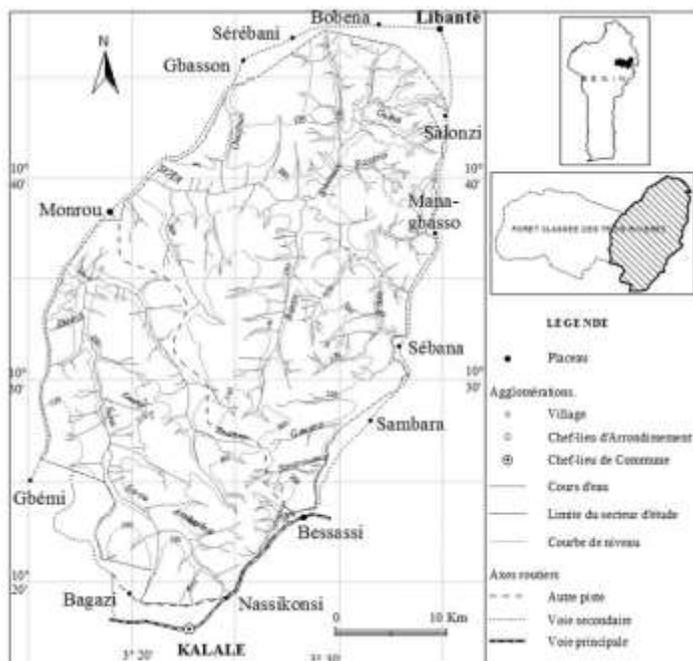


Figure 1 : Situation du secteur d'étude

Le climat est tropical de type soudano-guinéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche de novembre à mars et d'une saison pluvieuse de juin à septembre [17]. La température annuelle reste élevée $27,7^{\circ}$ pendant que la moyenne mensuelle passe de 25° en décembre à 32° en avril. Les variations diurnes sont maximales en décembre-janvier, en saison sèche au moment de l'harmattan : Les maxima avoisinent 45° contre 10° pour les minima. Les précipitations relativement abondantes sont réparties sur 4 à 5 mois et les fortes chutes enregistrées de juillet à septembre. Cette forêt est traversée par trois rivières permanentes qui lui ont donné son nom : Bouli et Tassiné, à l'ouest, s'écoulent du sud/sud-ouest au nord/nord-est ; Sota, au nord-est est de direction sud/sud-est nord/nord-ouest [18]. La forêt classée des Trois Rivières est limitrophe de 48 villages ou établissements humains, d'une population totale de 51 233 habitants riverains d'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 2002), soit environ 25 % de la population totale des communes riveraines de Bembèrèkè, Gogounou, Kalalé et Ségbana. D'après le RGPH 2012, ces quatre communes abritent un effectif cumulé de 506741 habitants à fort taux d'accroissement, soit 4,7 %. Mais le secteur d'étude concerne les deux dernières communes dont les populations interviennent dans le secteur étudié. Chaque décennie, l'effectif de la population de ces communes augmente considérablement ; ce qui accroît la pression sur les ressources forestières en général et celles végétales en particulier. Le tableau I donne une idée de l'évolution démographique communale d'une décennie à l'autre.

Tableau 1 : Populations des Communes riveraines du secteur d'étude

Département	Commune	1992	2002	2012
Alibori	Ségbana	32271	52266	89081
Borgou	Kalalé	62805	99563	168882

Source : Extrait INSAE, 1992 - 2012.

D'après les données de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE, 2012), les habitants riverains du secteur d'étude appartiennent à plusieurs groupes ethniques à savoir : Fon et apparentés, Bariba et apparentés, Dendi et apparentés, Yoa - Lokpa et apparentés, Peulh, Gua et Otamari, Yoruba... qui pratiquent diverses activités à proximité et à l'intérieur de la forêt : agriculture, élevage, commerce, transport, artisanat, chasse, etc.

II-2. Matériel

L'essentiel du matériel utilisé est composé de :

- Carte de végétation de 2015 quadrillée au kilomètre près
- Cartes topographiques de l'Afrique de l'Ouest, République du Dahomey Feuilles Bembéréké NC-31- XV et Dunkassa NC-31-XVI au 1/200000.
- Fiches de relevés phytosociologiques.
- Décamètre de 50 m pour les prises de mesures dans les placeaux.
- Ruban π pour mesurer le diamètre des arbres.
- GPS (Garmin 76) pour la prise des coordonnées géographiques, faciliter le déplacement sur le terrain et pour la prise des coordonnées géographiques de différentes unités d'occupation du sol en vue du contrôle terrain.
- Clinomètre pour la mesure des pentes.
- Boussole pour déterminer les azimuts et une meilleure orientation ;
- Sécateur pour le prélèvement des échantillons de plantes.
- Matériel nécessaire pour la réalisation d'herbier (journaux, cartons, presses).
- Carte topographique IGN, 1992 au 1/600 000è
- Appareil photographique pour la prise de vues pour les illustrations du document.
- Les images satellitales SPOT-1995 – 2005 – 2015 - 2020, résolution 30 m, à l'échelle de 1/100 000, pour l'élaboration des cartes des d'occupation du sol des années correspondantes.
- Carte de géologie et des minéraux utiles, feuille Dunkassa à 1/200000
- Carte pédologique de reconnaissance à 1/200000, feuille Bembéréké
- Logiciels ArcView 3.2, CAP, Excel, Word pour la réalisation des différentes cartes illustratives, le traitement des données phytologiques et la rédaction.

II-3. Méthodes

II-3-1. Documentation et élaboration de la carte d'échantillonnage des formations végétales

II-3-1-1. Documentation

C'est l'étape au cours de laquelle les écrits, des cartes, des photographies aériennes et images satellitaires spécifiques à la forêt classée des Trois Rivières ou pouvant apporter une quelconque contribution pour la présente étude ont été recensés et exploités. A cet effet, l'Internet et les bibliothèques ou centres de documentation de la FLASH, de la FSA, de l'EPAC, de la FAO, du PNUD, du MAEP, du PGRN, de la BU, du LABEE, du LEA/FSA ainsi que les services de l'Etat tels que l'IGN, et le CENATEL sont mis à contribution.

II-3-1-2. Carte d'échantillonnage des formations végétales

Le secteur d'étude, dans le cadre de la présente étude, est légèrement agrandi par rapport à celui inventorié par [19]. En effet, la portion additionnelle à l'ouest de l'axe Bessassi-Monrou permet de prendre en compte son importante unité pédologique ; ce qui donne au secteur étudié un caractère plus représentatif de la forêt classée des Trois Rivières (FC-TR) (**Figure 1**). L'interprétation de photos aériennes de la forêt classée couvrant le secteur d'étude (Spot-20) puis à la digitalisation de la minute d'interprétation ont conduit à l'esquisse de la carte d'occupation du sol de 2020. Grâce à leurs coordonnées, les 115 placeaux inventoriés en 2006 ont ensuite été projetés sur cette carte. 21 autres points ont également été choisis dans la zone additionnelle à l'ouest de l'axe Monrou – Bessassi, proportionnellement aux superficies des unités d'occupation du sol. Ainsi, la carte d'échantillonnage (**Figure 2**) montre les anciens échantillons et les nouveaux réalisés dans la portion additive. Au total 136 placeaux ont été relevés au cours des travaux de terrain dans le cadre de cette étude.

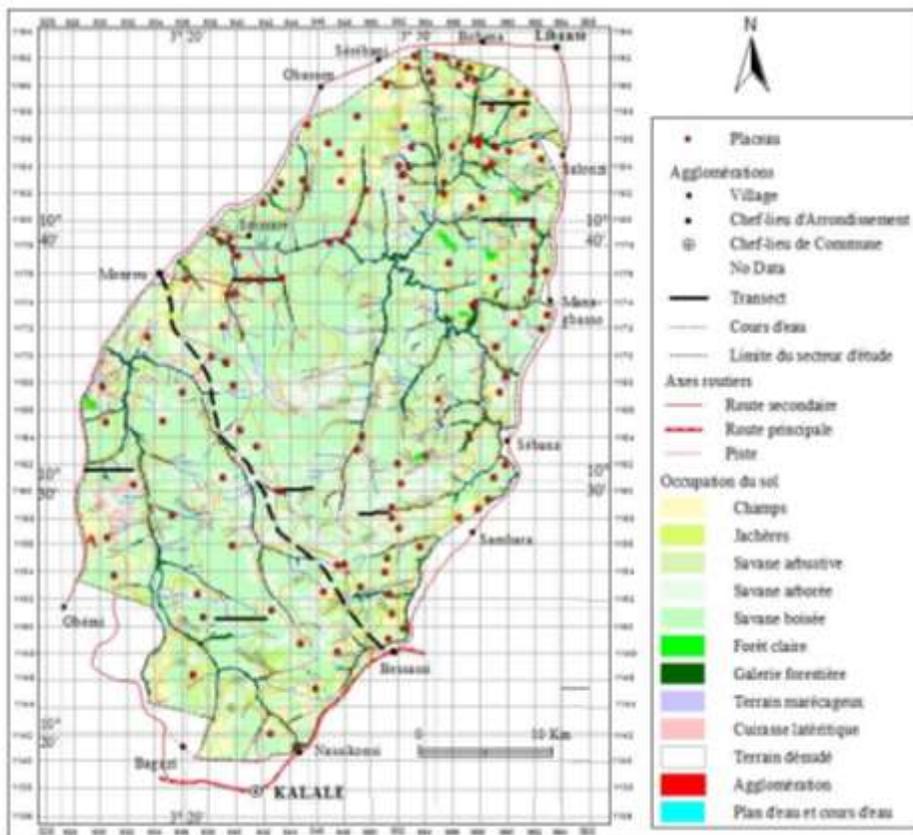


Figure 2 : Carte d'échantillonnage

II-3-2. Collecte des données floristiques sur le terrain

En fonction de la proximité des points identifiés sur la carte de végétation de 2020 avec les villages riverains au secteur d'étude, ces derniers sont sillonnés : chacun d'eux pendant une ou deux semaines en fonction du nombre de points à explorer et des difficultés d'accès. A l'aide du GPS, les anciens placeaux sont retrouvés et les nouveaux identifiés et installés. Lorsque la formation en place sur chaque nouveau placeau n'est pas identique à celle de la carte de végétation 2020, la recherche dans les environs d'une formation présentant les mêmes caractéristiques permet de substituer le placeau défaillant, et les références géographiques du nouvel emplacement enregistrées. Quant aux anciens placeaux, ils ont été relevés et la nature de la formation consignée à chaque fois. Relevés phytosociologiques et mesures dendrométriques sont les types de données à recueillir par placeau. Les relevés phytosociologiques sont réalisés selon la méthode de [20]. Les placeaux installés sont rectangulaires (10 m x 30 m) dans les forêts et carré (30 m x 30 m) dans les savanes, les jachères et les champs.

- Au niveau de chaque placeau, la collecte de données est faite en deux temps :
- description des variables écologiques pour mieux caractériser le milieu : nature du sol, facette topographique et altitude pour le milieu physique ; nature et hauteur de la formation, hauteurs des différentes strates, taux de recouvrement par strate et composition floristique pour la végétation.
 - Inventaire des espèces végétales présentes : il est exhaustif pour les ligneux ; mais, un peu plus sommaire en ce qui concerne les herbacés. Les espèces sont d'abord mises en herbier ; elles sont ensuite identifiées ou confirmées le cas échéant à l'Herbier National. Les coefficients d'abondance-dominance sont alors affectés à chaque taxon en tenant compte du recouvrement moyen (RM) et selon la codification ci-après :
 - 5 : espèces couvrant 75 à 100 % de la surface de relevé (RM = 87,5%)
 - 4 : espèces couvrant 50 à 75 % de la surface de relevé (RM = 62,5 %)
 - 3 : espèces couvrant 25 à 50 % de la surface de relevé (RM = 37,5 %)
 - 2 : espèces couvrant 5 à 25 % de la surface de relevé (RM = 15 %)
 - 1 : espèces couvrant 1 à 5 % de la surface de relevé (RM = 3 %)
 - + : espèces couvrant 1 % de la surface de relevé (RM = 0,5 %).

II-3-3. Traitement des données de terrain

A la faveur de cette étape, les cartes d'occupation du sol sont corrigées et achevées ; les données recueillies sur le terrain sont dépouillées et l'analysées grâce à différents logiciels tels que Word, CAP, Excel, Arc View, etc. Les informations obtenues à l'issue de ces traitements sont présentées sous diverses formes : tableaux, cartes, graphiques, courbes, indispensables pour une bonne rédaction.

II-3-3-1. Identification des espèces

L'identification de chaque espèce a été limitée à la détermination de son auteur, de son genre, de sa famille, de son type biologique et de son type phytogéographique.

- ***Les types biologiques***

Les types biologiques (TB) utilisés sont ceux définis par [21]. Il distingue :

- Phanérophytes (Ph), plantes caulinaires portant des pousses et des bourgeons persistants à plus de 40 cm du sol. Ils sont subdivisés en :
 - Mégaphanérophytes (Mph) : arbres de plus de 30 m de haut ;
 - Mésophanérophytes (mPh) : arbres de 8 à 30 m de haut ;
 - Microphanérophytes (mph) : arbres de 2 à 8 m de haut ;
 - Nanophanérophytes (nph) : arbustes et sous arbustes de 0,4 à 2 m de haut ;
 - Lianes phanérophytes (Lph)
- Chaméphytes (Ch), plantes dont les bourgeons ou les extrémités des pousses persistantes sont situés à proximité du sol sur des rameaux rampants ou dressés (entre 0 et 40 cm de haut).

- Hémicryptophytes (H), plantes à pousses ou à bourgeons persistants situés au niveau du sol ou à moitié cachés.
- Géophytes (G), plantes possédant un appareil caulinair caduque et dont les pousses ou les bourgeons persistants sont enterrés dans le sol.
- Thérophytes (Th), plantes à cycle court, annuelles, qui passent la mauvaise saison sous forme de graines.

- ***Les types phytogéographiques***

Les types phytogéographiques utilisés correspondent aux grandes subdivisions chorologiques de [22] :

Espèces de l'élément-base

- Soudaniennes (S) : présentes uniquement dans le Centre Régional d'Endémisme soudanien
- Soudano-zambéziennes (SZ) : présentes à la fois dans les Centres Régionaux d'Endémisme Soudanien et Zambézien ;
- Soudano-guinéennes (SG) : présentes à la fois dans toute la région floristique Guinéenne et distribuées dans le Centre Régional d'Endémisme Soudanien ;

Espèces de liaison africaines :

- Afro-tropicales (AT) : largement distribuées en Afrique tropicale.
- Espèces plurirégionales Africaines (PRA) : présentes dans plusieurs régions florales.

- ***Espèces à large distribution :***

- Pantropicales (Pan) : réparties dans toutes les régions tropicales ;
- Paléotropicales (Pal) : présentes aussi bien en Afrique tropicale, en Asie tropicale, à Madagascar et en Australie ;
- Afro-américaines (AA) : présentes en Afrique et en Amérique tropicale ;
- Afro-malgaches (AM) : distribuées en Afrique et à Madagascar.

II-3-3-2. Individualisation des groupements végétaux

L'identification des espèces réalisée à l'Herbier National a permis d'établir un tableau comprenant la liste alphabétique de toutes les espèces recensées, les codes des relevés ainsi que la précision sur la présence ou non de chaque espèce dans l'un ou l'autre des relevés. Une fois la liste des espèces remplacée par celle de leurs codes, le résultat du tableau ainsi obtenu est alors soumis à l'analyse du logiciel CAP (Community Analysis Package) pour classification hiérarchique selon la méthode de Ward. Pour cette méthode, les codes des espèces constituent les observations alors que ceux des placeaux constituent les variables. Le résultat de cette analyse est un dendrogramme qui montre les différents niveaux d'agrégation des relevés par rapport aux espèces recensées.

II-3-3-3. Traitement des données phytosociologiques

La diversité est appréciée par rapport au nombre de familles présentes dans un groupement (diversité des familles), au nombre d'espèces par placeau ou par groupement (diversité spécifique R) et aux indices de Shannon (H), de Pielou (E).

- L'indice de diversité de Shannon (H) se calcule par la **Formule** :

$$H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i \quad (1)$$

avec, $p_i = n_i / \sum n_i$; $n_i =$ Effectif des individus de l'espèce i ; $\sum n_i =$ Effectif total des individus de toutes les espèces par placeau ou par groupement considéré.

- Lorsque H est faible ($H \leq 2$ bits), le milieu est généralement spécialisé, extrême : les espèces sont inégalement réparties et les ressources sont utilisées au maximum par un petit nombre d'espèces au détriment de la majorité.
- L'indice de diversité de Shannon moyen ($H \leq 3,5$ bits) traduit que les conditions du milieu sont favorables à l'installation de nombreuses espèces ; le milieu est alors stable.
- Les conditions d'installation sont meilleures lorsque l'indice de Shannon est élevé ($H \geq 4$ bits) [23].
- L'équitabilité de Pielou (E) est le rapport de la diversité obtenue à la diversité maximale. Elle est exprimée par la **Formule** :

$$E = H / \log_2 R \quad (2)$$

avec, $R =$ Richesse spécifique.

- L'équitabilité de Pielou élevé ($E > 0,8$) est signe d'un peuplement équilibré [23]. Chacun des individus est alors équireprésenté.
- Lorsque E est faible ($E < 0,5$), la distance des individus au sein des espèces est irrégulière.

- **Les spectres biologiques et phytogéographiques**

Ils sont obtenus grâce aux types biologiques et phytogéographiques annoncés plus haut. Il s'agit du spectre brut et du spectre pondéré ou réel. Le spectre biologique (resp. phytogéographique) brut exprime le pourcentage du nombre d'espèces correspondant à chaque type biologique (resp. phytogéographique) par rapport au nombre total d'espèces. Le spectre biologique pondéré ou spectre biologique (resp. phytogéographique) réel exprime le pourcentage du recouvrement moyen de chaque type biologique (resp. phytogéographique) par rapport au recouvrement total sans tenir compte des espèces.

II-3-3-4. Traitement des données structurales

- **La fréquence relative**

L'analyse fréquentielle est une méthode qui consiste à apprécier la distribution des familles à travers les relevés. La fréquence de présence renseigne sur la distribution d'une famille dans un peuplement. Elle peut être exprimée en valeur absolue ou en pourcentage (%). En %, elle est estimée par la **Formule** suivante ([24] cité par [25]) :

$$F = \frac{N_{ri}}{N_r} \times 100 \quad (3)$$

F = fréquence de présence exprimée en pourcentage (%) ; N_{ri} = nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce i et N_r = nombre total de relevés.

- **Densité du peuplement ligneux :**

La densité moyenne permet d'évaluer la densité des individus juvéniles et celle des individus adultes dans chacun des groupements. Elle est déterminée par le nombre de tiges à l'hectare et s'évalue suivant la **Formule** :

$$D = \frac{n}{S} \quad (4)$$

où, n est le nombre total d'individus inventoriés dans le placeau et S son aire. La densité a été calculée aussi bien pour les ligneux à d.b.h. supérieur ou égal à 10 cm que pour ceux de diamètre inférieur.

- **Surface terrière (G)**

Elle est déterminée pour évaluer la surface occupée par les sections des fûts à 1,30 m du sol, et est formulée comme suit :

$$G = \sum \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{ou} \quad G = \sum \frac{C^2}{4\pi} \quad (5)$$

avec, G la surface terrière en m^2/ha ; D le diamètre à hauteur de poitrine (en mètre) et C la circonférence à hauteur de poitrine (en mètre).

La surface terrière a été évaluée seulement pour les ligneux de d.b.h. ≥ 10 cm. Au niveau de chaque groupement, la valeur retenue est la moyenne arithmétique des surfaces terrières des (p) placeaux identifiés par groupement. Ces différents indices nous renseignent sur l'abondance et sur la distribution des individus de chaque espèce dans le groupement végétal.

III - RÉSULTATS

III-1. Individualisation des groupements végétaux

L'analyse de la matrice qui précise l'absence ou la présence de chacun des 345 espèces recensées dans l'un ou l'autre des 136 relevés effectués a donné le dendrogramme de la figure 3. On y observe, à 26 % de dissemblance le :

- groupement G1 à *Andropogon schirensis* et *Annona senegalensis* des champs constitué de 24 relevés ;
- groupement G2 à *Combretum collinum* et *Vitellaria paradoxa* des jachères constitué de 24 relevés ;
- groupement G3 à *Burkea africana* et *Indigofera dendroides* des savanes arbustives constitué de 20 relevés ;
- groupement G4 à *Lannea acida* et *Vitellaria paradoxa* des savanes arborée constitué de 13 relevés ;
- groupement G5 à *Diheteropogon amplexans* et *Crossopteryx febrifuga* des savanes boisée constitué de 21 relevés ;
- groupement G6 à *Sarcocephalus latifolius* et *Anogeissus leiocarpa* des forêts claires constitué de 9 relevés ;
- groupement G7 à *Dioscorea abissinica* et *Anogeissus leiocarpa* (*Mitragyna inermis*) des forêts denses sèches constitué de 11 relevés ;
- groupement G8 à *Garcinia ovalifolia* et *Berlinia grandiflora* des forêts galeries constitué de 14 relevés.

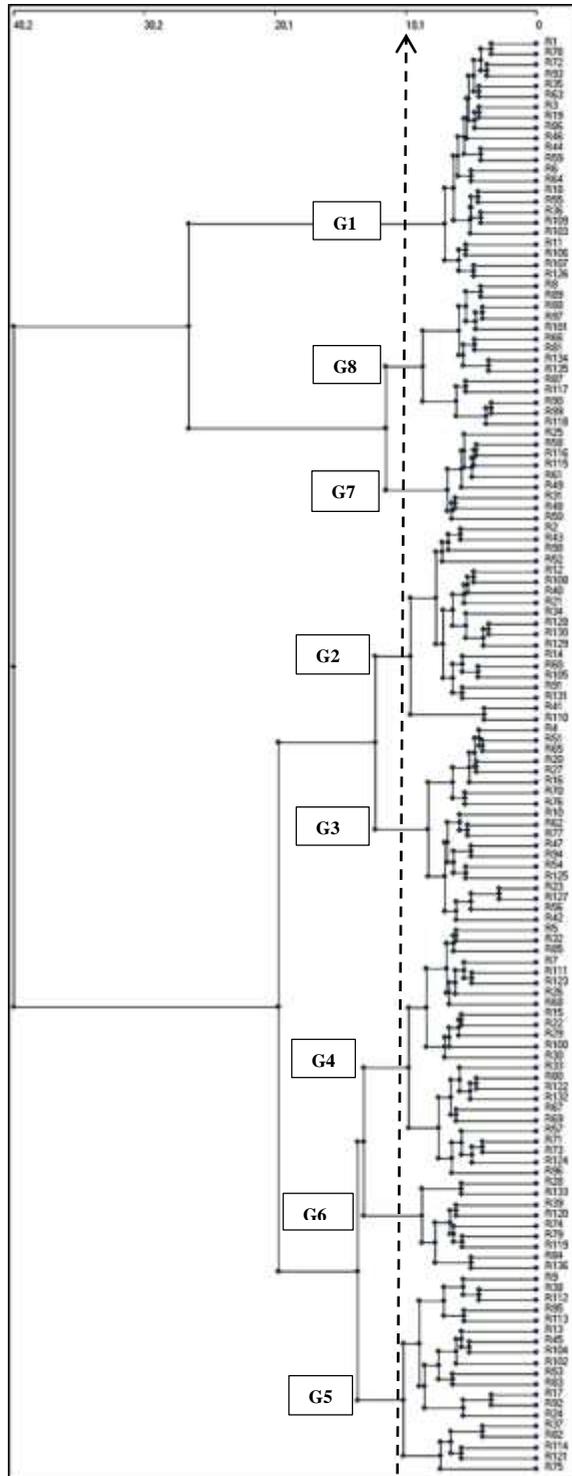


Figure 3 : Dendrogramme d'ordination des relevés par rapport aux espèces

III-2. Caractéristiques des groupements végétaux identifiés

III-2-1. Caractéristiques de diversité floristique

Les 136 relevés ont permis d'obtenir 345 espèces herbacées comme ligneuses ; contre 365 espèces sur 115 relevés en 2006. On peut apprécier sur le graphique de la figure 4a que les herbacés sont deux à trois fois plus contributeurs à la diversité spécifique du milieu. Les groupements des champs et des forêts galeries sont les moins riches en espèces. Entre 2006 et 2019, la tendance générale est à l'augmentation du nombre d'espèces surtout dans les groupements des savanes boisées, des champs et des galeries forestières. Cette tendance est confirmée par le graphique de la figure 4b qui illustre la richesse en espèces de ligneux supérieurs ; seul le groupement des forêts claires enregistre une forte perte en espèces. Les indices de Shannon et de Pielou sont à la hausse quel que soit le groupement (*Figures 4c et 2d*) : les conditions du milieu bien meilleures dans la plupart des groupements, restent extrêmes dans les groupements des champs et jachères.

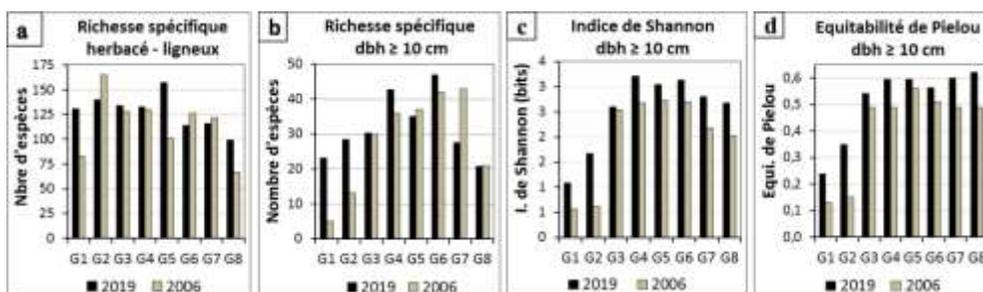


Figure 4 : Planche des paramètres de diversité

III-2-2. Caractéristiques structurales des ligneux

Pour les ligneux supérieurs, les graphiques (*Figures 5a et 5b*) de la surface terrière et de la densité présentent la même allure : alors que la tendance est à la baisse pour ces deux paramètres dans les groupements des champs, jachères et savanes ; les groupements des forêts denses sèches et galeries connaissent plutôt une croissance plus ou moins forte. Au demeurant, la densité des ligneux supérieurs explique donc en partie l'évolution à la hausse de la surface terrière. Quant aux ligneux inférieurs ($dbh < 10$ cm), ils sont globalement en baisse par rapport à 2006 ; même si le groupement des galeries forestières fait exception à la règle (*Figure 5c*). Les groupements des forêts denses sèches et galeries ainsi que les savanes arborées affichent des densités nettement supérieures aux autres groupements.

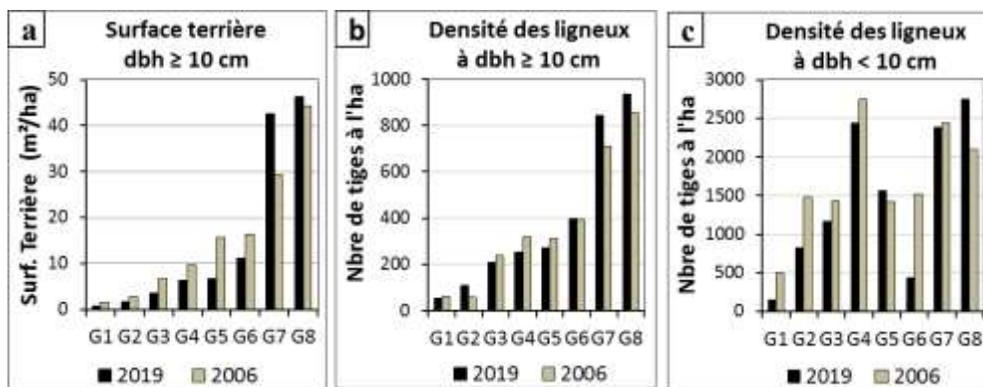


Figure 5 : Planche des paramètres structuraux

III-2-3. Diversité des familles

Pour chacun des huit groupements végétaux, on dénombre 37 à 50 familles. Entre 2006 et 2019, la diversité des familles d'espèces a peu évolué d'un groupement à l'autre, mais aussi globalement. En effet, seuls les groupements des champs et celui des savanes boisées ont connu les plus fortes augmentations avec respectivement 8 et 10 familles en plus ; et les plus fortes baisses sont enregistrées dans les groupements des jachères et des forêts denses sèches, avec respectivement 6 et 4 familles en moins. Les écarts, en plus ou en moins, restent inférieurs ou égaux à 2 familles dans les autres groupements (*Figure 6a*). Les proportions de familles monospécifiques sont assez élevées, entre 40 et 58 % du total de familles par groupement. De 2006 à 2019, la tendance générale est à la baisse du nombre de familles par groupement ; les plus fortes baisses étant observées dans les groupements des savanes arborées, des savanes boisées et des forêts galeries, avec respectivement 8 %, 17 % et 18 %. Le groupement des jachères et celui des forêts claires connaissent les plus fortes hausses, avec 11 % et 9 % respectivement (*Figure 6b*). Plus de 70 % des familles des groupements des champs et jachères, et plus de 80 % des familles dans les groupements des savanes et forêts ont au plus trois espèces. Ce qui laisse présager, à une échelle du même ordre, qu'un grand nombre de familles (et donc d'espèces), sont menacées de disparition dans l'est de la FC-TR. Presqu'indépendamment des années 2006 et 2019, autour de 10 % des familles dans les groupements des forêts denses sèches et galeries ont une fréquence supérieure à 80 % ; contre 15 à 28 % de familles dans les autres groupements (*Figure 6c*).

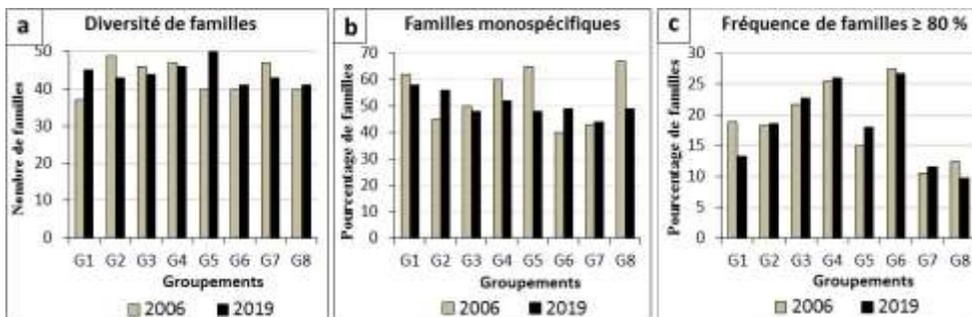


Figure 6 : Planche des familles d'espèces

III-2-4. Spectres biologique et phytogéographique

La synthèse du spectre biologique brut montre pour l'ensemble des groupements, à l'exception du groupement G5 (des savanes boisées), une abondance des phanérophytes à travers les microphanérophytes en premier suivis des mésophanérophytes, des Lmph et des nanophanérophytes. Dans le groupement 2, ces deux derniers prennent le dessus sur les microphanérophytes. Mais les thérophytes sont assez représentés dans tous les groupements de même que les chaméphytes et les hémicryptophytes (**Figure 7a**). Cette prépondérance des phanérophytes dans les groupements de forêts (G6, G7, G8), de savanes arbustives (G3) et arborées (G4) ainsi que dans les champs (G1) traduit d'une part des conditions édaphiques plus favorables à une végétation forestière ou de savane, mais d'autre part la forte proportion d'espèces ligneuses due à la pression de pâturage du cheptel bovin très développé dans le secteur. Le spectre pondéré global traduit une physionomie où prédominent les phanérophytes (mph et mPh) dans les groupements de forêts (G6, G7, G8) et de savanes (G3, G4, G5) ; mais qui sont peu représentés voire inexistantes dans les groupements des champs (G1) et des jachères (G2). Par contre les hémicryptophytes et les thérophytes, rares dans les forêts galeries et forêts denses sèches, assez représentés dans les savanes et forêt claire, sont prépondérants dans les groupements de champs (G1) et jachères (G2) : ce qui s'explique par la forte proportion des graminées pérennes. (**Figure 7b**).

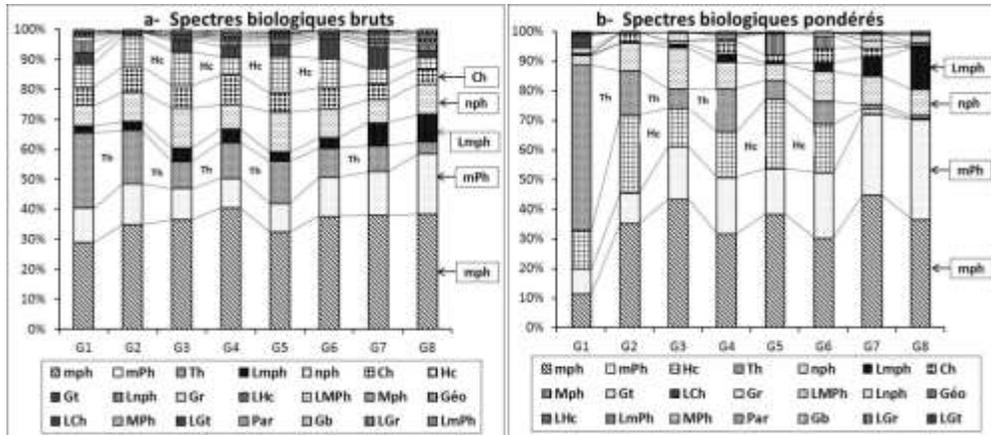


Figure 7 : Spectres biologiques des groupements

Les spectres phytogéographiques, qui permettent de définir la position phytogéographique d'une zone donnée, peuvent être utilisés pour apprécier la dynamique des groupements végétaux du point de vue chorologique. L'analyse des spectres phytogéographiques des différents groupements de la forêt classée des Trois Rivières à l'est de l'axe Monrou-Dunkassa montre que tous les groupements sont savanicoles car les espèces de l'élément-base soudanien SZ, S, SG sont dominantes dans cet ordre pour le spectre brut, et avec une inversion de proportions entre SZ et S lorsqu'on passe au spectre pondéré (Figures 8a et 8b). Excepté le groupement G1 des champs, les faibles proportions des espèces à large distribution témoignent de la stabilité floristique des groupements.

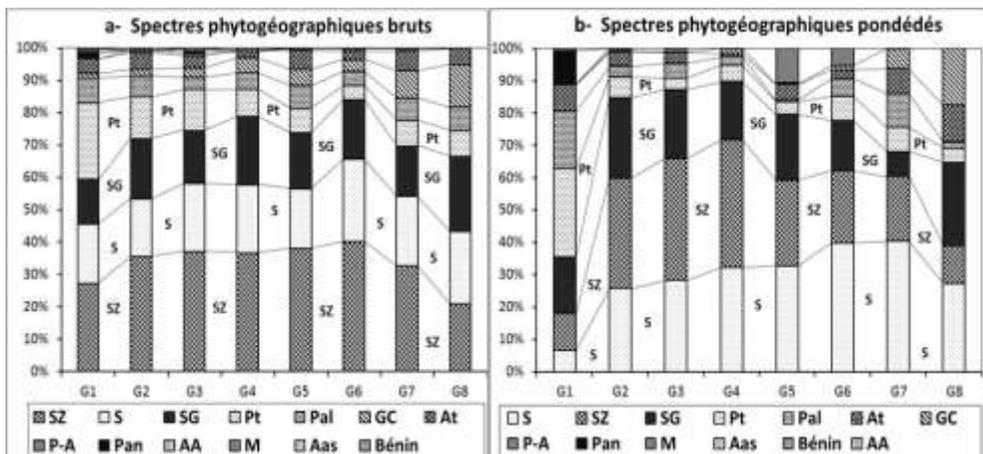


Figure 8 : Spectres phytogéographiques des groupements

IV - DISCUSSION

La richesse spécifique totale des groupements végétaux de la FC-TR à l'est de l'axe Dunkassa-Monrou est 345 espèces ; ce qui correspond à 12,29 % des 2807 espèces que compte la flore du Bénin [26]. Elles sont réparties en 210 genres et 69 familles ; ce qui est similaire aux résultats de [27] dans le bassin moyen de la Sota, qui prend en compte une partie de la FC-TR, où le cortège floristique est évalué à 347 espèces réparties en 179 genres et 72 familles pour 174 placettes. Les familles les plus représentées dans la FC-TR sont : *Leguminosae.-Papilionoideae* (54 espèces), *Poaceae* (33 espèces), *Rubiaceae* (23 espèces), *Asteraceae* (16 espèces), *Leguminosae-Mimosoideae* (15 espèces), *Combretaceae* (14 espèces), *Leguminosae-Caesalpinioideae* (13 espèces), *Malvaceae* (11 espèces) et *Euphorbiaceae* (10 espèces). Ces familles correspondent à celles identifiées comme prédominantes à l'issue de diverses études réalisées dans la zone soudanienne ouest africaine par différents auteurs. Ainsi, [28] dans la réserve de biosphère de la Pendjari, au nord-ouest du Bénin et à la même latitude que la FC-TR, [8] sur l'ensemble des deux départements de l'Alibori et du Borgou auxquels appartient la FC-TR, [29] sur la chaîne de l'Atakora, [30] dans la portion de la forêt classée de l'Alibori supérieur située dans l'arrondissement de Bagou, à l'ouest de la FC-TR, ont obtenu les mêmes familles dominantes avec quelques variations en ce qui concerne le nombre d'espèces par famille.

[31] dans le parc national de Fazao-Malfakassa et de la réserve d'Aledjo (Togo) identifie ces mêmes familles comme les plus représentées ; alors que [32] pensent que l'égalité du nombre d'espèces des *Rubiaceae* et des *Fabaceae* dans le Parc de la Marahoué au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, s'expliquerait par la position de transition entre la forêt et la savane ; ce qui n'est pas loin de la situation de cohabitation entre savanes et forêts dans la FC-TR. La FC-TR se caractérise aussi par la forte présence des herbacés devant les ligneux, malgré les conditions climatiques difficiles et le stress anthropique. En effet, Il a été démontré que les graminées sont des espèces qui résistent aux différentes perturbations car elles développent une stratégie leur permettant de se maintenir et de se développer dans un environnement perturbé [33]. Par ailleurs, les Mimosaceae et les Cyperaceae pour leur part, sont connues pour être indicatrices d'un climat généralement sec [2]. Les ligneux en ce qui les concerne mettent plus d'années pour régénérer et compenser le stress anthropique. Ces considérations permettent donc de conclure que la FC-TR abrite essentiellement des formations savanicoles. La richesse spécifique moyenne par groupement est de l'ordre de 131 à 157 espèces pour les groupements des formations ouvertes (champs, jachères et savanes) ; et de 99 à 116 pour ceux des formations fermées (forêts). Globalement, l'indice de diversité de Shannon (H) connaît une augmentation avec la densité dans les

groupements des formations ouvertes, contrairement à ceux des forêts. Il reste faible dans les groupements des champs (1,09 bits) et jachères (1,67 bits) ; devient moyen dans les groupements des savanes (2,60 ; 3,21 et 3,05 bits) et ceux des forêts (3,13 ; 2,80 et 2,68 bits). Par ailleurs, d'un groupement à l'autre, la valeur de l'équitabilité de Pielou (E) a aussi augmenté avec la densité : d'abord faible dans les groupements des champs (0,24) et jachères (0,38), elle est plus que moyenne dans les savanes (0,56 ; 0,60 et 0,596) et dans les forêts (0,56 ; 0,60 et 0,62). Ces valeurs sont bien en concordance avec celles trouvées par [34] dans la région de Wari-Marou-Igbomakro, au centre du Bénin où les forêts claires, les savanes boisées, les jachères et les champs affichent respectivement 3,11 ; 3,07 ; 2,37 et 1,28 bits pour l'indice de Shannon. Toutefois, les valeurs de l'équitabilité de Pielou à Wari-Marou sont comprises entre 0,77 et 0,92. Si donc les deux milieux, la FC-TR et la région de Wari-Marou, semblent assez diversifiés, les ressources du sol paraissent mieux réparties au profit des ligneux de ce dernier milieu. Avec un indice de diversité de Shannon de $3,21 \pm 3$ bits et une équitabilité de Pielou de 0,72 à Savè en zone de transition soudano-guinéenne béninoise, [35] conclut que les conditions du milieu sont favorables à l'installation de nombreuses espèces, et que chacune des espèces est presque représentée par le même nombre d'individus. Mais dans la FC-TR, ce sont les savanes et surtout les forêts qui se rapprochent de cette situation.

En ce qui concerne les spectres biologiques, la prédominance des phanérophytes dans la FC-TR est conforme au climat tropical [36]. L'importance considérable des phanérophytes traduit les stratégies adaptatives des végétaux qui correspondent à la stratégie compétitive [37]. Selon [38] cité par [39], le pourcentage des phanérophytes se situe dans les limites de 80 à 90 % pour les forêts denses tropicales. Ce résultat est globalement assez semblable à celui obtenu dans les voisinages de la FC-TR ; mais, dans le fond, des nuances apparaissent au niveau des pourcentages. Ainsi, à la même latitude et plus à l'ouest dans la forêt classée de l'Alibori supérieur, et plus précisément dans l'arrondissement de Bagou, [30] note que les phanérophytes sont les plus abondantes (57,33 %) et les plus dominantes (92,5 %) suivies des thérophytes (21 % et 7 %). Pour [8], les Thérophytes sont la forme de vie la plus abondante (43,9 %) et dominante (49,2 %) des parcours naturels au Nord-Est du Bénin (Borgou,-Alibori) ; les Hémicryptophytes sont la seconde forme de vie dominante (33,7 %) et les phanérophytes la seconde forme de vie la plus abondante (23,3 %). Dans la chaîne de l'Atacora, [29] constate que les Phanérophytes (39,4 %) et les Thérophytes (35,6 %) sont les formes biologiques dominantes. Mais ces pourcentages de phanérophytes sont bien inférieurs à ceux trouvés par [40] à propos de la végétation de l'île Loufézou à Brazzaville où l'analyse quantitative des types biologiques montre que les

phanérophytes (66 %) sont le type dominant de la florule, largement devant les Géophytes (11,5 %), les Chaméphytes (9 %) et les Thérophytes (9 %). Par ailleurs, [41] souligne que, du point de vue physiologique (spectres pondérés), les phanérophytes et les thérophytes dominent la plupart des groupements dans le sud-est du Burkina Faso, à la même latitude du parc de la Pendjari. Il en conclut que la dominance et l'abondance des thérophytes se justifient par l'état de perturbation des végétations et que l'importance notable des hémicryptophytes est caractéristique des végétations post-culturelles. Selon [42] cité par [43], le recouvrement élevé des thérophytes est un indicateur de dégradation au sein des groupements végétaux. D'autre part la très faible proportion des Hémicryptophytes dans les groupements végétaux est un indicateur de l'extension de la zone sahélienne vers la région soudanienne [30]. Pour les spectres phytogéographique, les pourcentages restent toutefois un peu en-deçà, mais pas très éloignés des moyennes de la flore globale africaine citée par [2] et dominée par les espèces Soudano-zambéziennes avec 40,45 % de spectre brut, suivies des espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (24,32 %) et des espèces Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes (21,62 %).

A l'échelle régionale, la dominance des espèces GC-SZ et l'abondance des espèces SZ dans l'ensemble des biotopes inventoriés dans la localité de Ferkessedougou (Nord Côte d'Ivoire) confirment l'appartenance de cette zone ivoirienne à la savane soudanienne [27] ; et selon les travaux de [30], les espèces de l'élément base soudanien sont les plus abondantes et dominantes (25,74 % et 75,72 %) dans les groupements identifiés à l'exception de quelques groupements où les espèces pantropicales et soudano-zambéziennes sont les plus abondantes. Autrement, la prépondérance des espèces de l'élément base soudanien atteste la stabilité floristique de la réserve et sa grande affinité avec la zone soudanienne malgré la grande variabilité d'espèces herbacées d'une saison à une autre [41]. Une forte proportion d'espèces à large répartition peut être un indice de dégradation [44]. Étant données ces considérations, l'est de la FC-TR connaît un climat sud soudanien à nord soudanien sous très faible influence du climat sahélien. Par ailleurs, les espèces de l'élément-base soudanien majoritaires sont très importantes dans les processus de reconstitution de la flore [45]. Du point de vue structural, la densité de peuplement, la surface terrière et le nombre de régénérations par groupement sont les paramètres considérés. La densité de peuplement en ligneux supérieurs (d.b.h. ≥ 10 cm) évolue en moyenne du simple au double, lorsqu'on passe d'un groupement à celui immédiatement plus dense : champ (53,70 individus à l'hectare), jachères (109,26 ind/ha), savanes (208,89 ; 251,28 et 270,90 ind/ha), forêts claires (397,53 ind/ha) et forêts denses sèches (845,45 ind/ha) ou galeries (935,71 ind/ha). Ces valeurs de densité des savanes et forêts de la FC-TR

restent inférieures à la moyenne de 2026 ind/ha trouvée par [46] dans le Chantier d'Aménagement Forestier de la forêt de Nazinon au Burkina Faso. Pour [47], la densité moyenne des ligneux dans les savanes tchadiennes a été de 1248 individus adultes à l'hectare. Ces moyennes sont au moins trois fois plus élevées que celles des forêts claires et savanes de la FC-TR. Ayant dénombré en moyenne 413 individus sur relevé hectare dans la forêt classée du Scio en Côte d'Ivoire, [48] affirme que sur l'ensemble des régions tropicales, ces valeurs sont très variables à l'exception des études réalisées à Madagascar où la moyenne (604 ind/ha) est systématiquement supérieure. Alors qu'ils ont obtenu les densités moyennes de 169,4 arbres/ha en savane et 146,6 arbres/ha en forêt dans les forêts classées de Wari-Marou et de l'Ouémé Supérieur en zone soudanienne, [49] expliquent que les écarts avec les chiffres précédemment obtenus par d'autres auteurs dans les mêmes forêts peuvent être dus, en partie, aux méthodes d'inventaire utilisées et aussi au fait que les peuplements inventoriés ne sont pas exactement les mêmes. Non seulement la densité de peuplement surtout dans les jachères et savanes, mais aussi le diamètre de plus en plus important des ligneux dans les forêts expliquent cette évolution de la surface terrière. Les faibles valeurs de surface terrière obtenues dans les jachères peuvent s'expliquer par une utilisation fréquente des terres du fait de la population croissante et par le fait que l'agriculteur n'épargne que les espèces qu'il juge utiles [34]. Selon [50] cité par [51], considérant un d.b.h. ≥ 10 cm, la surface terrière moyenne des forêts tropicales africaines est de l'ordre de 30-35 m²/ha. Mais les forêts denses sèches (42,55m²/ha) et galeries (46,45 m²/ha) de la FC-TR affichent des chiffres de surface terrière supérieurs de cette fourchette, tandis que les moyennes de surface terrière dans les savanes et forêts claires du secteur d'étude sont comprises entre 3,36 et 11, 58m²/ha. Exception faite des groupements des champs (146 tiges/ha), la régénération est assurée dans le reste des groupements avec des pics pour ceux des savanes arborées (2435 tiges/ha), des forêts denses sèches (2439 tiges/ha) et galeries (2096 tiges/ha). Parallèlement, la surface terrière a progressivement augmenté à cause non seulement de la densité de peuplement surtout dans les jachères et savanes, mais aussi avec le diamètre de plus en plus important des ligneux dans les forêts.

V - CONCLUSION

Sur les 136 placeaux inventoriés dans l'est de la FC-TR, 345 espèces herbacées et ligneuses y ont été recensées ; avec précision sur des paramètres tels que le taux de recouvrement, l'abondance dominance selon la méthode Braun-Blanquet (1932), la hauteur des formations, les diamètres à hauteur de poitrine (dbh) de plus de 10 cm, les effectifs de ligneux à dbh inférieur à 10 cm sont les données recueillies. L'analyse de ces données de terrain a révélé plusieurs constats à propos de la diversité en espèces et en familles dans la FC-TR :

- Huit groupements végétaux ont été identifiés et le nombre moyen d'espèces par relevé est resté assez constante quel que soit le groupement, comparativement à 2006 : des 345 espèces recensées, en moyenne 131 sont enregistrées dans le groupement des champs, 140 dans le groupement des jachères, 135 dans chacun des trois groupements des savanes, 115 et 117 respectivement dans le groupement des forêts claires et celui des forêts denses sèches, enfin 99 espèces dans le groupement des forêts galeries.
- Les indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou restent assez faibles dans les groupements des champs ($1,08 \pm 0,25$ bits et $0,24 \pm 0,05$) et jachères ($1,67 \pm 0,41$ bits et $0,35 \pm 0,08$). Ils sont plus élevés avec une meilleure répartition des ressources du sol dans les savanes arbustives ($2,60 \pm 0,16$ bits et $0,54 \pm 0,08$), les savanes arborées ($3,21 \pm 0,18$ bits et $0,60 \pm 0,03$), les savanes boisées ($3,05 \pm 0,19$ bits et $0,60 \pm 0,03$) ainsi que les groupements des forêts claires ($3,13 \pm 0,26$ bits et $0,56 \pm 0,04$), de forêts denses sèches ($2,80 \pm 0,22$ et $0,60 \pm 0,06$) et de forêts galeries ($2,68 \pm 0,14$ bits et $0,62 \pm 0,04$).
- La densité des ligneux à $\text{dbh} \geq 10$ cm reste très élevée dans les classes intermédiaires ; alors que plus de 73 % des individus ligneux recensés sont juvéniles avec des $\text{dbh} < 10$ cm.
- Chacun des huit groupements compte entre 43 et 45 familles. *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Leg.-Caesalpinioideae*, *Leg.-Mimosoideae*, *Leg.-Papilionoideae*, *Poaceae* et *Rubiaceae* sont les familles les plus diversifiées, les plus abondantes et les plus fréquentes d'un groupement à l'autre, à l'exception du groupement des champs dominé par les cultures.
- Dans chacun des huit groupements identifiés, 40 % à 59 % des familles sont monospécifiques.
- A l'exception du groupement des champs où les thérophytes sont plus dominant (le spectre pondéré), les phanérophytes (microphanérophytes et méso-phanérophytes en particulier) sont les formes de vie largement répandues avec leurs pourcentages évoluant de 55 % à 95 % quand on passe du groupement des jachères à ceux des savanes, puis des forêts.
- En dehors du groupement des champs dont le spectre pondéré affiche 35,51 %, pour les espèces de l'élément-base (S, SG et SZ), dans les groupements des jachères, savanes et forêts claires, leurs proportions culminent entre 72 % et 89 % avant de légèrement baisser entre 64 % et 70 % dans les forêts denses sèches et galeries.

La comparaison de ces résultats à celles de 2006 permet de dégager un certain nombre de conclusions :

- Dans les groupements des champs et jachères le quasi doublement des indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou traduit un gain de diversité

aussi bien en espèces qu'en familles, et une amélioration de la répartition des espèces.

- Dans les groupements savanicoles et forestières, l'augmentation des indices de diversité reste assez faible dans l'ensemble ; ce qui explique une situation en nombre d'espèces et de familles quasi identique à celle de 2006.
- Dans les groupements des forêts, l'augmentation des indices de Shannon et de l'équitabilité de Pielou justifie des formations plus diversifiées en espèces et en familles, avec une meilleure répartition des espèces.
- Par rapport à 2006, on enregistre une réduction de la surface terrière surtout dans les groupements des champs et jachères et aussi dans les savanes ; alors que la surface terrière reste plus ou moins stable dans les groupements des forêts.

RÉFÉRENCES

- [1] - FAO et PNUE, *La situation des forêts du monde 2020. Forêts, biodiversité et activité humaine*, Rome, (2020) 223 p.
- [2] - K. A. K. KAOU, O. L. MANZO, I. D. GUIMBO, S. KARIM, R. HABOU, R. PAUL, « Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. » *Journal of Applied Biosciences*, 120 (2017) 12053 - 12066
- [3] - PNUE-WCMC, *L'État de la Biodiversité en Afrique : Examen à mi-parcours des progrès réalisés vers l'atteinte des Objectifs d'Aichi*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK, (2016) 112 p.
- [4] - F. C. AHONONGA, G. N. GOUWAKINNOU, S. S. H. BIAOU, S. BIAOU, « Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. » *Bois et Forêts des Tropiques*, 346 (2020) 35 - 50
- [5] - M. TCHIWANOU, *Plan forestier national du Bénin*, (2001)
- [6] - CES (4e mandature), *La déforestation au Bénin : enjeux et perspectives*. Rapport d'étude. Commission du Développement Rural et de l'Environnement, (2011)
- [7] - World Bank Group, *Note sur les forêts du Bénin*. World Bank Publications, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA ; courriel : pubrights@worldbank.org., (2020)
- [8] - J. DJENONTIN, *Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin*. Thèse de doctorat, Université de Abomey-Calavi, (2010) 275 p.
- [9] - M. LEROY, G. DERROIRE, J. VENDE et T. LEMENAGER, *La gestion durable des forêts tropicales : De l'analyse critique du concept à l'évaluation environnementale des dispositifs de gestion*. Collection A Savoir 18, / Agence Française de développement, ©AFD, (2013) 240 p.

- [10] - FAO, La situation des forêts du monde : Les forêts au service du développement durable, Rome, (2018) 158 p.
- [11] - COP15, 15e Conférence des Parties de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, achevée vendredi 20 mai 2022 à Abidjan en Côte-d'Ivoire, *Discours de clôture de SEM Patrick Achi premier ministre, chef du gouvernement*
- [12] - D. MARAGE, Déterminisme, dynamique et modélisation spatiale de la diversité floristique dans un contexte de déprise pastorale. Application à la gestion durable des espaces montagnards sous influence méditerranéenne. Thèse de doctorat, Cemagref / Inra, France, (2004) 236 p. + Annexes
- [13] - M. DOURMA, K. BATAWILA, A. K. GUELLY, R. BELLEFONTAINE, B. de FOUCAULT & K. AKPAGANA, « La flore des forêts claires à *Isobertia spp.* en zone soudanienne au Togo Titre courant : Flore des forêts claires à *Isobertia* » *Acta Botanica Gallica*, 159, 4 (2012) 395 - 409
- [14] - D. MARAGE, La forêt dans tous ses états : de la conservation à l'évaluation territoriale Volume 1 Œuvre scientifique inédite. Géographie. Université Paris1-Panthéon-Sorbonne, (2018) 323 p.
- [15] - MEPN, Réalisation de l'étude de référence sur la diversité biologique des massifs forestiers des Trois Rivières, de Sota, de Goungoun, de Dogo-kétou, de l'Ouémé supérieur-N'Dali. Rapport Final, Réalisé par le Centre de Recherche pour la Gestion de la Biodiversité et du Terroir (CeRGeT - ONG), (2011) 139 p.
- [16] - JAFTA, Etude sur la cartographie, l'inventaire et la gestion des forêts classées dans la zone nord du Bénin. Projet du Rapport Final, DFRN, MDR, Cotonou, Bénin, (2000) 271 p.
- [17] - G. ESCOUROU, *Climat et Environnement. Les facteurs locaux du climat*. Masson, Paris, (1981) 172 p.
- [18] - N. ANGLES d'ORTOLI et S. TORNE-CELER, « Analyse du Système Agraire de Villages Riverains à la Forêt Classée des Trois Rivières (Nord Bénin) en vue de l'Elaboration d'un Plan d'Aménagement Participatif. » *PROJET ARBORAL : Les Hommes et la forêt.*, (1999) 181 p.
- [19] - G. MONTCHO, Etude phytoécologique de la forêt classée des trois rivières au nord du Bénin : secteur à l'Est de l'axe Bessassi-Monrou. Mémoire de DEA, Ecole doctorale pluridisciplinaire de la FLASH. Calavi, (2006) 120 p.
- [20] - J. BRAUN-BLANQUET, *Plant sociology - The study of plant communities* - translated revised and edited by Fuller G. D. and Conard. H. S., (1932) 439 p.
- [21] - C. RAUNKIAER, The life forms of plants and statistical plant geography, Clarendon presse, Oxford, (1934) 632 p.

- [22] - F. WHITE, La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Unesco/AETFAT/UNSO traduit de l'anglais par P. Bamps Jardin botanique national de Belgique. Orstom – Unesco, (1986) 391 p.
- [23] - R. DAJOZ, *Précis d'écologie*. Bordas, Paris, France, (1985) 504 p.
- [24] - O. N. GNING, Caractéristiques des ligneux fourragers dans les parcours communautaires de Khossanto (Kédougou, Sénégal Oriental). Mémoire de DEA en Biologie végétale, UCAD, (2008) 78 p.
- [25] - D. NGOM, T. FALL, O. SARR, S. DIATTA et L. E. AKPO, « Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal) ». *Journal of Applied Biosciences*, 65 (2013) 5008 - 5023
- [26] - S. T. B. AHOUANDJINO, H. YEDOMONHAN, M. G. TOSSOU, A. C. ADOMOU, A. AKOEGNINO, « Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudano-guinéenne (Centre-Bénin). » *European Scientific Journal*, Vol. 13, N°12 (April 2017) 24 p.
- [27] - Y. I. MOUMOUNI, I. TOKO IMOROU and A. D. MOUSSA, « Caractérisation de la Dégradation à Travers la Diversité Floristique et la Structure de la Végétation dans le Bassin Moyen de la Sota au Nord-Bénin » *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. © *International Journals of Sciences and High Technologies* <http://ijpsat.ijsh-t-journals.org>, Vol. 18 N° 1 (December 2019) 53 - 70
- [28] - M. OUMOROU, « Caractéristiques écologiques et phytosociologiques des galeries forestières de la Réserve de biosphère de la Pendjari (nord-ouest du Bénin). » *Acta Botanica Gallica*, 158, 1 (2011) 125 - 139
- [29] - K. WALA, « La végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain », *Acta Botanica Gallica*, 157, 4 (2010) 793 - 796
- [30] - Y. I. MOUMOUNI, O. AROUNA, S. ZAKARI, « Diversité floristique et structure des formations végétales dans le district phytogéographique du Borgou-nord au Bénin (secteur de l'arrondissement de Bagou). » *Notes Scientifiques, Homme et Société*, Faculté des Sciences de l'Homme et de la Société, Université de Lomé, (2017) 63 - 80
- [31] - Y. A. WOEGAN, « Diversité des formations végétales ligneuses du Parc national de Fazao - Malfakassa et de la réserve d'Aledjo (Togo) », *Acta Botanica Gallica*, 158, 3 (2011) 445 - 449
- [32] - D. H. N'DA, C. Y. A. YAO, E. N. KOUAKOU, K. MOUSSA et C. S. YAO, « Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. » *Afrique SCIENCE*, 04 (3) (2008) 552 - 579

- [33] - H. BREMAN et N. de RIDDER, *Manuel sur les Pâturages des Pays Sahéliens*. Karthala, ACCT, (1991) 485 p.
- [34] - B. SOUNON BOUKO, B. SINSIN & B. GOURA SOULE, « Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin. » *TROPICULTURA*, 25, 4 (2007) 221 - 227
- [35] - L. MOUSSA, I. YABI et I. TOKO IMOROU, « Diversité floristique et usages des ligneux le long des couloirs de transhumance dans la commune de Savè au centre Bénin. » *European Scientific Journal January*, Vol. 13, N°2 (2017)
- [36] - J. E. VIDAL, Types biologiques dans la végétation forestière du Laos. *Bulletin de la Société Botanique de France* 113 : sup2, (1966) 197 - 203
- [37] - T. MASHARABU, N. NORET, J. LEJOLY, M. J. BIGENDAKO & J. BOGAERT, « Etude comparative des paramètres floristiques du Parc National de la Ruvubu, Burundi. » *Geo-Eco-Trop.*, 34 (2010) 29 - 44
- [38] - G. MANGENOT, « Etude sur les forêts des plaines et plateaux de Côte d'Ivoire. » *Etudes Eburnéennes*, IFAN, 4 (1955) 5 - 61
- [39] - G. J. DJEGO, M. OUMOROU, B. S. ADJAHOSSOU, S. DJEGO et B. SINSIN, « Modifications climatiques du sous-bois induites par les plantations d'essences exotiques : quel impact sur la diversité floristique locale ? » *Annales des Sciences Agronomiques*. DOI : 10.431/asab.v14i2. 67364, (2010) 18 p.
- [40] - E. S. MIABANGANA & C. L. AYINGWEU, « Analyse floristique et phytogéographique de la végétation de l'île Loufézou à Brazzaville (République du Congo). » *Geo-Eco-Trop* 39, 1 (2015) 55 - 66
- [41] - E. MBAYNGONE, Flore et végétation de la réserve partielle de faune de Pama, sud-est du Burkina Faso, Thèse de doctorat de l'université de Ouagadougou, (2008) 181 p.
- [42] - A. F. AZIHO, Influence de l'éléphant (*Loxodonta africana*) sur la structure des formations végétales et la disponibilité des espèces végétales appréciées par d'autres herbivores dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin, Thèse d'ingénieur agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, (2008) 84 p.
- [43] - S. O. N. FOLAHAN, F. DISSOU ESSE, G. S. AKOUEHOU, B. A. H. TENTE et M. BOKO, « Ecologie et structure des groupements végétaux des écosystèmes de la Lama au Sud-Bénin. » *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (1) (February 2018) 322 - 340
- [44] - O. M. M. A. ADINGRA, J. N'DJA KASSI, O. D. YONGO, « Analyse systématique et phytogéographique de la forêt classée de la Bamo (Côte d'Ivoire). » *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 23, (2014) 3626 - 3636

- [45] - M. SARR, A. A. CAMARA¹, J. DIOUF, A. SARR, M. S. MBAYE, N. KANDIOURA, « Étude de la flore ligneuse dans les zones d'exploitation minière de la commune de Sabodala (Kédougou, Sénégal) » *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 9 (2) (Juin 2021) 251 - 258
- [46] - L. SAWADOGO, Etat de la biodiversité et la de production des ligneux du Chantier d'Aménagement Forestier du NAZINON après une vingtaine d'années de pratiques d'aménagement, Publié par *Center for International Forestry Research* : 06 BP 9478 Ouagadougou 06, Burkina Faso Tél. : +226-5030-4742 ; Fax. : +226-5030-2930, (2008) 937 - 979
- [47] - B. A. BECHIR et C. KABORE-ZOUNGRANA, « Fourrages ligneux des savanes du Tchad : Etat actuel des peuplements et utilisation pastorale ». *Cameroon Journal of Experimental Biology*, Vol. 8, N°1 (2012) 35 - 46
- [48] - L. NUSBAUMER, Structure et composition floristique de la Forêt Classée du Scio (Côte d'Ivoire). Etude descriptive et comparative. Université de Genève, (2003) 153 p.
- [49] - R. L. GLELE KAKAÏ, B. SINSIN et R. PALM, « Etude dendrométrique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. Des formations naturelles de la zone soudanienne au Bénin. » *Agronomie Africaine*, 20 (3) (2008) 245 - 255
- [50] - J. L. DOUCET, L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre Gabon, Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, (2003) 323 p.
- [51] - A. C. AMANI, K. H. MILENGE, J. LISINGO & H. NSHIMBA, « Analyse floristique et impact du déterminisme édaphique sur l'organisation de la végétation dans les forêts de l'île Kongolo (R. D. Congo). » *Geo-Eco-Trop.*, 37, 2 (2013) 255 - 272