

# *Diversité Floristique, Structure et Etat de la Flore des Forêts Galeries de la Zone de Confluence du Fleuve Ouémé et de la Rivière Okpara au Centre Bénin*

Loukmane MOUSSA\* <sup>1,2</sup>, Tchaa Boukpassi <sup>2</sup>, Ismaïla Toko Imorou <sup>1</sup>, Ibouaïma Yabi <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de cartographie

<sup>2</sup> Laboratoire de Recherches biogéographiques et d'études environnementales

<sup>3</sup> Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Ecosystème et Développement »



**Résumé** – Sur la base de 171 relevés phytosociologiques, la diversité floristique des forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara a été étudiée. Les inventaires ont permis de recenser 302 espèces, dont 132 ligneux et 170 herbacés. La classification hiérarchique sur la base de présence absence à l'aide du logiciel CAP version 2.0 a permis d'individualiser cinq (5) groupements végétaux. Les espèces caractéristiques pour chaque groupement sont successivement : *Acacia polyacantha* et *Ageratum conyzoides*, *Acacia macrostachya*, et *Abrus precatorius*, *Acalypha ciliata*, et *Amorphophallus baumannii*, *Albizia glaberrima*, et *Aeschynomene lateritia*, et enfin *Azelia africana*, et *Antidesma venosum*. La richesse spécifique varie de 60 à 177 espèces d'un groupement à un autre. L'indice de diversité de Shannon moyen est  $1,87 \pm 0,74$ , quant à l'indice moyen d'équitabilité de Pielou, il est évalué à  $0,78 \pm 0,21$ . L'indice de Simpson est  $0,37 \pm 0,24$ . Le nombre d'espèces moyen par relevé varie de  $8 \pm 3$  à  $17 \pm 7$  espèces. La moyenne des familles par relevé varie de  $7 \pm 3$  à  $13 \pm 4$  d'un relevé à un autre, les familles les plus représentées sont successivement les Combretaceae (14,13 %) suivies des Rubiaceae (12,59 %), les autres familles sont en de faibles proportions (inférieures à 10 %). Les genres les plus représentés sont les Anogeissus (10,67 %) suivi des *Mitragyna* korth. (9,03 %). L'indice moyen de Hill est  $0,63 \pm 0,68$ , la densité moyenne est  $236,22 \pm 136,51$  individus/ha. La surface terrière moyenne est évaluée à  $10,23 \pm 7,49$  m<sup>2</sup>/ha. La valeur moyenne de la circonférence des arbres est  $71,49 \pm 23,49$  cm tandis que la hauteur moyenne est  $13,51 \pm 4,72$  m. La vérification sur la liste rouge de UICN a permis de constater que 4 % (12 espèces) des espèces ont des états préoccupants (vulnérable et en danger).

**Mots Clés** – Ouémé Okpara, Diversité Floristique, Espèces Caractéristiques, Indice De Diversités.

## I. INTRODUCTION

Les événements climatiques actuels prouvent que la survie des humains dépend surtout de la préservation de l'héritage du monde végétal. En effet, les forêts jouent un rôle capital pour la population mondiale sur les plans économique, écologique, environnemental, social et culturel (Previl, 2020, p 63). Les forêts les plus riches en espèces (biodiversité), se trouvent dans les forêts tropicales humides d'Afrique (Mille, 2015, p 359). En Afrique de l'Ouest, le bloc de forêt tropicale humide est interrompu entre le sud-est du Ghana et le sud-ouest du Nigeria (Dahomey-gap ou écart de Dahomey). Néanmoins, dans ce couloir au niveau du Bénin subsiste

encore quelques forêts galeries qui sont d'étroites bandes de forêts traversées par des cours d'eau et généralement entourées d'une végétation de savane. (Solefack, 2018, p 147). Elles jouent un rôle de protection de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines qui les traversent (Krika, 2014 p 16). Les forêts galeries constituent également une source de produits forestiers non ligneux d'une valeur sociale, économique et culturelle pour les communautés riveraines. Malgré ces multiples utilités pour les populations, les forêts galeries subissent une déforestation intense et des altérations de leur habitat intérieur, conséquences du développement exponentiel des activités humaines (Solefack, 2018 p. 148). Ainsi, les forêts galeries jadis considérées

comme des terres marginales, sont prises d'assaut par les populations locales et elles sont soumises aux systèmes traditionnels d'utilisations des terres qui se résument en la culture itinérante sur brulis, le pâturage extensif de bétail, la collecte de bois de feu, la production du charbon de bois, l'exploitation forestière commerciale, la récolte de produits forestiers non ligneux et les établissements humains (Orekan, 2007; Nacoulma et al., 2012 p. 135). Ce système traditionnel d'utilisation des terres a abouti à la fragmentation des forêts galeries et induit la perte de la diversité floristique. Les forêts galeries du secteur d'étude étant soumises aux utilisations citer ci-dessus, quelle est le niveau de menace qui pèsent sur sa diversité floristique, quelle est sa structure actuelle résultant des différentes utilisations. Telles sont les questions que tente de répondre ce travail de recherche. Les réponses à ces préoccupations sont les conditions préalables indispensables pour une gestion durable de ses forêts galeries. Aussi avec l'avènement des changements climatiques, les travaux sur le niveau de diversité des écosystèmes particulière tels que les forêts galeries permettent d'attirer l'attention des décideurs sur les décisions idoines pour éviter les cas extrêmes d'extinction de la diversité biologiques dont l'importance vital pour l'humanité est mise en exergue.

Le matériel et les méthodes, les résultats et la discussion constituent les principales sections du présent article.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Milieu d'étude

La recherche a été conduite dans la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara (Figure 1). Située en milieux de transition soudano-guinéenne du Centre-Bénin (Saliou, 2015 p. 8), le secteur d'étude est constitué de granites porphyriques (300 à 500 m d'altitude) qui impriment au paysage un relief de pénéplaine cristalline légèrement inclinée vers le sud. On y identifie la vallée de la rivière Okpara à l'Est à environ 24 km du centre-ville de Savé et le fleuve Ouémé à l'ouest à environ 12 km du centre-ville. Au tour de ces élévations, on note des formations végétales saxicoles.

Il y a des sols Hydromorphe et les sols ferrugineux qui, elle est divisée en deux (2) variantes à savoir : Sols ferrugineux tropicaux appauvris peu ferruginisés et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sur embréchite.

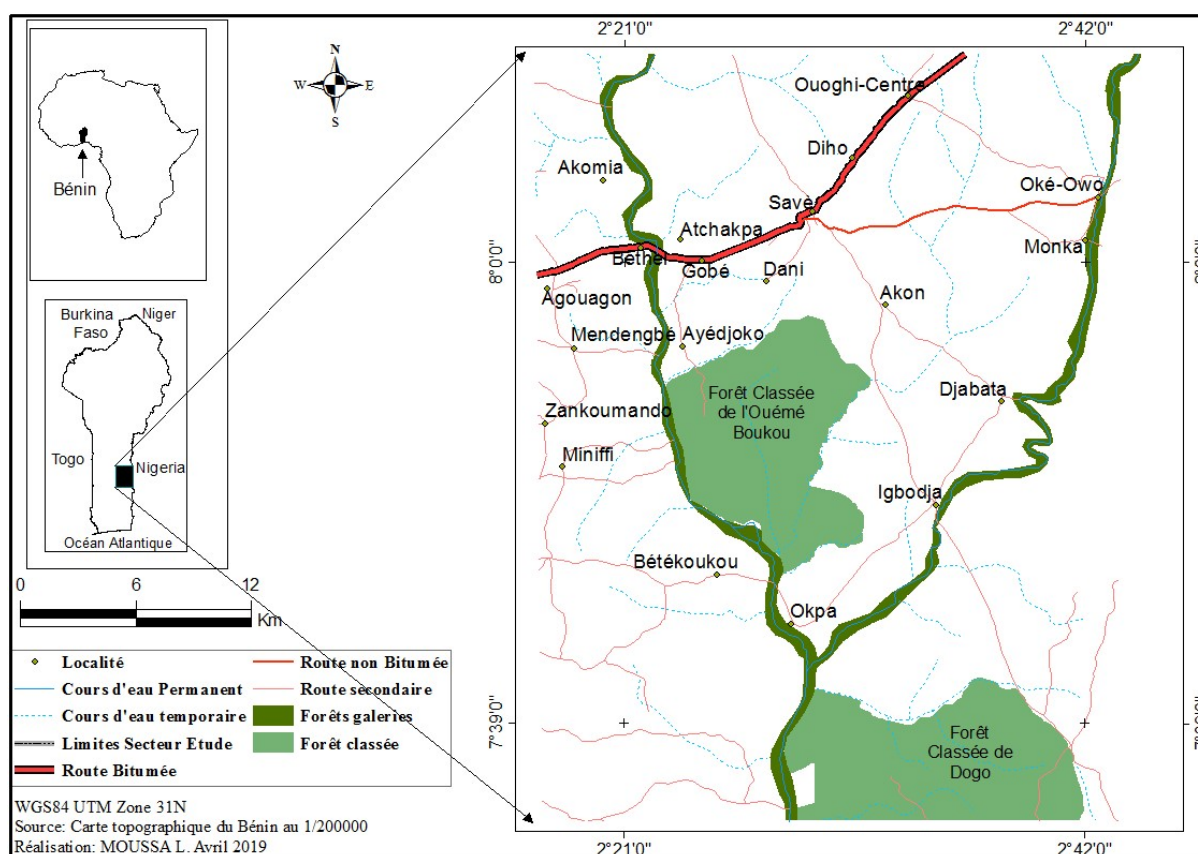


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Le secteur d'étude est situé entre 7°35' et 8°10' latitude nord d'une part et entre 2°17' et 03°45' longitude est d'autres part, On y distingue deux grandes saisons : une saison humide qui s'étale de la décade d'avril à fin septembre et une saison sèche qui s'étend de mi-octobre à début mars. Les températures maximales varient en moyenne entre 29° C en août et 36,7° C en février. Cette région est l'une des plus arrosées du pays. La moyenne interannuelle des précipitations est de 1100 mm sur une période de 30 ans (1980 – 2010). Les formations végétales notées sont les forêts galeries, les forêts claires et savanes boisées, les savanes arborées et arbustives les mosaïques de cultures et de jachères et les savanes saxicoles. (Edea, 2018, p. 132) La Commune de Savè (où est inscrit le secteur d'étude) compte 87177 habitants en 2013 (INSAE, 2013 p. 38) ce qui fait d'elle, l'une des communes les moins peuplées du pays et constituent un attrait des colons agricoles et des transhumants. Les principales activités sont le commerce du charbon de bois, l'agriculture et l'artisanat.

## **2.2 Méthodes**

### **2.2.1 Choix et tailles des placettes**

La méthode d'échantillonnage aléatoire simple a été adoptée. Ainsi de l'amont vers l'aval de chaque bras de cours d'eau au niveau de la zone de confluence, il a été installé systématiquement une aire de relevé à tous les 300 m plus ou moins selon l'accessibilité ou non du point équivalent à cette distance. Les coordonnées géographiques de 171 points ont été enregistrées dans un récepteur GPS (Global Position Système) avant d'aller sur le terrain pour les relevés. Sur le terrain chaque point a été repéré et ralié grâce au récepteur GPS à travers la fonction "GO TO". La taille des relevés a été déterminée en tenant compte des travaux effectués en milieu tropical par plusieurs auteurs (O. Arouna, 2012 p. 39, M. Ibrahim Mamadou, 2020, p. 404) qui ont utilisé des surfaces variantes entre 100 m<sup>2</sup> et 1000 m<sup>2</sup> selon les formations végétales et les strates. Deux (2) strates ont été prises en compte : la strate herbacée et la strate arborée. L'aire de relevé est de 100 m<sup>2</sup> pour la strate herbacée, et de 1000 m<sup>2</sup> pour les ligneux. Le nombre de placettes par formation végétale a été déterminé sur la base de l'étendue des formations végétales des forêts galeries. Les placettes sont disposées de façon perpendiculaire au cours d'eau le long des transects dans les forêts galeries afin de tenir compte de la préférence de certaines espèces aux types de sols et d'humidité qui peuvent être différents d'un bord du cours d'eau à l'autre. Au total, 171 placettes ont été installées à travers les formations végétales des forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara.

### **2.2.2 Méthode d'inventaire phytosociologique**

Au niveau de chaque placette, les espèces végétales ont été inventoriées et affectées de coefficients d'abondance – dominance, qui est l'expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce. Les coefficients de recouvrement moyen utilisés sont :

- 5 : espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé (RM = 87,5 %)
- 4 : espèce couvrant 50 à 75 % de la surface du relevé (RM = 62,5 %)
- 3 : espèce couvrant 25 à 50 % de la surface du relevé (RM = 37,5 %)
- 2 : espèce couvrant 5 à 25 % de la surface du relevé (RM = 15 %)
- 1 : espèce couvrant 1 à 5 % de la surface du relevé (RM = 3 %)
- + : espèce couvrant 0 à 1 % de la surface du relevé (RM = 0,5 %).

Les relevés ont été réalisés vers la fin de la saison pluvieuse ; c'est une période de floraison et de fructification des espèces, facilitant ainsi leurs distinctions sur le terrain. Pour chaque relevé, la situation topographique (versant, bas de versant, mi- versant, haut de versant ou sommet.), la texture du sol et le type de formation végétale ont été notés. La texture des sols est déterminée par la méthode de palpation manuel. La détermination des classes structurales des sols est faite suivant la classification de la FAO-ISRIC-ISSS (1998, p. 72). Pour cette étude, quatre classes sont prises en compte : sable, limon, argile et gravillon. La nomenclature utilisée pour les espèces récoltées est celle de S. M. Nshimba (2005, p. 73). Les types phytogéographiques des espèces sont établis à partir des subdivisions chorologiques de F. White (1983, p. 38). Les données dendrométriques ont concerné le nombre d'individus de chaque espèce, la circonférence des ligneux  $C \geq 30$  cm mesurée à 1,30 m au-dessus du sol et la hauteur des arbres de la strate arborescente.

### **2.2.3 Méthode de traitement des données phytosociologiques**

Le traitement des données phytosociologiques a consisté à individualiser les groupements végétaux à l'aide d'une classification hiérarchique, à déterminer les espèces caractéristiques des groupements végétaux, à évaluer les spectres biologiques et phytogéographiques et la diversité spécifique de chaque groupement végétal. L'individualisation des groupements végétaux a consisté à soumettre l'ensemble des relevés phytosociologiques à une classification hiérarchique en fonction de la présence-absence

des espèces à l'aide du logiciel PC ORD version 6. Le dendrogramme ainsi obtenu a permis d'individualiser les différents groupements végétaux. Ces groupements végétaux individualisés ont été analysés par le logiciel Indicator Species Analysis dans le souci de déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupement. La composition et la diversité floristiques ont été analysées à partir du nombre total de familles, de genres et d'espèces, de la richesse spécifique (R), de l'indice de diversité de Shannon (H) et de l'équitabilité de Pielou (E).

#### 2.4.1 Indice de diversité de Shannon

La diversité de Shannon (H) a permis de mesurer la diversité spécifique au niveau d'un plateau. Elle a été calculée à partir de la formule suivante :

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i$$

Avec  $P_i = n_i/N$  ;  $n_i$  = nombre d'individus / espèce ;  $N$  = nombre d'individus / plateau.

H varie en général de 0 à 5.

#### 2.4.2 Indice d'équitabilité de Pielou

L'équitabilité de Pielou ou régularité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective (H) et la diversité maximale théorique (Hmax).

$$E = H/H_{\max}$$

Avec  $H_{\max} = \log_2 R$  qui est la valeur théorique de la diversité maximale pouvant être atteinte dans chaque groupement et R le nombre d'espèces végétales recensées par plateau.

#### 2.4.3 Indice de Margalef

L'indice de Margalef (IMg) indique si la richesse spécifique d'un groupement est élevée ou non. Il est calculé par la formule suivante :  $IMg = (S-1) / \ln(N)$  Avec S le nombre d'espèces, ln le logarithme népérien et N le nombre d'individus.

### 2.5 Caractérisation de la structure de la végétation

#### 2.5.1 Structure en classe de circonférence

Les structures en circonférence sont en général des histogrammes construits à partir des fréquences relatives de classes de circonférence d'amplitude égale. Dans le souci d'une caractérisation détaillée des groupements végétaux, des

histogrammes basés sur la densité en tiges des différentes classes qui sont plus informatifs ont été préférés. Les densités observées sont calculées par classe de circonférence selon la formule suivante :

$$d_{obsi} = n_i / n_p S$$

où  $d_{obsi}$  = densité observée en arbres/ha de la classe i ;

$n_i$  = nombre d'arbres dénombrés pour la classe i ;

$n_p$  = nombre total de plateau considérés et

S = superficie d'un plateau en ha.

#### 2.5.3 Surface terrière moyenne

La surface terrière moyenne ( $G_i$ ) est la somme des sections des troncs des arbres à un niveau de référence (1,30 m du sol). Elle s'obtient à travers la formule suivante :

$$G = \sum \pi d^2 / 4 \text{ ou } G = \sum C^2 / 4\pi$$

Avec d = diamètre à 1,30 m au-dessous du sol ; C = circonférence à 1,30 m au-dessus du sol.

G s'exprime en  $m^2/ha$ .

### III. RÉSULTATS

#### 3.1 Typologie des groupements végétaux rencontrés

L'inventaire au sein de 171 plateaux a permis d'obtenir 302 espèces dont 132 espèces ligneuses et 170 espèces herbacées réparties en 190 genres et 71 familles. Ces relevés ont été soumis à une classification hiérarchique qui a permis d'obtenir le dendrogramme de la figure 2.

L'analyse du dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés a permis de distinguer 5 groupements végétaux à 25 % de dissemblance. Il s'agit du :

- groupement G1 à *Acacia campylacantha* et *Ageratum conyzoides* composé de 29 relevés
- groupement G2, à *Acacia macrostachya* et *Abrus precatorius* L. ; constitué de 55 relevés,
- groupement G3 à *Acalypha ciliata* et *Bombax buonopozense*; formé par 33 relevés.
- le groupement G4, à *Albizia glaberrima* et *Aeschynomene lateritia* est constitué de 22 relevés.
- le groupement G5, à *Azizelia africana* et *Cyperus esculentus* est Constitué de 31 relevés.

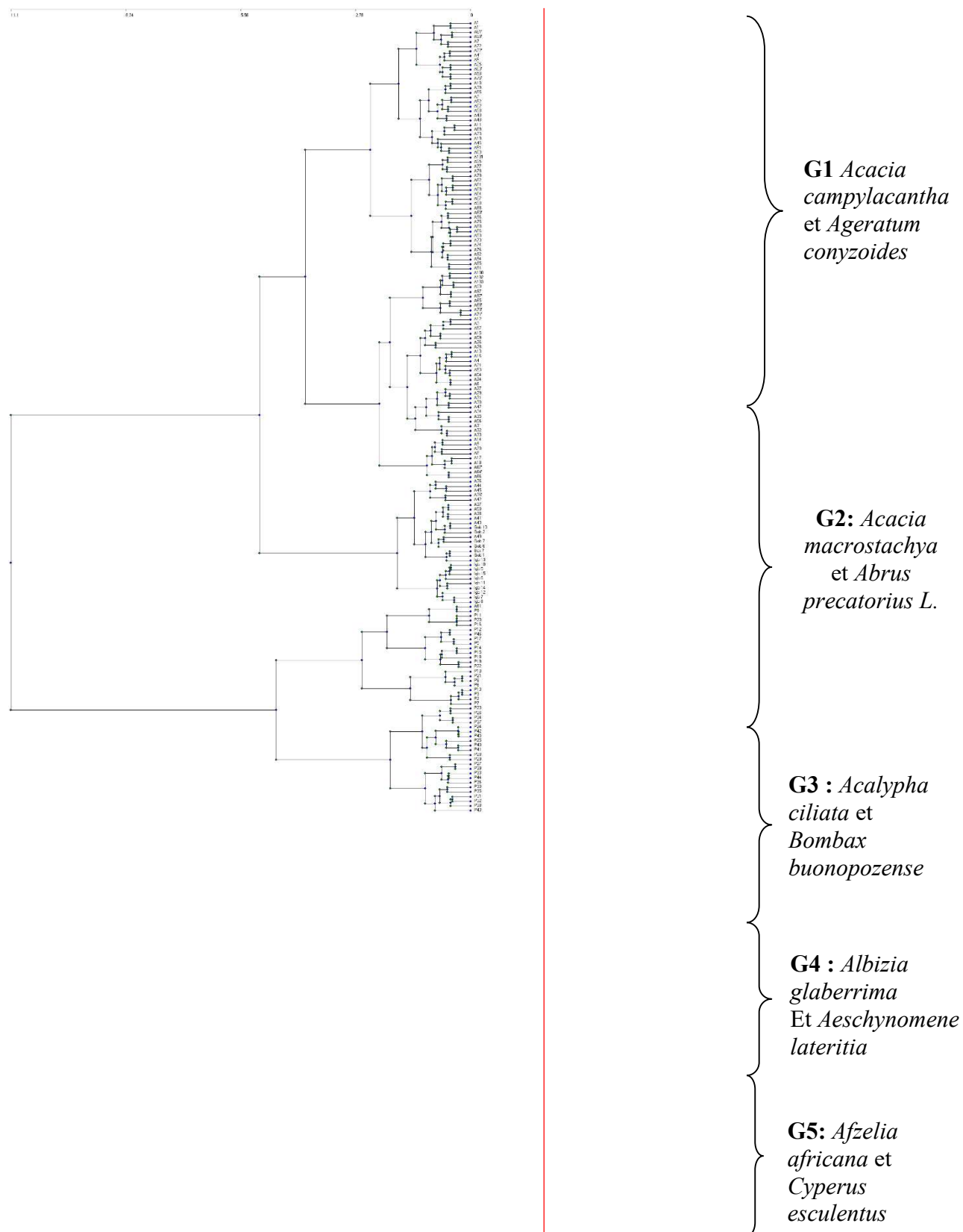


Figure 2 : Partition des relevés en groupements végétaux (Source : données de terrain, 2016)



### 3.2 Caractérisation des groupements végétaux

Les paramètres de diversités, structuraux et écologiques des différents groupements végétaux sont présentés dans les tableaux 1, 2 et 3

Tableau 1 : Paramètre de diversité

| Groupements | Paramètres de diversité |      |    |                 |            |                   |            |
|-------------|-------------------------|------|----|-----------------|------------|-------------------|------------|
|             | RT                      | Ge   | Fa | R moy. / Relevé |            | Fa moy. / Relevés |            |
|             |                         |      |    | m               | σ          | m                 | σ          |
| G1          | 125                     | 88   | 88 | 15              | 4          | 11                | 2          |
| G2          | 177                     | 123  | 40 | 17              | 7          | 13                | 4          |
| G3          | 158                     | 116  | 49 | 16              | 4          | 11                | 3          |
| G4          | 94                      | 82   | 42 | 11              | 7          | 9                 | 5          |
| G5          | 60                      | 55   | 31 | 8               | 3          | 7                 | 3          |
| Moyenne     | 122.8                   | 92.8 | 50 | 13.2214993      | 4.87648351 | 10.3894597        | 3.37020165 |

Tableau 2 : Paramètre structuraux ou dendrométriques

| Groupements | Paramètres dendrométriques |          |                        |          |         |          |       |          |
|-------------|----------------------------|----------|------------------------|----------|---------|----------|-------|----------|
|             | D (N/ha)                   |          | G (m <sup>2</sup> /ha) |          | Cg (cm) |          | H(m)  |          |
|             | m                          | $\sigma$ | m                      | $\sigma$ | m       | $\sigma$ | m     | $\sigma$ |
| G1          | 260.69                     | 170.15   | 7.19                   | 5.34     | 56.91   | 14.17    | 11.45 | 2.73     |
| G2          | 284.18                     | 186.69   | 10.29                  | 9.50     | 66.51   | 26.10    | 12.94 | 3.31     |
| G3          | 212.42                     | 108.43   | 6.94                   | 4.24     | 62.70   | 16.08    | 11.43 | 3.42     |
| G4          | 173.18                     | 116.68   | 11.57                  | 10.89    | 86.30   | 35.58    | 14.86 | 8.48     |
| G5          | 250.65                     | 100.63   | 15.16                  | 7.49     | 85.00   | 25.54    | 16.89 | 5.66     |
| Moyenne     | 236.22                     | 136.51   | 10.23                  | 7.49     | 71.49   | 23.49    | 13.51 | 4.72     |

Tableau 3 : paramètres écologiques

| Groupements | Paramètres écologiques |          |      |          |      |          |      |          |      |          |      |          |      |          |        |          |
|-------------|------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|--------|----------|
|             | H'                     |          | Hmax |          | E    |          | IMg  |          | D    |          | 1-D  |          | Hill |          | 1-Hill |          |
|             | m                      | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m    | $\sigma$ | m      | $\sigma$ |
| G1          | 1.46                   | 0.66     | 1.88 | 0.66     | 0.71 | 0.26     | 1.24 | 0.62     | 0.47 | 0.30     | 0.53 | 0.30     | 0.84 | 1.24     | 0.16   | 1.24     |
| G2          | 1.67                   | 0.88     | 2.03 | 0.86     | 0.73 | 0.31     | 1.43 | 0.83     | 0.40 | 0.27     | 0.60 | 0.27     | 0.60 | 0.49     | 0.39   | 0.49     |
| G3          | 1.80                   | 0.72     | 2.08 | 0.70     | 0.82 | 0.20     | 1.47 | 0.78     | 0.37 | 0.20     | 0.63 | 0.20     | 0.52 | 0.13     | 0.48   | 0.13     |
| G4          | 2.02                   | 0.68     | 2.54 | 0.67     | 0.79 | 0.17     | 1.97 | 0.85     | 0.33 | 0.25     | 0.67 | 0.25     | 0.78 | 1.40     | 0.13   | 1.40     |
| G5          | 2.39                   | 0.78     | 2.82 | 0.77     | 0.84 | 0.12     | 2.10 | 0.92     | 0.28 | 0.18     | 0.72 | 0.18     | 0.42 | 0.15     | 0.58   | 0.15     |
| Moyenne     | 1.87                   | 0.74     | 2.27 | 0.73     | 0.78 | 0.21     | 1.64 | 0.80     | 0.37 | 0.24     | 0.63 | 0.24     | 0.63 | 0.68     | 0.35   | 0.68     |

#### Légende :

G : Groupement ; RT : Richesse totale ; Ge : Genre ; Fa : Famille ; m : Moyenne ;  $\sigma$  : Ecart type ; R moy. : Richesse moyenne ; Fa moy : moyenne des familles ; D (N/ha) : Densité (Nombre d'arbres/hectare) ; G (m<sup>2</sup>/ha) : Surface terrière ; Cg (cm) : Circonférence moyenne (centimètre) ; H(m) : Hauteurs en mètre ; H' : Indice de diversité de Shannon ; Hmax : Valeur théorique de diversité maximale ; E : Indice d'équitabilité de Pielou ; IMg : Indice de Margalef ; D : Indice de Simpson.

Source : Données de terrain, septembre 2016

L'examen du tableau 1 indique que la richesse spécifique totale varie de 60 et 177 espèces d'un placeau à un autre.

Quant à l'indice de diversité de Shannon, il varie entre 1,46 bits et 2,39 bits. Alors que l'indice d'équitabilité de Pielou

varie de 0,71 à 0,84. Enfin, l'indice de diversité de Margalef évolue entre 1,24 et 2,10 traduisant ainsi une diversité globalement faible pour tous les groupements végétaux due à la forte pression humaine et aux conditions écologiques stationnelles.

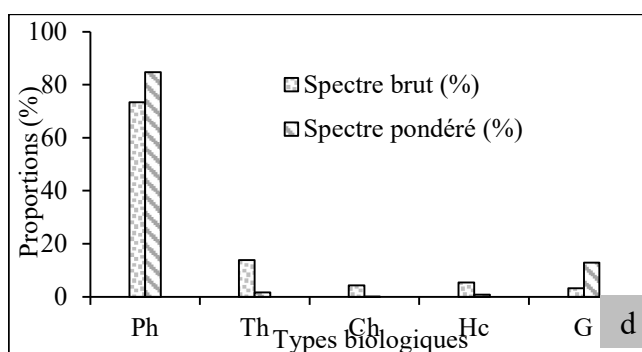
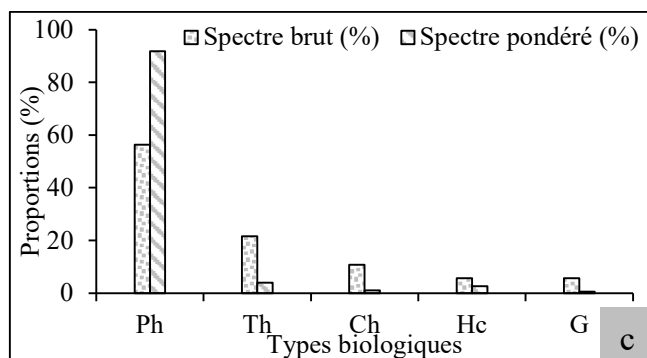
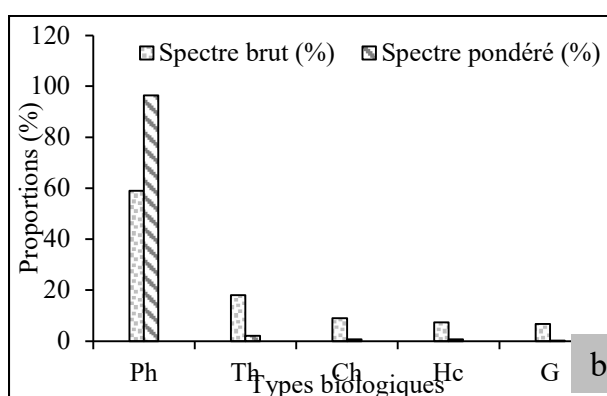
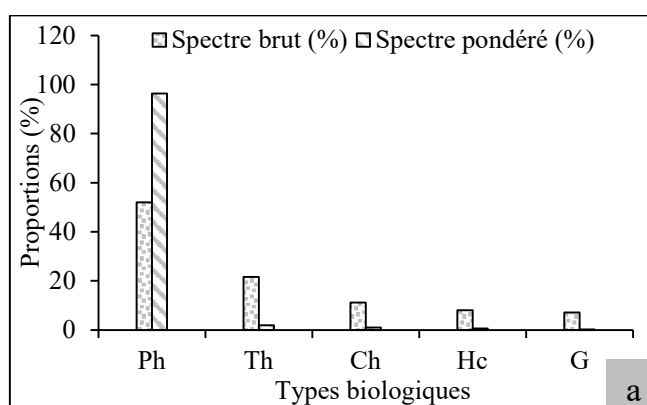
L'indice de Shannon indique une diversité variable d'un milieu à un autre à l'intérieur des forêts galeries, mais globalement faible à l'intérieur des forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara. Cela indique que les conditions du milieu de l'ensemble des forêts galeries ne sont pas favorables à l'installation de plusieurs espèces, le milieu n'est pas stable. Par contre les différentes

valeurs de l'équitabilité de piélou tendent vers 1. Alors les forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara présentent les conditions d'un peuplement équilibré, les espèces sont représentées par presque les mêmes nombres d'individus ou de recouvrement. Les individus des différentes espèces sont régulièrement répartis.

### 3.3 Spectres des types biologiques et phytogéographiques

#### 3.3.1 Spectres des types biologiques

Les figures 3a, 3b, 3c, 3d, et 3e présentent les spectres bruts et pondérés des types biologiques des différents groupements étudiés.



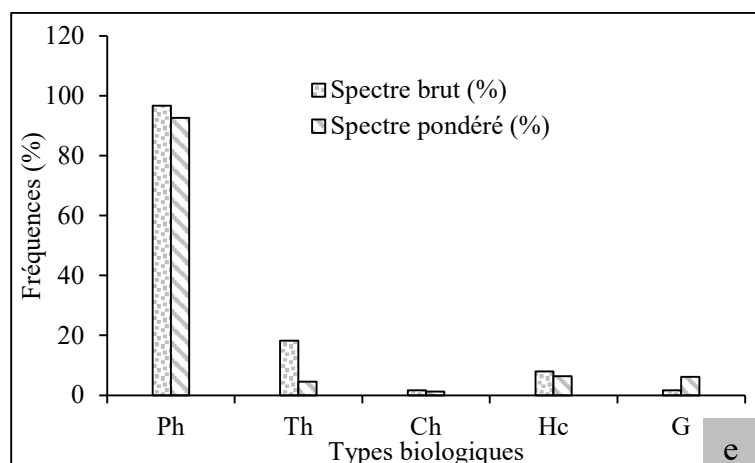
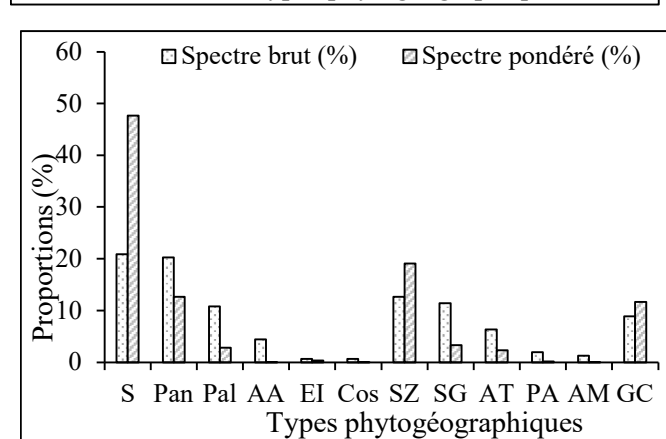
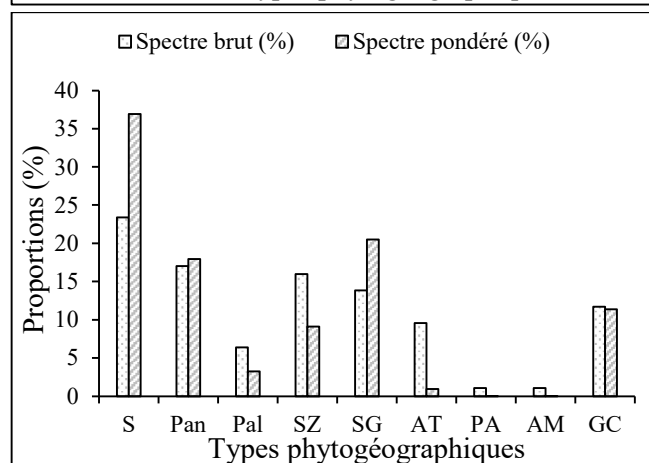
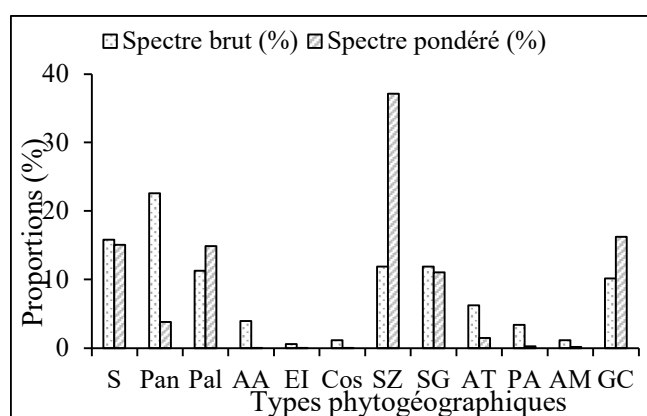
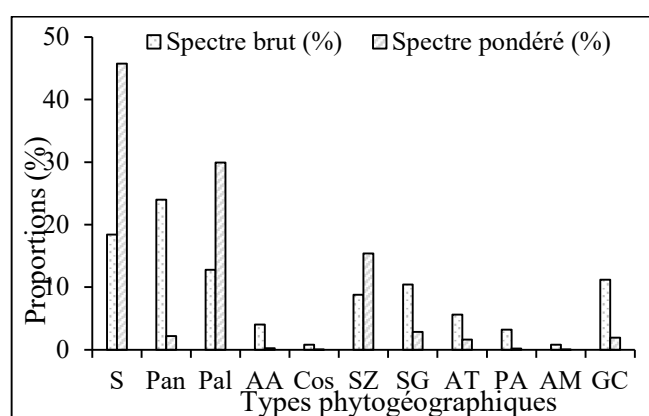


Figure 3 : Spectres bruts et pondérés des types biologiques

### 3.3.2 Spectre des types phytogéographiques





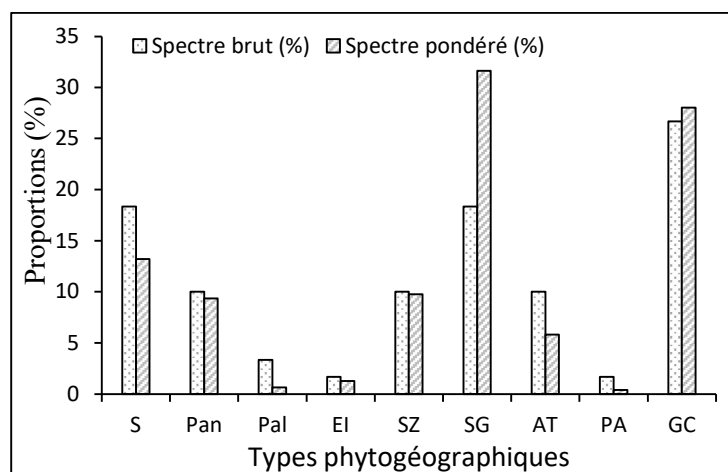
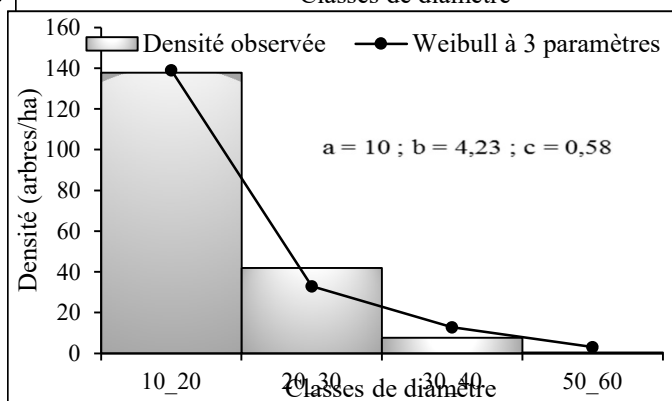
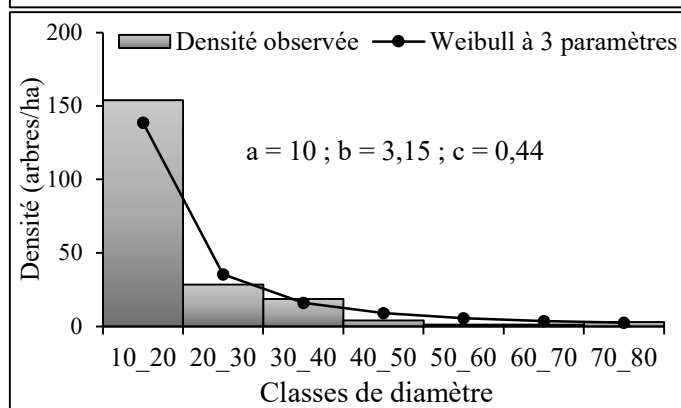
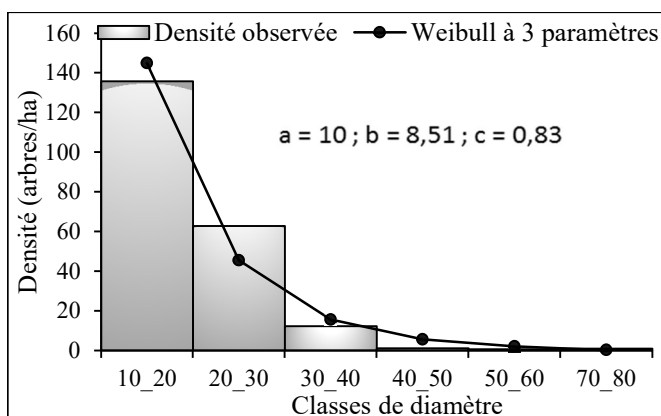
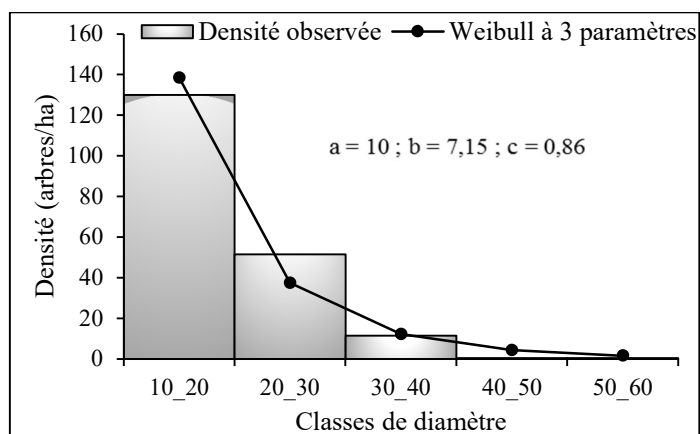


Figure 4 : Spectre des types phytogéographiques

### 3.4 Structure en classes de diamètre



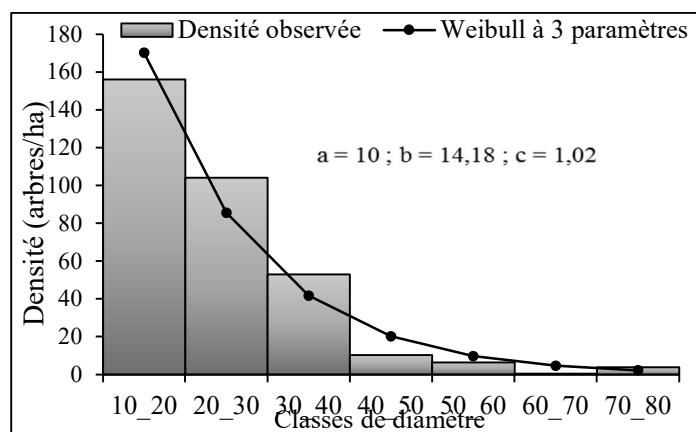


Figure 5 : Structure en classes de diamètre

Les relevés phytosociologiques effectués à différent niveau des forêts galeries a permis de comprendre que ces derniers sont composés de plusieurs espèces ligneuses inégalement réparties le long des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara. Ainsi, les phanérophytes sont les types biologiques les plus représentés. Leurs spectres bruts varient entre 52 % et 97 % alors que le spectre pondéré varie entre 85 % et 96 % d'un groupement à l'autre. En ce qui concerne les types phytogéographiques, les espèces de types soudanaises (S) sont les plus représentées suivies des soudano zambézienne, des Soudano-Guinéennes et des guinéo-congolaise. Ces formations végétales sont regroupées en 190 genres, 71 familles et 302 espèces.

La structure diamétrique des groupements végétaux est caractérisée par une courbe de Weibull décroissante. Cette décroissance révèle que les groupements végétaux sont

caractérisés par une hétérogénéité de ligneux de volumes différents avec une prépondérance de jeunes ligneux. Ceci a permis donc de conclure que les facteurs anthropiques ont perturbé réellement le fonctionnement des groupements végétaux des forêts galeries de la zone de confluence du fleuve Ouémé et de la rivière Okpara.

### 3.5. Etat de la flore des forêts galeries de la zone de confluence ouémé-okpara

La situation de douze (12) espèces sur les 302 recensées sont reconnues préoccupantes (6 en dangers et 6 vulnérables) et consigné sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pour le Bénin. Le niveau de préoccupation diffère d'une espèce à une autre selon le degré de pression subit par chacune d'elles. Les dix espèces en situations préoccupantes et leurs degrés de vulnérabilité sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1 : état de la flore des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara selon liste rouge UICN pour le Bénin

| N° | Espèces                                                       | État UICN Bénin |
|----|---------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | <i>Afzelia africana</i> Smith ex Pers.                        | En danger       |
| 2  | <i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.                    | En danger       |
| 3  | <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) Berg                           | En danger       |
| 4  | <i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild. et T.Durand) Merr.       | En danger       |
| 5  | <i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.                            | En danger       |
| 6  | <i>Parkia bicolor</i> A. Chev.                                | En danger       |
| 7  | <i>Borassus aethiopum</i> Mart.                               | Vulnérable      |
| 8  | <i>Carissa spinarum</i> L.                                    | Vulnérable      |
| 9  | <i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.                         | Vulnérable      |
| 10 | <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn. ssp. <i>Paradoxa</i> | Vulnérable      |
| 11 | <i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.                     | Vulnérable      |
| 12 | <i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> (Lam.) Zepernick & Timber   | Vulnérable      |

Source : travaux de terrain 2019 et liste rouge UICN pour le Bénin.

Il ressort de l'analyse du tableau 1 que la situation de douze espèces reste préoccupante sur les 302 espèces des forêts galeries analysées, on a 6 espèces (2 %) végétales en danger et six (6) autres en état de vulnérabilité (2 %). Ces résultats mettent en exergue le caractère évident et urgent des mesures de protection à prendre pour les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara, afin d'éviter la disparition des espèces qui sont de grandes utilités tant pour les populations locales que pour le monde.

#### IV. DISCUSSION

En matière de travaux de recherche pour la conservation et la gestion de la nature, un des aspects couramment abordés est la richesse spécifique. La présente recherche a évalué la diversité floristique des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara et a fourni une liste de sa flore constituée de 302 espèces réparties dans 71 familles et 190 genres. Cette flore constitue un outil de base pour des recherches ultérieures.

##### 4.1. Répartition des classes de diamètre

L'analyse des structures en diamètre révèle qu'elles présentent toutes une allure en "J renversé", avec des paramètres de forme  $c$  de la distribution de Weibull tous inférieurs à 1 qui caractérisent les peuplements multispécifiques ou inéquiennes. Le nombre de classes élevées (présence des diamètres de 10 à 90 cm) a été obtenu dans le groupement à *Azelia africana* et *Cyperus esculentus* et dans le groupement à *Albizia glaberrima* et *Aeschynomene lateritia*. Cela traduit la présence des ligneux du plus petit diamètre (10 cm) au plus grand diamètre (90 cm) en des proportions négligeables.  $\pm 1$  %. Cependant, les individus les plus abondants (46,72 %) sont ceux des premières classes, notamment ceux de la classe de 10 à 20 cm de diamètre. La faible représentativité (1,15 %) des arbres de gros diamètre, 70 à 80 cm, prouve que malgré les perturbations de la végétation quelques arbres de gros diamètre existent encore par endroit au sein des forêts galeries. Ces résultats sont conformes à ceux de Assogbadjo *et al.* (2009 p. 13), qui affirme que la faible représentativité des arbres de gros diamètre dans la plupart des groupements végétaux est liée aux fortes pressions anthropiques exercées sur ces groupements. Cette faible représentativité des arbres de gros diamètre entraînera à court terme la pénurie du bois d'œuvre et du bois de service et pourrait contribuer à modifier à moyen terme le fonctionnement des écosystèmes des forêts galeries.

Les formations du groupement à *Acalypha ciliata* et *Amorphophallus baumannii* présentent seulement trois classes de densité. La densité des ligneux de dbh < 20 cm, reste relativement élevée (73,33 %), une faible densité (22,37 %) des ligneux de dbh compris entre 20 et 30 cm et enfin une très faible densité (4,09 %) des ligneux de dbh compris entre 30 et 40 cm. Les classes de dbh > 50 cm (0,21 %) sont négligeables dans ce groupement, avec une faible surface terrière. Cette structure indique clairement que ce groupement est pauvre en individus de gros diamètre. (dbh > 50 cm) la plupart des individus de gros diamètre ont été coupés au cours des défrichements culturels. Les individus à petit diamètre (< 20 cm) largement représentés sont en réalité des recrûs. Cette forte présence des individus de petit diamètre est confirmée par la faible valeur de la surface terrière qui est déterminée à partir du diamètre ; en effet, les groupements à faible surface terrière renferment beaucoup d'individus de petit diamètre (Mbayngone *et al.*, 2008). Cette structure horizontale des formations à *Anogeissus leiocarpa* et *Mitragyna inermis* est la même que la structure horizontale des jachères décrites par Sounon Bouko *et al.*, (2007), p. 196 et par Toko (2008) p. 73 dans le domaine soudano-guinéen. La structure diamétrique du groupement à *Acacia macrostachya* et *Abrus precatorius* des forêts galeries est fort semblable à celle des formations de jachère et forêts galeries avec seulement une présence en de très faibles proportions des ligneux de dbh compris entre 50 et 90 cm. La présence de quelques ligneux de dbh > 50 cm peut indiquer que ce groupement végétal est dérivé d'une formation végétale dense qui a été dégradée.

Globalement, les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara, ont un gradient de ligneux essentiellement jeune. (65 % ont un dbh < 20 cm et 25 % ont un dbh compris entre 20 et 30 cm). 90 % ont un dbh < 30 cm. Ces résultats sont similaires à ceux de Natta (2003) p. 112 qui a montré que dans les forêts galeries du Bénin, plus de 75 % des ligneux ont un dbh de moins 30 cm. Cela montre que les individus de gros diamètre des forêts galeries sont exploités malgré leur statut de protection.

La taille des arbres varie de 11,43 m à 16,89 m d'une aire de relevé à un autre au sein des forêts galeries. De façon générale, la taille moyenne des ligneux des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé okpara est de 14 m  $\pm$  5 m. cela montre le niveau de perturbation de ces forêts. Ces résultats corroborent ceux de Medley (1992) p. 357, qui a trouvé que le long de la rivière Tana au Kenya, les forêts galeries ont une

physionomie perturbée caractérisée par une faible hauteur moyenne qui est de 14,4 m. Aussi, Devineau (1984) p. 179 a constaté que les forêts galeries de Lamto (Sud de la Côte-d'Ivoire) comptent plus d'arbres de tailles moyennes (mésophanéophytes) que de grands arbres (mégaphanéophyte). On peut conclure que les forêts galeries perturbées ont généralement un peuplement de ligneux dominé par les mésophanéophytes plus précisément des ligneux dont la taille moyenne est de 14 m.

#### **4.2. Niveau de diversité floristique des forêts galeries**

Concernant la composition floristique, 302 espèces ont été recensées au cours de cette étude. La composition floristique et la diversité spécifique sont des paramètres qui permettent de mesurer l'état de santé de la végétation. Les formations des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara ont en générales entre 173- 284 tiges / ha. Leurs surfaces terrière varient entre 7 et 15 m<sup>2</sup> / ha. Les diamètres à 1,30 m du sol des ligneux varient entre 10 et 159 cm d'un milieu à un autre au sein de ses forêts galeries. La diversité de shannon varie entre 1,46 et 2,39 d'un groupement à un autre avec une moyenne de 1,87 dans toutes les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara. Les faibles diversités spécifiques (60 espèces) dans certains groupements comparativement aux autres groupements végétaux (177 espèces) est un indicateur qui montre le degré élevé de modification de la flore par les activités anthropiques (Sounon Bouko *et al.*, 2007 p. 226). La diversité spécifique relativement élevée dans les groupements végétaux, des forêts galeries montre non seulement que la reconstitution des formations végétales dégradées est encore possible dans ces reliques de végétation en incitant voir obligeant les populations locales aux respects des lois qui régissent l'exploitation des forêts au Bénin. Aussi en associant les populations locales à la gestion planifiée des forêts galeries (Arouna, 2012 p. 53), mais aussi cela montre qu'il subsiste encore malgré l'anthropisation avancée du secteur d'étude des portions où la végétation est encore relativement mieux diversifiée.

Les types biologiques ou formes de vie, ils traduisent fidèlement les conditions écologiques et permettent d'apprécier la dynamique des phytocénoses (Toko, 2008 p. 132). Dans tous les groupements végétaux, des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara on note globalement l'abondance et la dominance des phanéophytes suivies des thérophytes. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par plusieurs autres auteurs dans d'autres secteurs, dont celui des forêts galeries de la réserve de biosphère de l'étang des hippopotames au Burkina Faso. Bélem et Guinko (1998 p.

92) y ont constaté que les phanéophytes et les thérophytes sont les plus abondantes et représentaient respectivement 64,8 % et 13,6 % de la richesse totale en espèces. Les phanéophytes sont connus pour être la principale forme de vie dans les écosystèmes forestiers (Natta, 2003 p. 155), mais dans les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara au Bénin, le pourcentage global des phanéophytes est relativement faible (56 %) que dans les formations citées plus haut. Ce taux de phanéophytes relativement moins élevé serait dû au type d'activités surtout économiques (coupes sélectives de ligneux à grands diamètre, abattage des grands arbres pour préparer la terre aux travaux agricoles, afin d'éviter la compétition à la lumière entre les cultures et ses ligneux). Menées dans les forêts galeries objet de cette étude. L'hypothèse selon laquelle l'évolution régressive de la végétation des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara a modifié leurs structures est ainsi vérifiée. Les travaux de Mangenot (1955 p. 89) sur les forêts tropicales denses montrent que les phanéophytes occupent 80-90 % de l'ensemble des espèces. Ces formations étant moins dégradées, ces résultats confirment l'affirmation de l'hypothèse émise ci-dessus. Aussi, Devineau (1984) après une étude sur les forêts galeries de Lamto au sud de la Côte d'Ivoire a constaté que les forêts galeries comptent plus de méso et microphanéophytes que des méga-phanéophytes. Au Kenya, le long de la rivière Tana les forêts galeries ont une physionomie perturbée caractérisée par une faible hauteur moyenne (14,4 m) (Medley 1992 p. 67). Les lianes (plantes grimpantes ligneuses) et les vignes (plantes grimpantes herbacées) sont une composante intrinsèque et importante des forêts tropicales (Kokou *et al.*, 2006, p. 235) et sont considérées comme un élément majeur pour la reconstitution des forêts (N'guessan *et al* 2018, p. 350). La proportion des lianes dans les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara reste négligeable. Ces résultats sont semblables à ceux de Tiebre, (2016 p. 1011) qui trouve des lianes seulement dans les jachères, et à faible proportion. Par contre des résultats contraires ont été obtenus par Olivier *et al.* (2012 p. 2187) après une étude sur les forêts galeries du Burkina-Faso, les auteurs ont constaté que les forêts galeries abritaient la plus grande richesse en lianes. Alors que les travaux de Kouamé et Traoré (2001 p. 37) dans plusieurs forêts tropicales humides de Côte d'Ivoire révèlent que la densité de lianes était négativement corrélée à l'âge des zones exploitées, et elle atteint finalement la valeur maximale des parcelles non perturbées. De ces deux (2) résultats, on peut affirmer que cet état serait dû aux différentes perturbations de la végétation et confirme une fois encore l'hypothèse 2 ci-dessus. La proportion de thérophytes élevée indique que les

forêts galeries de la zone de confluence Ouémé Okpara sont soit dégradées, soit influencées par les communautés végétales ouvertes voisines.

### 4.3. Affinité phytogéographique des espèces des forêts galeries

Les types phytogéographiques traduisent la fidélité des espèces à leur région de confinement et permettent de juger de la spécificité de la flore. Dans l'ensemble, les espèces soudano-guinéennes sont faiblement représentées quand bien même le secteur d'étude appartient à la zone de transition régionale guinéo-congolaise/soudanienne. On note l'abondance et la dominance des espèces soudanaises et des espèces pantropicales dans la plupart des groupements. La flore a donc perdu sa spécificité. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Djego (2006, p. 150) dans les jachères guinéo-congolaises et par Toko (2008, p. 69) dans les jachères soudano-guinéennes. Le groupement à *Mitragyna inermis* et *Anogeissus leiocarpa* affiche l'abondance des espèces pantropicales et la dominance des espèces soudano-zambézienne. En principe, les forêts galeries constituent des refuges des espèces forestières en régions soudanienne et soudano-guinéenne. Ce groupement végétal est alors très perturbé dans les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara, où il n'existe que de petits lambeaux de forêts galeries perturbés par l'installation des champs et les jachères. Par contre le groupement à *Xylopia aethiopica* et *cynometra megalophylla* concentre une proportion des espèces Guinéo-Congolaise plus abondante et dominante. Ces résultats corroborent celles de Toko (2008 p. 64) et de Natta (2012 p. 40) qui ont constaté l'abondance et la dominance des espèces guinéo-congolaises dans les galeries forestières. Cela prouve que les forêts galeries du secteur d'étude n'ont pas perdu complètement leurs spécificités de couloirs de conservation des espèces. À travers l'analyse de la structure de la végétation, de la composition floristique, de la diversité floristique, des types biologiques et phytogéographiques, il ressort de cela que la végétation des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara a connu de profondes modifications structurales et floristiques. Ainsi l'hypothèse 2 qui affirme que l'évolution régressive de la végétation a modifié la structure de la végétation conduisant ainsi à la baisse de la diversité floristique est alors vérifiée. Ces résultats rejoignent ceux de Sounon Bouko *et al.*, (2007 p. 226) qui en étudiant les effets de la dynamique de l'occupation du sol sur la structure et la diversité des forêts claires et des savanes au Bénin ont noté la modification de la structure de la végétation et la baisse de la diversité spécifique et de la densité des ligneux de gros diamètre.

### 4.4. État floristique des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara

L'état de la flore des forêts galeries de la zone de confluence a été testé en vérifiant la situation des 302 espèces sur la liste rouge de l'UICN pour le Bénin. On constate que 12 espèces ont des situations préoccupantes dont 6 vulnérables et 6 autres en danger. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Gueulou *et al.* (2018 p. 445) À travers l'étude sur la diversité floristique et structurale de la forêt galerie du Bandama dans la réserve scientifique de Lamto en Côte d'Ivoire. En effet sur 130 espèces recensées, 11 espèces soit 8,5 % de cette flore sont vulnérables et quasi menacées. Les espèces qui ont des états préoccupants sont plus exposés aux pressions anthropiques que subissent les forêts galeries, et pourraient évoluer à l'état d'extinction si des mesures conséquentes ne sont pas prises à temps. Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail de recherche sont corroborés également par les résultats des travaux de Soro *et al.*, (2020, p. 77) qui a identifié 4 espèces (9,30 %) à situation préoccupantes sur 43 espèces recensées dans les agroécosystèmes de Zougoussi en Côte d'Ivoire. Les différents résultats obtenus sur l'état des espèces varient d'un secteur d'étude à un autre. Mais on constate que plus un secteur d'étude subit des actions anthropiques plus il regorge d'espèces à situations préoccupantes. Il est alors important de généraliser l'étude sur l'état floristique des végétations à emprise humaines afin d'éviter l'extinction de certaines espèces, et contribuer au maintien de la biodiversité indispensable à la survie de l'espèce humaine.

## V. CONCLUSION

L'inventaire floristique a permis de recenser 302 espèces. La classification hiérarchique des relevés phytosociologiques sur la base de la présence-absence des espèces a permis d'identifier 5 groupements végétaux. La diversité spécifique varie d'un groupement à un autres, et met en exergue la pression humaine sur les forêts galeries. 4 % des espèces recensées sont sur la liste rouge de l'UICN pour le Bénin. La dynamique du couvert végétal a modifié les caractéristiques dendrométriques des groupements végétaux. La structure par classe de diamètre est largement dominée par des individus de petit diamètre. La forte présence des phanérophytes est un espoir pour la régénérescence de la végétation ligneuse des forêts galeries, alors que la prépondérance des thérophytes traduit la perturbation des forêts galeries. La forte proportion des espèces à distribution continentale, montre que les forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara jouent encore leurs rôles de refuge des espèces forestières, malgré les perturbations. Pour maintenir ce rôle écologique



indispensable pour la biodiversité, il est urgent de prendre des mesures idoines pour une meilleure protection des forêts galeries de la zone de confluence Ouémé-Okpara.

#### REFERENCES

- [1] Arouna O., 2012. Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : Implication pour l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat en Géographie, UAC, 246 p.
- [2] Djodjouwin L. 2001. Etude sur les aménagements écotouristiques et la gestion pastorale dans les terroirs des forêts classées des Monts Kouffé et de Wari Maro. Université d'Abomey-Calavi, Cotonou. Mémoire de DESS, 98 pages + annexes
- [3] Gueulou N, Ouattara ND, Konan D, Gnahoré E, Missa K, Bakayoko A., 2018. Diversité floristique et structurale de la forêt galerie du Bandama dans la Réserve Scientifique de Lamto en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 14(4) : pp 452-439.
- [4] Ibrahim mamadou M., Abdou habou M.K., Rabiou H. et Mahamane A., 2020. Phytodiversité et productivité herbacée du futur site de pré-lâché d'autruche d'Afrique du Nord (*Struthio camelus camelus* L.) dans le Koutous, Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(2) pp 402-416
- [5] INSAE, 2013 : quatrième recensement général de la population et de l'habitat : Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin 85p.
- [6] Krika A., 2014. Étude de la distribution des métaux lourds dans les ripisylves de l'oued Rhumel. Thèse de doctorat université Constantine 1, République Algérienne Démocratique et Populaire. 184 p
- [7] Nacoulma B. M. I., 2012. Dynamique et stratégies de conservation de la végétation et de la phytodiversité du complexe écologique du Parc national du W du Burkina Faso. Thèse Unique, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, 202 p.
- [8] Natta A. K., 2003. Ecological assessment of riparian forests in Benin: Phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. Ph.D. Thesis Wageningen University, with summaries in English, French and Dutch. ISBN 90-5808-954-1, 215 p.
- [9] Orekan V. O.A., 2007. Implementation of the local land-use and land-cover change model CLUE-s for Central Benin by using socio-economic and remote sensing data. Ph.D. Thesis, Bonn University, 204 p.
- [10] Solefack M.C.M., Temgoua L. F., Fongnzossie E., Fedoung F.E., Djouda Z R., 2018 Végétation et spectres fonctionnels de la galerie forestière de Koupa Matapit (Ouest-Cameroun) pp 147-158
- [11] Senterre B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale, *Acta Botanica Gallica*, 152: 3, pp 409-419, DOI: 10.1080/12538078.2005.10515499
- [12] Toko, 2008. Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 241 p. Bélem et Guinko 1998
- [13] White F., (1983). The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. UNESCO, Paris, France, 356 p.