

Répartition spatiale de la richesse floristique des forêts marécageuses de la Likouala, Nord-Congo

Yannick Enock Bocko^{1*}, Greta Dargie³, Suspense Averti Ifo²,
Joseph Yoka¹ et Jean Joël Loumeto¹

¹ *Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, BP 69 Brazzaville, Congo*

² *Ecole Normale Supérieure, Université Marien Ngouabi, BP 237 Brazzaville, Congo*

³ *Département de Géographie, Université de Leeds, Angleterre*

* Correspondance, courriel : byannickenock@gmail.com

Résumé

Au moment où la gestion durable des écosystèmes forestiers requiert une parfaite connaissance de la flore, celle du Congo en général et particulièrement celle des forêts marécageuses du nord-Congo, demeure encore peu connue. La présente étude vise à contribuer à une meilleure caractérisation de la diversité floristique des forêts marécageuses de la Likouala à partir de la répartition des espèces aux niveaux de ces différentes zones forestières : la zone inondée (ZI), la zone saisonnièrement inondable (ZSI) et la zone de terre ferme (ZTF). Environ 2630 individus de dhp \geq 10 cm, ainsi que 372 tiges / ha, 105 espèces, 80 genres pour 33 familles ont été recensés sur une aire d'étude de 7,06 ha. L'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver et celui d'équitabilité de Pielou, révèlent une forte diversité floristique et un taux de recouvrement de même importance d'espèces (respectivement). Les indices de richesse globale (49 à 65), de diversité spécifique (4,6 à 5,2) et de régularité (0,82 à 0,87) augmentent généralement de la zone inondable (ZI) à la zone de terre ferme (ZTF). La richesse locale indique la présence de 8 espèces en moyenne sur une aire de 400 m². Les familles des Fabaceae et Meliaceae sont les plus abondantes et les plus diversifiées de la zone d'étude. L'indice de fréquence relative des espèces, indique une forte hétérogénéité dans la composition floristique des forêts marécageuses de la Likouala. L'indice de similarité de Sorensen, montre une différence dans la composition floristique des trois zones forestière étudiées.

Mots-clés : *Congo, forêts marécageuses, zones forestières, indices écologiques, diversité floristique.*

Abstract

Spatial repartition of the floristic richness of Likouala swamps forests, north-Congo

Just as the permanent management of forest ecosystem requests a better knowledge of the flora, Congolese's in general and in particular one of north Congo swamps forests, stay yet ill-known. This studies aim at to contribute to the better characterization of the floristic diversity of north Congo swamps forests. It consisted to inventory floristic diversity of Likouala swamps forests and to assess the distribution of species on a level with different forest zones of these last. About 2630 individuals of diameter at breast height (DBH) \geq 10 cm and 372 stems / ha, 105 species, 80 genres for 33 families were checked off on 7.06 ha of area. Ecological indicators reveal a strong floristic diversity and a same importance of species recovery. The

global richness indices (49 to 65), specific diversity (4.6 to 5.2) and evenness indices (0.82 to 0.87) increase generally of the flooded forest zone to the terra firm forest zone. The local richness indicates the presence of 8 species on the average on 400 m² of area. The family of Fabaceae (26.2 %) and Meliaceae (10.2 %) are the largest and most diversify. Relative frequency indices reveal a strong heterogeneity in the floristic composition of Likouala swamps forests. However, Sorensen similarity indices show a strong difference between the free forests zones in the floristic composition.

Keywords : *Congo, swamps forests, forests zones, ecological indicators, floristic diversity.*

1. Introduction

Provenant le plus souvent des phénomènes évolutifs, la biodiversité, est la variabilité parmi les organismes vivants des écosystèmes terrestres et aquatiques [1]. Elle englobe la diversité à l'intérieur et entre les espèces, ainsi qu'au niveau écosystémiques [2 - 4]. Très marquée au niveau des forêts tropicales, la biodiversité joue des rôles multiples [1]. Son rôle dans la production de la biomasse, le déroulement et le maintien des cycles biogéochimiques, etc., a été mis en évidence par de nombreux auteurs [2, 4 - 6]. [4] souligne que la nature et le niveau des fonctions de l'écosystème varie avec l'augmentation de la diversité des espèces. On peut ainsi déduire que les différents services écosystémiques d'un milieu forestier sont liés à sa composition floristique. Ainsi, il a été montré que l'absence de certaines espèces affecte sévèrement la production de la biomasse sur pied d'un écosystème [6] puisque la composition spécifique d'un site contrôle cette dernière [7]. Aujourd'hui, face à son importance révélée ci-dessus, aux changements climatiques, à l'urbanisation et au développement économique, on note une réduction de la biodiversité, au niveau des forêts tropicales [1, 8]. [9], indique que les espèces sempervirentes se propagent et certaines associations forestières sont remplacées par d'autres. En outre, malgré l'engagement des pays abritant les forêts du bassin du Congo, à la gestion durable des forêts, peu de travaux de recherche écologique portent sur la caractérisation des différentes formations forestières inondables. Un bref aperçu des travaux de recherche écologique, portant sur la diversité floristique au Congo, a été fait par [10, 11], respectivement en zone forestière et savanicole. Ce bref aperçu bibliographique, permet d'affirmer comme ces auteurs, que le besoin d'une meilleure connaissance de la biodiversité des forêts Congolaises est une nécessité.

Il convient, de souligner aussi comme [12], que l'ensemble de ces travaux on été menés dans le cadre de certains projets et au niveau des aires protégées [13 - 16]. On peut noter que de nombreux travaux ont été menés sur des écosystèmes forestiers de terre ferme [10, 12, 16, 17]. Tandis que ceux portant sur la caractérisation des écosystèmes forestiers inondables sont peu nombreux. A titre d'exemple on ne citera guère les travaux de [18, 19] au nord Congo et [15] aux plateaux Batékés. Ainsi, les différents types de forêts du nord Congo et la flore congolaise en général reste encore mal connue [11, 12, 20]. Au regard de ce qui précède, il paraît nécessaire d'améliorer la connaissance de la biodiversité des forêts congolaises en général et celles des forêts inondables en particulier. Cela permettra de suivre les changements structural et floristique, dans le cadre de la gestion durable de ces écosystèmes. Surtout qu'il est admis que, sa conservation contribuerait efficacement à l'atténuation et à l'adaptation face aux changements climatiques [1]. L'objectif général de la présente étude est de contribuer à une meilleure caractérisation de la diversité floristique des forêts marécageuses de la Likouala. Les objectifs spécifiques sont : (i) Déterminer la diversité floristique des forêts marécageuses de la Likouala ; (ii) Apprécier la répartition spécifique au niveau des différentes zones forestières (inondée, saisonnièrement inondable et de terre ferme) de ces dernières. Les hypothèses de travail sont les suivantes : (i) La diversité floristique de la zone est élevée et évolue de la zone inondable à la zone de terre ferme ; (ii) La phytogéographie est fortement corrélée aux facteurs édaphiques.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

La région de la Likouala s'étend sur 66 044 km² au Nord-Est du territoire, formant ainsi par sa superficie la plus grande région du Congo, avec 19,3 % de l'espace national ; elle abrite 40 % des forêts Congolaises. Elle est limitée au Nord par la République Centrafricaine, à l'Est par la RDC dont elle est séparée par le fleuve Oubangui, à l'Ouest par la région de la Sangha et au Sud par les régions de la Cuvette-ouest et de la Cuvette [21]. La région de la Likouala regorge 63500 Km² d'écosystèmes inondés, qui sont généralement marécageux [14]. Le climat de la zone est de type équatorial de transition marqué par quatre saisons : une grande saison sèche (Décembre - Mars), une grande saison des pluies (Août - Novembre), une petite saison sèche (Juillet - Août) et une petite saison des pluies (Avril - Juin) [22]. En considérant la période allant de 1991 à 2014, les températures sont relativement élevées dans la région et la moyenne annuelle est de 25,6°C. Pour la même période les précipitations moyennes annuelles varient entre 1207 et 2068 mm et l'humidité relative est comprise entre 63 et 97 % (ANAC, 2015). La végétation de cette zone se trouve dans la troisième région forestière du Nord Congo, vaste de 17 millions d'hectares [20]. Faisant partie de la région naturelle congolaise appelée basse Sangha [23], la végétation de la Likouala est dominée par les forêts marécageuses généralement inondées [21]. On y distingue les types de végétations suivants : Forêts inondées de façon saisonnière ; forêts mixtes à sous bois fermé de lianes, forêts mixtes à sous bois ouvert, marécages, marécages à lianes et en fin marécages à *Raphia* [14, 22]. Les principales espèces d'arbres appartiennent aux familles des : *Meliaceae*, *Fabaceae*, *Annonaceae* et *Euphorbiaceae*. L'originalité de cette végétation est l'émergence de la forêt inondée [20]. Les sols de la zone d'étude sont classifiés comme des gleysols, en raison des inondations et de la saturation de l'eau au cours de l'année. Ils présentent souvent un horizon superficiel noir, organique, tourbeux ou semi - tourbeux [14, 24]. Le relief de la zone d'étude est plat. Son altitude varie entre 300 et 400 m, et ne s'élève qu'au Nord-ouest en direction des plateaux Oubangiens jusqu'à environ 644 m. Les bassins de l'Oubangui et du Congo constituent une zone à moitié lacustre ; les forêts et les savanes étant inondées plusieurs mois par an au moment des crues des fleuves Oubangui et Likouala aux herbes [21]. Le réseau hydrographique, logé dans le bassin du Congo, comporte deux cours d'eaux principaux : L'Oubangui et la Likouala aux herbes [21].

2-2. Méthodes

2-2-1. Installation des parcelles expérimentales

Les parcelles expérimentales ont été installées le long de trois transects de 6 km de long chacun, au niveau de trois zones forestières : une zone inondée (ZI), une zone saisonnièrement inondable (ZSI) et une zone de terre ferme (ZTF). Dix huit parcelles de 1600 m² à raison de 9 et 3 par site et zone forestière ont été installées respectivement à Itanga (transect 1) et à Bondzalé (transect 2). Deux parcelles d'1ha et de 1600 m² ont été installées dans la ZTF, puis deux parcelles de 0,6 ha et de 1600 m² ont été installées dans la ZI, et trois parcelles de 1600 m² ont été installées dans la ZSI, à Ekolongouma (transect 3). Soit une aire totale d'échantillonnage de 7,06 ha.

2-2-2. Inventaire forestier et mesure des arbres

Chaque parcelle d'étude a été subdivisée en placettes de 20 m x 20 m dans lesquelles seuls les arbres de 10 cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine (dhp) ont été échantillonnés. Les noms locaux et scientifiques des arbres ont été déterminés. Un herbier a été monté pour les espèces indéterminées sur le

terrain, pour leur identification botanique à l'herbier national (IRSEN) à Brazzaville. Le nombre de tige/ha, de familles et de genres ont été déterminés. L'usage des indices écologiques ci-après nous ont permis d'apprécier la diversité floristique des trois zones forestières distinguées :

➤ Indices de richesse [25]

- Richesse globale : nombre total d'espèces présentes sur une zone forestière donnée ;
- Richesse originale : le nombre d'espèces présentes uniquement sur une zone forestière et non sur les trois ;
- Richesse locale : la moyenne des richesses spécifiques (nombre d'espèces) par placette calculée sur l'ensemble des placettes de même type ;
- Fond commun d'espèces : nombre total d'espèces présentes simultanément aux niveaux des trois zones forestières;

➤ Indice de diversité familiale

$$Idr (\%) = \frac{\text{Nombre d'espèces / famille}}{\text{Nombre total d'espèce / famille}} * 100 \quad (1)$$

➤ Indice de Shannon

$$H' = - \sum F_{si} * \text{Log}_2 F_{si} \quad (2)$$

F_{si} est la fréquence spécifique de l'espèce i et varie de 0 à 1, tandis que H' est généralement compris entre 0 et 5 bit [26] ;

➤ Indice de diversité floristique maximale

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S \quad (3)$$

renseigne sur la diversité maximale que peut atteindre une phytocénose ;

➤ Indice d'Équitabilité de Pielou

$$Eq = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (4)$$

qui varie de 0 à 1 permet d'apprécier les variations intra-communautaires. Il tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance et tend vers 0 quand un phénomène de dominance d'espèce est notée [27, 28] ;

➤ Le coefficient de similarité de Sorensen

$$K (\%) = \frac{2 * c}{A + B} * 100 \quad (5)$$

avec A = nombre d'espèce du 1^{er} relevé, B = nombre d'espèce du 2^{ème} relevé et C = nombre d'espèces communes aux deux relevés ;

➤ Dominance relative

$$Dr (\%) = \frac{\text{Nombre d'invidus / espèce}}{\text{Nombre total d'ndividu / espèce}} * 100 \quad (6)$$

➤ Indice de fréquence relative :

$$Fr (\%) = \frac{\text{Nombre de relevés dont l'espèce est présente}}{\text{Nombre total de relevés des espèces}} * 100 \quad (7)$$

3. Résultats

3-1. Richesse floristique

Sur une aire d'étude de 7,06 ha, 2630 individus de dhp ≥ 10 cm, ainsi que 372 tiges / ha, 105 espèces, 80 genres pour 33 familles ont été recensés. La **Figure 1**, présente les indices écologiques de richesse obtenus lors de cette étude.

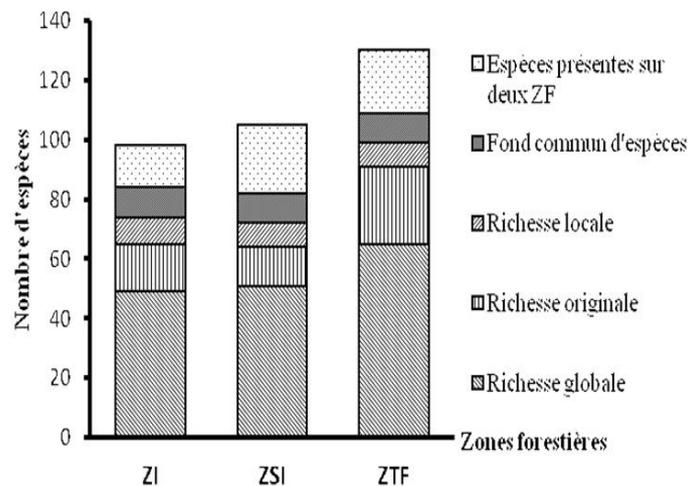


Figure 1 : Distribution des indices de richesse par zone forestières (ZF)

La richesse locale obtenue après quantification de la richesse spécifique (nombre d'espèces par placette de 20 m x 20 m) varie très peu de 8 (ZSI et ZTF) à 9 (ZI). C'est une moyenne d'environ 8 espèces/400 m². La richesse globale évolue de la ZI à la ZTF (**Figure 1**), d'environ 100 à 120 espèces. Avec 65 espèces sur l'ensemble des placettes, la ZTF présente la plus forte richesse globale, suivie de la ZSI et ZI (51 et 49 espèces respectivement). La richesse originale est aussi élevée au niveau de la ZTF avec 26 espèces par rapport aux ZI et ZSI ayant 16 et 13 espèces respectivement. Le fond commun des trois zones forestières (ZF) est constitué de 10 espèces.

Le **Tableau 1**, présente les résultats portant sur la diversité familiale des différentes zones forestières étudiées.

On note une dominance nette de quelques familles dans certaines zones forestières ; c'est le cas des Fabaceae (ZSI > ZI > ZTF), Euphorbiaceae (ZI > ZSI > ZTF), Ebenaceae (ZI > ZTF > ZSI) et Sapindaceae (ZI > ZTF > ZSI). Globalement la famille des Fabaceae est la plus diversifiée avec des indices de diversité de 13,46 %, 21,43 % et 13,43 % respectivement dans la ZI, ZSI et ZTF. Cette famille est suivie de celles des Euphorbiaceae (9,62 %) et Annonaceae (7,69 %) dans la ZI, puis des Meliaceae (8,93 %) et Rubiaceae (7,14 %) dans la ZSI, et des Meliaceae (7,46 %) et Annonaceae (5,97 %), dans la ZTF. Les cinq (5) familles les

plus diversifiées des forêts marécageuses de la zone d'étude (ZE) sont par ordre décroissant : Fabaceae (16,11 %), Meliaceae (8,03 %), Euphorbiaceae (6,48 %), Annonaceae (6,34 %) et Burseraceae (5,20 %).

Tableau 1 : Distribution de l'indice de diversité relative des familles (ldr %) par zone forestière

| Familles | Indice de diversité familiale (ldr) % | | | |
|----------------------|---------------------------------------|------------|------------|--------------|
| | ZI | ZSI | ZTF | Zone d'étude |
| Fabaceae | 13,46 | 21,43 | 13,43 | 16,11 |
| Meliaceae | 7,69 | 8,93 | 7,46 | 8,03 |
| Euphorbiaceae | 9,62 | 5,36 | 4,48 | 6,48 |
| Annonaceae | 7,69 | 5,36 | 5,97 | 6,34 |
| Burseraceae | 5,77 | 5,36 | 4,48 | 5,20 |
| Ebenaceae | 7,69 | 1,79 | 4,48 | 4,65 |
| Sapotaceae | 5,77 | 3,57 | 4,48 | 4,61 |
| Rubiaceae | 1,92 | 7,14 | 4,48 | 4,51 |
| Clusiaceae | 5,77 | 3,57 | 2,99 | 4,11 |
| Myristicaceae | 1,92 | 5,36 | 4,48 | 3,92 |
| Sapindaceae | 5,77 | 1,79 | 2,99 | 3,51 |
| Malvaceae | 3,85 | / | 4,48 | 2,77 |
| Olacaceae | / | 3,57 | 4,48 | 2,68 |
| Irvingiaceae | 1,92 | 1,79 | 2,99 | 2,23 |
| Moraceae | 1,92 | 1,79 | 2,99 | 2,23 |
| Ochnaceae | / | 3,57 | 2,99 | 2,19 |
| Phyllanthaceae | 1,92 | 1,79 | 1,49 | 1,73 |
| Violaceae | 1,92 | 1,79 | 1,49 | 1,73 |
| Chrysobalanaceae | 1,92 | 1,79 | / | 1,24 |
| Calophyllaceae | 1,92 | / | 1,49 | 1,14 |
| Putranjivaceae | 1,92 | / | 1,49 | 1,14 |
| Lecythidaceae | / | 1,79 | 1,49 | 1,09 |
| Pandaceae | / | 1,79 | 1,49 | 1,09 |
| Apocynaceae | 1,92 | / | / | 0,64 |
| Centroplacaceae | 1,92 | / | / | 0,64 |
| Rubiaceae | / | 1,79 | / | 0,60 |
| Melastomataceae | / | 1,79 | / | 0,60 |
| Myrtaceae | / | 1,79 | / | 0,60 |
| Anacardiaceae | / | / | 1,49 | 0,50 |
| Combretaceae | / | / | 1,49 | 0,50 |
| Lamiaceae | / | / | 1,49 | 0,50 |
| Passifloraceae | / | / | 1,49 | 0,50 |
| Indet | 5,77 | 5,36 | 7,46 | 6,20 |
| Total général | 100 | 100 | 100 | 100 |

Les résultats des indices de densité relative (Dr) et fréquence relative (Fr) des trois zones forestières étudiées sont présentés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Distribution des indices de densité relative (*Dr*) et fréquence relative (*Fr*) des espèces au niveau des trois zones forestières (ZI, ZSI et ZTF) (espèces classées selon la densité relative dans la zone d'étude (ZE))

| Espèces | Fréquence relative (%) | | | | Densité relative (%) | | | |
|---|------------------------|-------|------|------|----------------------|------|-------|------|
| | ZI | ZSI | ZTF | ZE | ZI | ZSI | ZTF | ZE |
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild.) J. Léonard | / | / | 5,47 | 1,82 | / | / | 25,05 | 8,35 |
| <i>Carapa procera</i> DC. | 10,5 | 0,73 | / | 3,73 | 19,9 | 0,74 | / | 6,90 |
| <i>Dialium pachyphyllum</i> Harms | 1,02 | 12,36 | 2,41 | 5,27 | 0,80 | 18,6 | 1,10 | 6,83 |
| <i>Angylocalyx pynaertii</i> De Wild. | 1,02 | 4,00 | 9,19 | 4,74 | 1,00 | 4,09 | 14 | 6,37 |
| <i>Uapaca mole</i> Pax | 7,99 | 1,82 | 2,19 | 4,00 | 14,5 | 1,30 | 1,01 | 5,59 |
| <i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f. | / | 4,73 | 8,53 | 4,42 | / | 5,39 | 8,35 | 4,58 |
| <i>Grossera macrantha</i> Pax | 9,22 | 3,64 | / | 4,29 | 8,38 | 4,46 | / | 4,28 |
| <i>Diospyros crassiflora</i> Hiern | 2,25 | 2,55 | 1,09 | 1,96 | 1,70 | 6,88 | 1,10 | 3,22 |
| <i>Eriocoelum microspermum</i> Gilg ex Radlk. | 5,74 | 4,73 | 0,88 | 3,78 | 3,39 | 5,76 | 0,46 | 3,20 |
| <i>Lophira alata</i> Banks ex C. F. Gaertn. | / | 7,64 | 6,35 | 4,66 | / | 6,32 | 3,21 | 3,18 |
| <i>Garcinia punctata</i> Oliv. | / | 2,91 | 6,78 | 3,23 | / | 3,16 | 5,69 | 2,95 |
| <i>Plagiostyles africana</i> (Müll. Arg.) Prain | 0,61 | 6,55 | 1,31 | 2,82 | 0,40 | 5,95 | 2,11 | 2,82 |
| <i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J. Léonard | 1,64 | 4,36 | 0,22 | 2,07 | 1,90 | 6,32 | 0,09 | 2,77 |
| <i>Drypetes principum</i> (Müll. Arg.) Hutch. | 8,40 | / | / | 2,80 | 8,18 | / | / | 2,73 |
| <i>Staudtia kamerunensis</i> Warb. | / | 2,18 | 5,69 | 2,62 | / | 1,86 | 6,24 | 2,70 |
| <i>Symphonia globulifera</i> L. f. | 8,20 | / | / | 2,73 | 7,68 | / | / | 2,56 |
| <i>Xylopia rubescens</i> Oliv. | 5,74 | / | / | 1,91 | 5,79 | / | / | 1,93 |
| <i>Manilkara fouilloiyana</i> Aubrév. & Pellegr. | 6,35 | 1,09 | 0,22 | 2,55 | 4,49 | 0,56 | 0,09 | 1,71 |
| <i>Coelocaryon preussii</i> Warb. | 2,87 | 1,82 | 1,75 | 2,15 | 1,90 | 1,67 | 1,56 | 1,71 |
| <i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich. | 2,87 | 2,18 | 0,66 | 1,90 | 2,59 | 1,67 | 0,28 | 1,51 |
| <i>Garcinia smeathmannii</i> (Planch. & Triana) Oliv. | 3,28 | / | / | 1,09 | 4,09 | / | / | 1,36 |
| <i>Entandrophragma pallustre</i> Staner | 4,30 | 0,36 | / | 1,56 | 3,69 | 0,19 | / | 1,29 |
| <i>Garcinia</i> sp. | 1,43 | 2,91 | 1,09 | 1,81 | 0,80 | 2,04 | 1,01 | 1,28 |
| <i>Strombosiosis tetrandra</i> Engl. | / | 2,91 | 1,31 | 1,41 | / | 2,60 | 0,83 | 1,14 |
| <i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb. | / | 1,45 | 2,19 | 1,21 | / | 1,30 | 1,47 | 0,92 |
| <i>Petersianthus macrocarpum</i> (P. Beauv.) Liben | / | 0,36 | 3,72 | 1,36 | / | 0,19 | 2,48 | 0,89 |
| <i>Monodora myristica</i> (Gaertn.) Dunal | / | 1,82 | 0,88 | 0,90 | / | 2,04 | 0,37 | 0,80 |
| <i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> (De Wild. & T. Durand) | / | 3,64 | / | 1,21 | / | 2,23 | / | 0,74 |
| <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth. | / | 1,09 | 1,53 | 0,87 | / | 1,12 | 1,01 | 0,71 |
| <i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl. | / | / | 2,19 | 0,73 | / | / | 2,11 | 0,70 |
| <i>Panda oleosa</i> Pierre | / | 0,73 | 3,28 | 1,34 | / | 0,37 | 1,56 | 0,64 |
| <i>Massularia acuminata</i> (G. Don) Bullock ex Hoyle | / | 0,73 | 1,97 | 0,90 | / | 0,37 | 1,47 | 0,61 |
| <i>Cola ballayi</i> Cornu ex Heckel | / | / | 2,19 | 0,73 | / | / | 1,83 | 0,61 |
| <i>Manilkara obovata</i> (Sabine & G. Don) J. H. Hemsl. | 2,25 | / | 0,22 | 0,82 | 1,60 | / | 0,09 | 0,56 |
| <i>Dialium</i> sp. | 0,61 | / | 1,53 | 0,72 | 0,30 | / | 1,28 | 0,53 |
| <i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl. | / | 2,18 | / | 0,73 | / | 1,49 | / | 0,50 |
| <i>Xylopia hypolampra</i> Mildbr. | / | 1,09 | 1,31 | 0,80 | / | 0,56 | 0,92 | 0,49 |
| <i>Synsepalum subcordatum</i> De Wild. | / | / | 0,88 | 0,29 | / | / | 1,28 | 0,43 |
| <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg | / | / | 2,63 | 0,88 | / | / | 1,19 | 0,40 |
| <i>Mammea africana</i> Sabine | 0,82 | / | 1,09 | 0,64 | 0,40 | / | 0,73 | 0,38 |
| <i>Parinari excelsa</i> Sabine | / | 1,82 | / | 0,61 | / | 1,12 | / | 0,37 |
| <i>Duboscia macrocarpa</i> Bocq. | / | / | 1,31 | 0,44 | / | / | 1,10 | 0,37 |
| <i>Gardenia imperatis</i> K. Schum. | / | 1,09 | / | 0,36 | / | 0,93 | / | 0,31 |

Tableau 2 : Distribution des indices de densité relative (*Dr*) et fréquence relative (*Fr*) des espèces au niveau des trois zones forestières (ZI, ZSI et ZTF) (espèces classées selon la densité relative dans la zone d'étude (ZE))

| Espèces | Fréquence relative (%) | | | | Densité relative (%) | | | |
|--|------------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|
| | ZI | ZSI | ZTF | ZE | ZI | ZSI | ZTF | ZE |
| <i>Rinorea sp.</i> | 0,20 | 0,36 | 1,31 | 0,63 | 0,10 | 0,19 | 0,55 | 0,28 |
| <i>Dacryodes sp.</i> | 1,02 | 0,36 | 0,22 | 0,54 | 0,50 | 0,19 | 0,09 | 0,26 |
| <i>Hallea stipulosa (DC.) Leroy</i> | 0,61 | 0,73 | | 0,45 | 0,40 | 0,37 | / | 0,26 |
| <i>Macaranga spinosa Müll. Arg.</i> | 0,41 | 0,73 | 0,44 | 0,52 | 0,20 | 0,37 | 0,18 | 0,25 |
| <i>Albizia laurentii (Schumach. & Thonn.) Benth.</i> | / | 1,09 | / | 0,36 | / | 0,74 | / | 0,25 |
| <i>Trichilia prieuriana A. Juss.</i> | / | 0,73 | / | 0,24 | / | 0,74 | / | 0,25 |
| <i>Diospyros dendo Hiern</i> | 1,43 | / | / | 0,48 | 0,70 | / | / | 0,23 |
| <i>Trichilia sp.</i> | 0,61 | 0,36 | 0,22 | 0,40 | 0,30 | 0,19 | 0,18 | 0,22 |
| <i>Blighia sp.</i> | / | / | 1,31 | 0,44 | / | / | 0,64 | 0,21 |
| <i>Sterculia tragacantha Lindl.</i> | 1,23 | / | / | 0,41 | 0,60 | / | / | 0,20 |
| <i>Dacryodes edulis (G. Don) H.J. Lam</i> | 0,61 | 0,36 | / | 0,33 | 0,30 | 0,19 | / | 0,16 |
| <i>Albizia glaberrima (Schumach. & Thonn.) Benth.</i> | 0,20 | 0,73 | / | 0,31 | 0,10 | 0,37 | / | 0,16 |
| <i>Daniellia pynaertii De Wild.</i> | 0,20 | 0,73 | / | 0,31 | 0,10 | 0,37 | / | 0,16 |
| <i>Canarium schweinfurthii Engl.</i> | 0,20 | 0,36 | 0,44 | 0,34 | 0,10 | 0,19 | 0,18 | 0,16 |
| <i>Desplatsia sp.</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,46 | 0,15 |
| <i>Pseudospondia microcarpum (A. Rich.) Engl.</i> | / | / | 1,09 | 0,36 | / | / | 0,46 | 0,15 |
| <i>Centropus glaucinus Pierre</i> | 0,82 | / | / | 0,27 | 0,40 | / | / | 0,13 |
| <i>Trichilia welwitschii C. DC.</i> | 0,82 | / | / | 0,27 | 0,40 | / | / | 0,13 |
| <i>Diospyros sp.</i> | 0,20 | / | 0,66 | 0,29 | 0,10 | / | 0,28 | 0,13 |
| <i>Dichaetanthera sp.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,37 | / | 0,12 |
| <i>Entandrophragma cylindricum (Sprague) Sprague</i> | / | / | 0,88 | 0,29 | / | / | 0,37 | 0,12 |
| <i>Amphimas ferrugineus Pierre ex Pellegr.</i> | 0,20 | / | 0,22 | 0,14 | 0,20 | / | 0,09 | 0,10 |
| <i>Diospyros mannii Hiern</i> | 0,20 | / | 0,44 | 0,21 | 0,10 | / | 0,18 | 0,09 |
| <i>Barteria fistulosa Mast.</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Cleistanthus inundatus J. Léonard</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Cleistopholis patens (Benth.) Engl. & Diels</i> | / | / | 0,44 | 0,15 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Entandrophragma angolense (Welw.) C. DC.</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Leplaea thompsonii (Sprague & Hutch.) E.J.M. Koenen</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Rhabdophyllum sp.</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Terminalia superpa Engl. & Diels</i> | / | / | 0,66 | 0,22 | / | / | 0,28 | 0,09 |
| <i>Chrysophyllum sp.</i> | 0,41 | / | / | 0,14 | 0,20 | / | / | 0,07 |
| <i>Xylopiya sp.</i> | 0,41 | / | / | 0,14 | 0,20 | / | / | 0,07 |
| <i>Irvingia gabonensis (Aubry-LeComte ex O'Rorke)</i> | 0,2 | / | 0,22 | 0,14 | 0,1 | / | 0,09 | 0,06 |
| <i>Albizia adianthifolia (Schumach.) W. Wight</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Albizia ferruginea (Guill. & Perr.) Benth.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Anthocleista sp.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Piptadeniastrum africanum (Hook. f.) Brenan</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Pterocarpus soyauxii Taub.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Syzygium staudtii (Engl.) Mildbr.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Tricalysia sp.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Trilepisium madagascariensis DC.</i> | / | 0,36 | / | 0,12 | / | 0,19 | / | 0,06 |
| <i>Pauridiantha sp.</i> | / | / | 0,44 | 0,15 | / | / | 0,18 | 0,06 |

Tableau 2 : Distribution des indices de densité relative (*Dr*) et fréquence relative (*Fr*) des espèces au niveau des trois zones forestières (ZI, ZSI et ZTF) (espèces classées selon la densité relative dans la zone d'étude (ZE))

| Espèces | Fréquence relative (%) | | | | Densité relative (%) | | | |
|---|------------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|
| | ZI | ZSI | ZTF | ZE | ZI | ZSI | ZTF | ZE |
| <i>Tesmania sp.</i> | / | / | 0,44 | 0,15 | / | / | 0,18 | 0,06 |
| <i>Thomandersia sp.</i> | / | / | 0,44 | 0,15 | / | / | 0,18 | 0,06 |
| <i>Vitex welwitschii</i> Gürke | / | / | 0,44 | 0,15 | / | / | 0,18 | 0,06 |
| <i>Alchornea floribunda</i> Müll. Arg. | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Alstonia boonei</i> De Wild. | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Blighia unijugata</i> (Hiern) Radlk. | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Cleistopholis sp.</i> | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Dichostemma glaucescens</i> Pierre | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Grewia oligoneura</i> Sprague | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Maranthes sp.</i> | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Treculia africana</i> Decne. | 0,20 | / | / | 0,07 | 0,10 | / | / | 0,03 |
| <i>Aorranthe cladantha</i> (K. Schum.) Somers | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Corynanthe pachyceras</i> K. Schum. | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Dacryodes normandii</i> Aubrév. & Pellegr. | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Erythrophleum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Heisteria sp.</i> | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Maesopsis eminii</i> Engl. | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Musanga cecropioides</i> R. Br. | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Trichilia gillettii</i> De Wild. | / | / | 0,22 | 0,07 | / | / | 0,09 | 0,03 |
| <i>Indet sp.</i> | 1,23 | 4,73 | 1,97 | 2,64 | 0,60 | 2,97 | 1,74 | 1,77 |
| Total général | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

L'indice de densité relative révèle que *Carapa procera* (19,96 %) est l'espèce dominante de la ZI suivie par *Uapaca paludosa* (14,47 %). La ZSI est dominée largement par *Dialium pachyphyllum* (18,59 %), suivie par *Diospyros crassiflora* (6,88 %), *Lophira alata* et *Guibourtia demeusei* (6,32 %). La ZTF est largement dominée par *Gilbertiodendron dewevrei* (25,05 %), suivie par *Angylocalyx pynaertii* (14,04 %). Les cinq (5) espèces dominantes de ces trois zones forestières associées par ordre décroissant sont : *Gilbertiodendron dewevrei* (8,35 %), *Carapa procera* (6,90 %), *Dialium pachyphyllum* (6,83 %), *Angylocalyx pynaertii* (6,37 %) et *Uapaca paludosa* (5,59 %). L'indice de fréquence relative est la plus élevé pour *Carapa procera* (10,45 %), puis *Grossera macrantha* (9,22 %), *Drypetes principum* (8,40 %), *Symphonia globulifera* (8,20 %), *Uapaca paludosa* (7,99 %) et *Manilkara fouilloyana* (6,35 %) dans la ZI. En ZSI, *Dialium pachyphyllum* (12,36 %) domine largement les autres espèces. Puis il y a : *Lophira alata* (7,64 %), *Plagiostyles africana* (6,55 %), *Eriocelum microspermum* (4,73 %) et *Strombosia grandifolia* (4,73 %). Dans la ZTF, par ordre décroissant il y a : *Angylocalyx pynaertii* (9,99 %), *Strombosia grandifolia* (8,53 %), *Garcinia punctata* (6,78 %), *Lophira alata* (6,35 %) et *Staudtia kamerunensis* (5,69 %). Les cinq (5) espèces présentant les indices de fréquence relative les plus élevés de la zone d'étude sont par ordre décroissant : *Dialium pachyphyllum* (5,27 %), *Angylocalyx pynaertii* (4,70 %), *Lophira alata* (4,66 %), *Strombosia grandifolia* (4,40 %) et *Grossera macrantha* (4,29 %).

3-2. Diversité floristique

Les résultats portant sur l'indice de diversité biologique des trois zones forestières étudiées sont regroupés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Diversité spécifique et régularité (équitabilité) des zones étudiées

| Indices de diversité biologique | Zones forestières | | | Moyenne | Ecartype |
|---------------------------------|-------------------|------|------|---------|----------|
| | ZI | ZSI | ZTF | | |
| Indice de Shannon (bit) | 4,6 | 4,96 | 5,2 | 4,92 | 0,30 |
| H'max | 5,61 | 5,67 | 6,02 | 5,77 | 0,22 |
| Indice d'Équitabilité | 0,82 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,03 |

L'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver et l'indice de régularité (Équitabilité de Pielou) ont des valeurs élevées dans l'ensemble. Globalement ils sont peu différents d'une zone forestière à une autre. Cependant on peut noter que l'indice de Shannon-Weaver varie de 4,6 à 5,2 bits et celle d'Équitabilité de 0,82 à 0,87. Les moyennes sont de $4,92 \pm 0,30$ et $0,85 \pm 0,03$ respectivement, pour l'indice de Shannon-Weaver et l'indice de Pielou (Équitabilité). Ces résultats révèlent une forte diversité spécifique dans la composition floristique de notre zone d'étude, ainsi qu'une distribution très équitable des espèces. Le coefficient de similarité de Sorensen semble peu différent entre les zones forestières (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Coefficient de similarité de Sorensen des zones étudiées

| Groupements forestiers | Espèces communes | K (%) |
|------------------------|------------------|-------|
| ZI - ZSI | 20 | 40 |
| ZI - ZTF | 22 | 38,6 |
| ZSI - ZTF | 28 | 48,3 |

Il oscille entre 38,6 et 48,3 %. Ce coefficient étant inférieur à 50 % pour chaque groupement forestier, cela montre que les trois zones forestières étudiées sont de composition floristique différente.

4. Discussion

4-1. Richesse floristique

Les indices de richesse, de diversité familiale, de densité et de fréquence relative des espèces, ont permis de caractériser qualitativement et quantitativement les différentes zones forestières des forêts marécageuses de la Likouala. En effet la richesse globale nous a permis de noter que la ZTF est la plus riche en espèces, en comparaison avec la ZI et la ZSI. En renseignant sur les espèces présentes uniquement sur une zone forestière donnée, la richesse originale nous a permis de distinguer les trois zones forestières en fonction de leur composition spécifique. Ainsi, on signale la présence de *Symphonia globulifera*, *Xylopia rubescens*, *Garcinia smeathmannii*, *Drypetes principum*, *Entandrophragma pallustr* dans la ZI. Puis *Parinari excelsa*, *Gardenia imperatis*, *Albizia laurentii*, *Trichilia prieuriana* sont attachées dans la ZSI et *Gilbertiodendron dewevrei*, *Milicia excelsa*, *Entandrophragma cylindricum*, *Cola ballayi*, *Synsepalum subcordatum*, *Duboscia macrocarpa* dans la ZTF (**Tableau 2**). Ces résultats corroborent ceux trouvés par [18] lors de la caractérisation des groupements végétaux des sols hydromorphes de la Cuvette congolaise, ainsi que ceux de [24]. La différence dans la composition des trois zones forestières serait fortement liée à l'adaptation au milieu, qui est fonction du régime hydrique de la région (Oubangui et Likouala aux herbes) [20]. Cela expliquerait alors la forte richesse globale et originale de la ZTF en comparaison à la ZI dont l'installation du substrat impose aux espèces ligneux, des dispositions adaptatives tant pour assurer l'ancrage que pour permettre la respiration pendant les périodes de submersion [18]. La richesse locale de notre zone d'étude montre que l'avancé des palmerais sur l'axe routier Dongou-Impfondo contribue à une

perte de 8 espèces de dhp ≥ 10 sur la ZTF pour une aire de 400 m². L'analyse de l'indice de diversité familiale révèle que les cinq (5) familles les plus diversifiées sont celles des Fabaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Annonaceae et Euphorbiaceae, sur l'ensemble des relevés (**Tableau 2**). Pris de façon séparée et dans l'ensemble des trois zones forestières, l'indice de densité relative des espèces révèle une hétérogénéité dans la composition floristique, malgré la faible dominance à caractère grégaire de *Gilbertiodendron dewevrei*. Cette espèce permet aussi de noter que les familles les plus diversifiées sont les plus abondantes dans l'ensemble. On peut alors, souligner comme [20] que les forêts congolaises sont principalement composées des Fabaceae et des Meliaceae, puis celle de la zone d'étude est proche de celles du Cameroun [29] et des autres pays limitrophes [20]. L'analyse séparée et globale des fréquences relatives indique une très forte variabilité dans la composition floristique des trois zones forestières et de la forêt marécageuse dans son ensemble (**Tableau 2**). Cet indice qui révèle les variations qualitatives de la flore souligne l'existence de trois zones forestières (ou faciès forestiers) strictement différentes les unes des autres au sein des forêts marécageuses de la Likouala. En fait, cet indice écologique ne présente pas seulement de façon efficace la répartition spatiale des espèces sur les trois zones forestières, mais aussi leurs aptitudes à évoluer sur ces dernières (**Figure 2**), ce qui le rend indispensable à la caractérisation floristique d'un milieu.

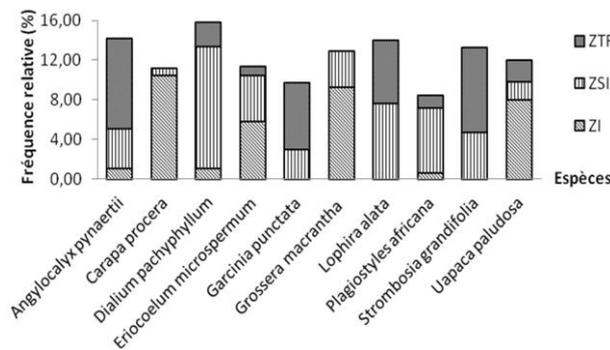


Figure 1 : Répartition spatiale des 10 principales espèces par zone forestière

4-2. Diversité floristique

[30], mentionne que la diversité est élevée en zone tropicale et au sein de celle-ci quant on se rapproche de l'équateur. L'analyse de l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver qui varie généralement de 0 à 5 [26], est ici supérieur à quatre (4) bits (4,6 à 5,2) aux niveaux des différentes zones forestières étudiées. Ce résultat sensiblement égal à ceux trouvés par [31] au Parc Nationale d'Odzala (5,35 bits) et par [29] au Cameroun, souligne que la diversité spécifique des forêts marécageuses de la Likouala est élevée. [19], a aussi noté cette forte richesse spécifique des forêts du nord Congo dont font parties les forêts de la Likouala. On peut ainsi noter que les espèces des différentes zones forestières des forêts marécageuses de la Likouala, ont des recouvrements de même importance. Ce qui se justifie par le rapprochement de 1 des différentes valeurs de l'indice d'équitabilité, qui varie de 0,82 à 0,87. Il est admis l'existence d'une similarité entre deux relevés lorsque la valeur du coefficient de similarité de Sorensen est supérieure ou égal à 50 % [32]. Nos valeurs oscillant entre 38,6 et 48,3 % permettent de montrer qu'il n'y a pas de similarité dans la composition floristique des différentes zones forestières étudiées. Cette dissimilarité de composition floristique peut être expliquée par le substrat géologique [17] et le micro-climat qui diffèrent d'une zone forestière à une autre. [33], a montré que la répartition des espèces était fortement influencée par les facteurs édaphiques. On peut aussi associer aux substrats géologiques et micro-climat, le comportement de chaque espèce. Ce résultat, confirme l'existence de trois zones forestières bien distinctes les unes des autres par leurs compositions floristiques au niveau des forêts marécageuses de notre zone d'étude.

5. Conclusion

L'appréciation de la diversité floristique des forêts marécageuses de la Likouala s'est faite à partir de trois transects de 6 km de long situés à Ekolongouma (Impfondo), Itanga (Epéna) et Bondzalé (Dongou). L'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver varie selon la zone forestière. Il est plus élevé dans la zone de terre ferme et révèle la forte diversité floristique des forêts marécageuses de la Likouala. L'indice d'équitabilité et le coefficient de similarité de Sorensen indiquent une distribution de même importance des espèces et une absence de similarité entre les trois zones forestières étudiées. Les indices de richesse globale et originale, qui sont plus forts dans la ZTF, ont permis de caractériser qualitativement et quantitativement les trois zones forestières étudiées. Ils ont en effet, permis d'apprécier la richesse floristique et la répartition spatiale des espèces de la zone d'étude.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions toutes les structures qui ont contribué à sa réalisation, notamment : l'Université de Leeds (pour le financement), la Préfecture de la Likouala et le site de World conservation society (WCS) d'Epéna (pour les facilitations) et l'herbier national de Brazzaville (pour l'identification des espèces).

Références

- [1] - FAO, Evaluation des Ressources forestières Mondiales, Rome : fao, (2010) 378.
- [2] - G. SYLVAIN, Quelques éléments d'écologie utiles au forestier. *B TSA Gestion Forestière*, (1997) 90.
- [3] - D. U. HOOPER, F. S. CHAPIN, J. J. EWEL, A. HECTOR, P. INCHAUSTI, S. LAVOREL, J.H. LAWTON, D.M. LODGE, M. LOREAU, S. NAEEM, B. SCHMID, H. SETALA, A. J. SYMSTAD, J. VANDERMEER, & D. A. WARDLE, Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge, *Ecological Monographs*, 75, 1 (2005) 3 - 35. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- [4] - J. O. SCHMITZ, Ecology and Ecosystem Conservation. Book, *Foundations of Contemporary Environmental Studies*, 179 (2007) 79 - 125.
- [5] - A. HECTOR, B. SCHMID, C. BEIERKUHNEIN, *et al.*, Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science*, 286 (1999) 1123 - 1127.
- [6] - E. D. SCHULZE, E. BECK AND M. K. HOHENSTEIN, Plant Ecology; Book, *ISBN 3-540-20833-X Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York*, 692 (2005) 446 - 450.
- [7] - B. H. SARA, Biomasse Aérienne en Plantations d'arbres Tropicaux. Mémoire : Biologie, Université Du Québec À Montréal, (2008) 58.
- [8] - Q. MOLTO, Estimation de biomasse en forêt tropicale humide : Propagation des incertitudes dans la modélisation de la distribution spatiale de la biomasse en Guyane.
- [9] - ANONYME, Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Conséquences pour l'environnement, la société et l'économie. OcCC/ProClim, Berne, (2007).
- [10] - V. KIMPOUNI, J. J. LOUMETO et J. MIZINGOU, *Caractérisation de l'okoumé (Aucoumea klaineana) dans la forêt du littoral congolais*. DGRST, Actes des premières journées nationales sur la recherche forestière au Congo, Brazzaville, 26-29 Juin 2006.
- [11] - J. YOKA, J. J. LOUMETO, J. DJEGO, J. VOUIDIBIO et D. EPRON, Évaluation de la diversité floristique en herbacées des savanes de la cuvette congolaise (République du Congo), *Afrique SCIENCE*, 09(2) (2013) 110 - 123.

- [12] - V. KIMPOUNI, J. J. LOUMETO et J. MIZINGOU, Diversité floristique du faciès forestier à *Aucoumea klaineana* (okoumé) du littoral congolais, *Acta Bot. Gallica*, 155 (3) (2008) 323 - 334.
- [13] - L. F. DOWSETT, Contribution à l'étude de la végétation forestière du Parc National d'Odzala (Congo). Projet ECOFAC, Composante Congo, *Bruxelle (BEL) : AGRECO*, (1995) 55.
- [14] - J. POULSEN et C. CLARK, Etude de faisabilité de la réserve communautaire du Lac — Télé. *Rapport*, (2002) 148.
- [15] - G. NSONGOLA, L. OKANDZA & T. KING, Botanical analysis of Abio island, south-west Lefini Reserve, Congo, (2006) 31.
- [16] - V. KIMPOUNI, P. MBOU, G. GAKOSSO et M. MOTOM, Biodiversité floristique du sous-bois et régénération naturelle de la forêt de la Patte d'Oie de Brazzaville, Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(3) (2013) 1255 - 1270.
- [17] - F. KOUBOUANA, Les forêts de la Vallée du Niari (Congo) : études floristiques et structurales, Thèse : Ecologie, Université Pierre Marie Curie, Vol. 3, (1993) 364.
- [18] - C. EVRARD, Recherche Ecologique sur le Peuplement Forestier des Sols Hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise, *Série Scientifique n°110*, (1968) 295.
- [19] - G. GILBERT, La masse forestière Congolaise : Son implantation et ses divers faciès. *Bois et Forêts des Tropiques (FRA) ; Vol. 204*, (1984) 3 - 19.
- [20] - B. DUPUY, J. J. LOUMETO, L. AMSALLEM, C. GERARD, R. NASI, H. F. MAITRE, F. REOLON, C. FARGEOT, F. JORI, Gestion des écosystèmes forestiers denses d'Afrique tropicale humide, 2, Congo, *Les Bibliographies du CIRAD ; Ouvrage, Montpellier, Cirad-forêt*, 1-32 (1999) 146.
- [21] - G. MOKEMO, R. MOUSSONISSA et J. MANDAVO, Géographie au CM, 1 volume. *INRAP/EDICEF, Collection n°26-Edition n°03*, (2002) 128.
- [22] - G. RAKOTONDRABE, R. NDIAMANANA, H. NGELE, F. Otto, G. F. BONDEKO, TWAGIRASHYAKA, R. MOBONGO, S. DONGO et G. ENGOUMBE, Plan d'aménagement et de gestion simplifié de la macrozone d'Impfondo (Lac - Télé et Lac - Tumba), (2011) 1 - 69.
- [23] - J. M. MOUNTSAMBONTE, Rapport National sur la diversité biologique, *République du Congo*, (1999).
- [24] - COMIFAC, Les Forêts du Bassin du Congo: Etat des Forêts 2006. (2006) 91-228 : 258.
- [25] - V. S. BRUHIER, M. L. MOYNE et J. J. BRUN, la richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie), *Ingénieries - E A T*, (1998) 47-59 <hal-00461198>
- [26] - R. BARBAULT, Ecologie générale, Structure et fonctionnement de la biosphère. *Masson et Cie Ed., Paris*, (1997) 286.
- [27] - L. LEGENDRE et P. LEGENDRE, Ecologie numérique : la structure des données écologiques. 2^{ème} ed., *Tome 2, Collection d'Ecologie*, 13 (1984) 261.
- [28] - E. C. PIELOU, The Interpretation of Ecological Data: A Primer on Classification and Ordination. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons: New York, (1984).
- [29] - R. J. NGUEGUIM, Production et Diversité Floristique des Ligneux en Forêt dense d'Afrique Tropicale Humide du Cameroun : Sites de Mangombé, Bidou et Campo. Thèse : Ecologie forestière, *Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, (2013) 214.
- [30] - K. J. GASTON, Global patterns in biodiversity, *in: Nature* 405.6783, 220 (2000) 227.
- [31] - L. A. KOUKA, Etude floristique des forêts du Parc national d'Odzala (Congo-Brazzaville), *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, (2006) 153:1, 49-81, DOI: 10.1080/12538078.2006.10515522
- [32] - M. GOUNOT, Méthode d'étude quantitative de la végétation, *Masson, Paris*, (1969) 314.
- [33] - H. A. GENTRY, Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients, *Annals of the Missouri Botanical Garden, Vol. 75*, No. 1 (1988) 1 - 34.