



## Analyse floristique et phytogéographique de la forêt de la Djoumouna (République du Congo)

### Floristic and phytogeographical analysis of Djoumouna forest (Republic of Congo).

Edmond Sylvestre MIABANGANA<sup>1,2</sup>, Constantin LUBINI AYINGWEU<sup>1</sup> & François MALAISSE<sup>3,4</sup>

**Abstract:** The Djoumouna forest is located 24 km south-east of Brazzaville. In order to understand its floristic richness and its chronological position better, an analysis of the flora and the auto-ecological and phytogeographical spectra of the species was undertaken. This study is based on the floristic material of various botanical surveys; vouchers are deposited at the National Herbarium of the Congo (IEC). In an area of 8.5 hectares prospected, 458 species, of which four were new for the flora of Republic of Congo, were described. They are distributed in 102 families and 309 genera. Fabaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Malvaceae and Apocynaceae families being the most represented. Regarding the ecological spectra of the flora, phanerophytes, sarcochorous and species of the vegetation class *Strombosio-Parinarietea*, are predominant, confirming the aspect and maturity of the forest. Regarding the phytogeographical distribution, the high representation of the base element and the presence of two endemic families and eight endemic genera integrate well in this flora of the Guinean-congolaise centre of endemism, at the crossroads of Congolian and Lower-Guinea domains. Apart from some isolated cases of disturbance, there has been little impact on the flora and vegetation of the site. Particular care should therefore be taken in any development of this fragile ecosystem, because of its rich flora, its importance as a regulator of the local climate and its role in carbon sequestration.

Key-words: Flora, autoecological and phytogeographical spectra, Djoumouna forest, high endemism, Republic of the Congo.

**Résumé :** La forêt de la Djoumouna est située à 24 km au sud-est de Brazzaville. Pour mieux connaître sa richesse floristique et sa position chorologique, une analyse de la florule, des spectres autoécologiques et phytogéographiques des espèces a été entreprise. Cette étude a été effectuée à partir du matériel floristique provenant de différentes prospections botaniques, collection de référence déposée à l'Herbier National du Congo (IEC). Sur une superficie de 8,5 hectares prospectée, 458 espèces dont quatre nouvelles pour la République du Congo, ont été inventoriées. Elles appartiennent à 102 familles et 309 genres. Les familles des Fabaceae, des Rubiaceae, des Euphorbiaceae, des Poaceae, des Apocynaceae et des Malvaceae sont les plus diversifiées en nombre d'espèces. Les spectres écologiques mettent en évidence la forte représentativité des phanérophytes, des mésophylles, des sarcochores et des espèces de la classe des *Strombosio-Parinarietea*, confirmant de facto la nature et la maturité forestières du site. Sur le plan phytogéographique, la prépondérance de l'élément base décelé ainsi que la présence de deux familles et de huit genres endémiques, intègrent bien cette florule au Centre d'endémisme guinéo-congolais, au carrefour des domaines congolais et bas-guinéen. En dehors de quelques cas isolés d'impact sur la flore et la végétation, une attention particulière doit être apportée à cet écosystème fragile, en vue de son aménagement à titre conservatoire, de la sauvegarde de sa richesse floristique et comme régulateur du climat local et puits de séquestration du carbone.

Mots-Clés : Flore, spectres autoécologiques, spectres phytogéographiques, forte endémicité, forêt de Djoumouna, République du Congo.

<sup>1</sup> Laboratoire de Systémique, Biodiversité et Conservation de la Nature, Département des Sciences et Génie de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

<sup>2</sup> Herbier National du Congo (IEC), Institut National de Recherche en Sciences Exactes & Naturelles (IRSEN) B.P. 2400-Brazzaville, République du Congo. [miabedmondsyl@yahoo.fr](mailto:miabedmondsyl@yahoo.fr)

<sup>3</sup> Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique.

[malaisse1234@gmail.com](mailto:malaisse1234@gmail.com) <sup>4</sup> Botanical Garden Meise, Nieuwelaan 38, B-1830, Meise, Belgique

## INTRODUCTION

La République du Congo reste un des rares pays d'Afrique centrale à ne pas disposer d'une flore, si ce n'est un inventaire de plantes vasculaires de SITA & MOUTSAMBOTE (1988), qui se réduit à une liste de noms, sans indications de répartition, ni d'échantillons de référence (LACHENAUD, 2009).

Complété par la liste de CHAMPLUVIER & DOWSETT-LEMAIRE (1999), les données inédites provenant des herbiers de l'Institut de Botanique de Montpellier (MPU), de l'Université Libre de Bruxelles (BRLU), du Jardin Botanique National de Belgique (BR) et de la liste de GILLET & DOUCET (2012), un inventaire floristique de 4.582 espèces peut être établi. Cette valeur est très nettement inférieure à la valeur estimée par la Mission ACCT (ADJANOHOUN *et al.*, 1988). Il est vraisemblable que de nombreuses espèces restent à découvrir, sans pour autant pouvoir affirmer que cette prévision puisse être atteinte.

Sur le plan de la chorologie nationale, l'esquisse des territoires phytogéographiques du Congo (KIMPOUNI *et al.*, 1992), inspirée de la carte des régions naturelles du Congo (DESCOINGS, 1969), reste le meilleur cadre de référence. Même intégrée au système de WHITE (1979, 1986) cette esquisse, élaborée à partir des grands traits physiographiques, pose un problème dans l'appréciation de l'indice de connexion du matériel floristique entre les onze districts floristiques. Ces derniers du reste ne sont pas toujours suffisamment connus botaniquement, pour l'élaboration d'une carte définitive. Des prospections botaniques supplémentaires et la caractérisation à l'échelle nationale des groupements végétaux associés s'avèrent nécessaires pour affiner cette répartition chorologique.

La ville de Brazzaville et son hinterland, à l'instar d'autres villes d'Afrique centrale, est confrontée à la dégradation des écosystèmes forestiers périurbains (MARIEN, 2008) ; cet espace connaît une érosion insidieuse de sa diversité biologique. En effet, sous l'effet conjugué de l'affectation des terres à des fins culturelles, de l'approvisionnement des ménages urbains en ressources dendro-énergétiques (bois de chauffe et de carbonisation) et de l'urbanisation, les paysages ne cessent d'être morcelés, avec pour corollaire des profondes modifications tant structurales que physiologiques dans les écosystèmes naturels.

Dans cette matrice anthropisée, composée en majorité de formations herbacées à *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf, de jachères à *Panicum maximum* Jacq. et de fourrés secondaires à *Sclerocroton cornutus* (Pax) Kruijt & Roebers et *Oncoba welwitschii* Oliv., seuls quelques lambeaux forestiers matures, en position relictuelle, sont décelés. Ces derniers sont plus ou moins conservés, soit en raison de leur isolement naturel au sein des domaines insulaires du fleuve Congo dans le plateau des Cataractes, soit en bénéficiant d'une protection institutionnelle. C'est dans cette dernière catégorie, que s'insère la forêt de la Djoumouna, sous cotutelle des Scouts et Guides Catholiques du Congo (ASGC) et du Centre piscicole domaniale.

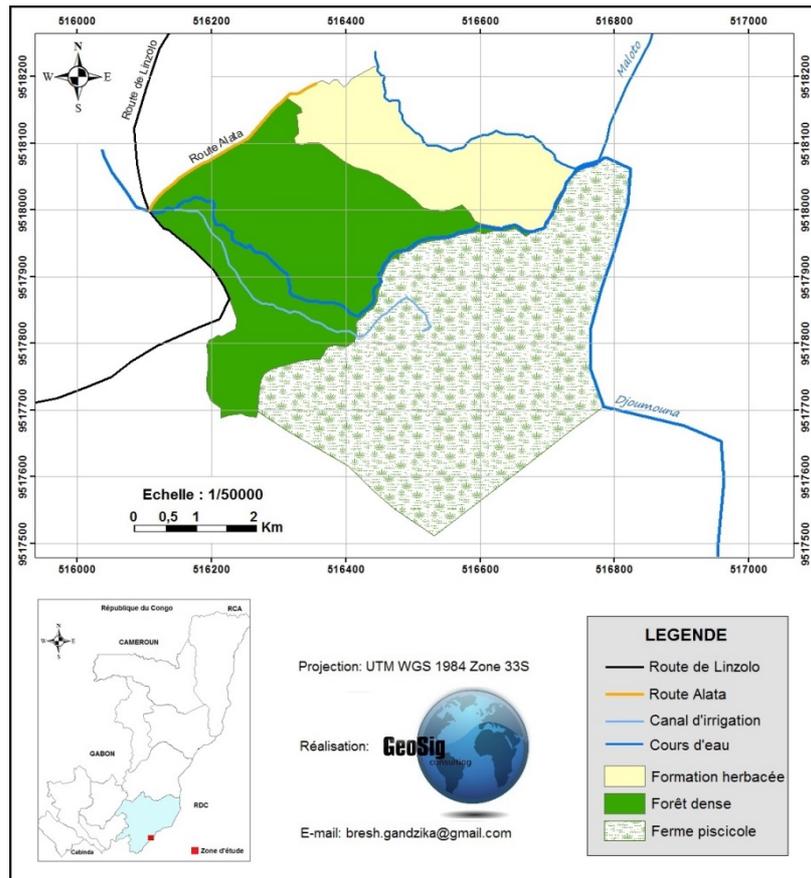
Cependant, en absence de toute alternative énergétique pour les ménages urbains, cette fragmentation forestière à long terme ne pourra être arrêtée, et de facto elle transgressera les forêts matures résiduelles. Malgré son inscription parmi les 23 sites critiques du pays, inventoriés par la Commission ministérielle mise en place par le Ministère des Eaux et Forêts, le 25 Juin 1974, motivée par la 6<sup>ème</sup> résolution prise au III<sup>ème</sup> Congrès International du Fond Mondial pour la Nature (W.W.F) lors de sa réunion à Bonn le 5 Octobre 1973, aucune attention particulière n'a été portée à ce site, et ceci malgré sa richesse floristique.

Le présent travail constitue une première analyse du matériel floristique récolté dans le site et déposé à l'Herbier National du Congo (IEC). Nous nous proposons d'identifier la florule vasculaire de ce domaine forestier, d'analyser les spectres écologiques des espèces végétales, ainsi que de mieux préciser la place de la Djoumouna dans le Centre d'endémisme guinéo-congolais.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

Le cordon ripicole de la Djoumouna est situé à 24 kilomètres au sud-est de Brazzaville (04°22'S-15°09'E) (Fig.1), dans le Département administratif du Pool, Sous-préfecture de Goma tsé-tsé. Ce cordon fait partie d'un vaste domaine, Yaka-yaka, d'une superficie de 8,5 hectares. Il est arrosé



**Figure 1** : Localisation géographique de la zone d'étude.

par un cours d'eau permanent, petit affluent du Congo, la Djoumouna qui prend sa source à Koubola, à une quinzaine de kilomètres en amont. Il est limité à l'Est, par la rivière Djoumouna et l'un de ses affluents, la Maloto, au Sud, par la ferme piscicole de Djoumouna, la Ngarage et la Ngabankala dont les sources sont voisines, enfin à l'Ouest par d'autres affluents de la Djoumouna et la route Nganga Lingolo-Linzolo.

Le climat est bas-congolais de type soudano-guinéen (AUBRÉVILLE, 1949 ; SAMBA-KIMBATA, 1978) qui, selon la classification de KÖPPEN (1936) est de type  $AW_4$ , c'est-à-dire caractérisé par une saison pluvieuse longue, entrecoupée par une saison sèche de 4 mois, de juin à septembre.

Le substratum géologique est représenté essentiellement par des formations sédimentaires du Précambrien supérieur, de nature schisto-gréseuse où elles forment la série de l'Inkisi, et composé des arkoses et des grès feldspathiques, alors que les sols appartiennent à la classe des sols ferrallitiques fortement désaturés remaniés jaunes (DENIS, 1974).

Au niveau de la chorologie locale, le site fait partie intégrante du Domaine de la Basse-Guinée, Secteur de transition Bas-guinéo-zambézien et du District floristique du Plateau des Cataractes (KIMPOUNI *et al.*, 1992).

### Méthodes de collecte et de traitement des données

Des inventaires botaniques ont été entrepris dans ce site depuis 1998, ils se sont poursuivis jusqu'en 2016, et ont été complétés par le dépouillement des données phytosociologiques en cours. La méthode est qualitative ; elle consiste à noter la présence ou l'absence d'une espèce dans chaque bloc, à partir du plan d'échantillonnage.

Pour chaque espèce récoltée et identifiée *in situ*, le type biologique est noté. L'identification s'est poursuivie à l'Herbier National, par la consultation des différentes Flores, à savoir Flore d'Afrique centrale (F.A.C), du Cameroun (F.C), du Gabon (F.G). D'autres ouvrages, parfois fort bien

illustrés ont encore été consultés, tels TAILFER (1990), PAUWELS (1993), HAWTHORNE & JONGKIND (2006), HAWTHORNE & GYAKARY (2006), HARRIS & WORTLEY (2008).

La consultation de cette documentation scientifique, faite concomitamment avec la comparaison d'exsiccata d'herbiers de référence, nous a encore permis de disposer de l'identification des types de diaspores, du statut phytosociologique et de la distribution phytogéographique des espèces.

La nomenclature ptéridophytique et lycophytique adoptée est celle de la séquence linéaire des familles et genres existants (CHRISTENHUSZ *et al.*, 2011), alors que celle des Angiospermes suit l'APG IV (2016), appuyée par les travaux de LEBRUN & STORK (1991-2012) et est accessible sur le site régulièrement mis à jour.

Deux indices ont été calculés pour la florule.

Le premier concerne le quotient spécifique de Szymkiewicz (EVRARD, 1968), formulé par  $I = Sp/G$  ; dans lequel  $Sp$  signifie le nombre d'espèces et  $G$ , celui des genres. Il est utilisé pour apprécier la maturité de la flore ; plus sa valeur est relativement basse, plus la flore est stable.

Quant au deuxième, il se rapporte au quotient ptéridophytique ( $QPt = \text{Nombre des Pteridophyta-Lycophyta} / \text{Nombre des Spermatophyta} \times 100$ ). Il est calculé pour apprécier la diversité des Trachéophytes à spores, et de facto renseigner sur le microclimat du site, en particulier l'hygrométrie. Une valeur supérieure ou égale à 10%, est considérée comme une bonne occurrence de la flore ptéridophytique et lycophytique (LEBRUN, 1960).

## CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

### Types biologiques (TB)

L'examen des types biologiques permet de déterminer les stratégies adaptatives, ainsi que la physionomie de la végétation. Nous avons adopté les types biologiques définis d'après la classification de RAUNKIAER (1934) modifiées par LEBRUN (1947), à savoir :

Phanérophytes (Ph) : arbres, arbustes et arbrisseaux, lianes.

Chaméphytes (Ch) : sous-arbrisseaux ;

Hémicryptophytes (Hc) : herbacées pérennes ;

Géophytes (Ge) : plantes à tubercules, rhizomes ou bulbes ;

Thérophytes (Th) : plantes annuelles et des hydrophytes (Hydro) : plantes aquatiques.

### Types de diaspores (TD)

Les types de diaspores renseignent sur le mode de dissémination des espèces. Huit catégories de diaspores définies par DANSEREAU & LEMS (1957) ont été retenues :

Ballochores (Ballo) : diaspores expulsées par la plante elle-même ;

Barochores (Baro) : diaspores sèches ou charnues, lourdes ;

Desmochores (Desmo) : diaspores adhésives, épineuses ou accrochantes, hérissées ;

Pogonochores (Pogo) : diaspores à appendices plumeux ou soyeux, poils aigrettes ;

Ptérochores (Ptéro) : diaspores à appendices aliformes ;

Sarcochores (Sarco) : diaspores totalement ou partiellement charnues ;

Sclérochores (Scléro) : diaspores minuscules, légères, sans caractères particuliers et dont la masse est inférieure à 1 gramme

Pléochores (Pléo) : diaspores munies d'un dispositif de flottaison.

### Types foliaires

Les types des grandeurs foliaires ont été inspirés du système de RAUNKIAER (1934), repris par de nombreux auteurs, notamment MALAISSE (1976), LUBINI (1997, 2001), MASSENS (1997), NSHIMBA (2008), BELESI (2009) et HABARI (2009), RUELLE & MALAISSE (2016).

Il s'agit des types suivants :

Les aphyllés (Aph) : plantes sans feuilles ;

Les leptophyllés (Lepto) : surface de la feuille inférieure à  $0,2 \text{ cm}^2$  ;

Les nanophyllés (Nano) :  $0,2 - 2 \text{ cm}^2$  ;

Les microphylls (Micro) : 2 - 20 cm<sup>2</sup> ;  
Les mésophylls (Méso) : 20 - 200 cm<sup>2</sup> (2 dm<sup>2</sup>) ;  
Les macrophylls (Macro) : 2 – 20 dm<sup>2</sup>.

### Groupes écosociologiques

Les groupes écosociologiques permettent de déceler les espèces qui présentent une affinité entre elles et une tendance à se retrouver dans un même milieu (DUVIGNEAUD, 1949). Les catégories suivantes, ne prenant en compte que les classes de végétation, ont été retenues :

- ✓ Classe des *Ctenio-Loudetieta simplicis* Duvigneaud 1949 (CL) : espèces de formations herbacées zambéziennes hygrophiles où prédominent les Hémicryptophytes.
- ✓ Classe des *Musango-Terminalieta* Lebrun et Gilbert 1954 (MT) : elle regroupe les espèces des habitats perturbés par l'homme qui comptent : les espèces des forêts secondaires en général.
- ✓ Classe des *Halleeta* Schmitz 1963 (Ha) : forêts hygrophiles d'eau douce. Dans notre dition, cette classe regroupe les espèces qui affectionnent la fraction ripicole de la rivière éponyme.
- ✓ Classe des *Potametea* Tüxen et Preising 1942 (Po) ; végétation aquatique des eaux calmes et courantes, douces ou salées.
- ✓ Classe des *Phragmitetea* Tüxen & Preising 1942 (Phrag) : végétations herbacées d'eaux douces et saumâtres, des régions chaudes et froides
- ✓ Classe des *Ruderali-Manihotetea* Taton 1949 (RM) ; végétation nitrophile, rudérale, culturale et post culturale.
- ✓ Classe des *Soncho-Bidentetea pilosi* Hoff 1991 (SB) : les espèces des végétations culturales et post culturales intertropicales.
- ✓ Classe des *Strombosio-Parinarieta* Lebrun et Gilbert 1954 (SP) : cette classe regroupe les espèces de forêt mature.

### Groupes phytogéographiques (GP)

Les groupes phytogéographiques des espèces inventoriées permettent de déterminer la position phytogéographique de notre dition. En se référant aux subdivisions phytochorologiques de l'Afrique centrale, telles que proposées WHITE (1979, 1986), nous avons retenu les catégories suivantes :

Les espèces à très large distribution qui sont répandues dans plusieurs parties du monde, soit les espèces :

- Pantropicales (Pant) : espèces répandues en Afrique, Amérique, Asie tropicale et en Australie (régions intertropicales) ; ex : *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.
- Afro-néotropicales (Ant) [Afro-Américaines (Aa)] : espèces existant en Afrique et en Amérique tropicale ; ex : *Entada gigas* (L.) Fawc. & Rendle.
- Paléotropicales (Pal) : espèces rencontrées en Afrique et en Asie tropicale ainsi qu'à Madagascar et en Australie = ancien monde tropical ; ex : *Trema orientalis* (L.) Blume.

Les espèces africaines à large distribution, autres que les espèces régionales. Elles sont répandues dans plusieurs régions phytogéographiques du continent, notamment les espèces :

- Afro-tropicales continentales (At) : rencontrées dans plusieurs phytochories en Afrique tropicale continentale ; ex : *Pseudospondias microcarpa* (A.Rich.) Engl.
- Afro-malgaches (AM) : distribuées en Afrique, au Madagascar et les îles voisines ; ex : *Harungana madagascariensis* Lam. ex Poir.

Les espèces endémiques du centre régional d'endémisme guinéo-congolais :

- Les espèces omni-guinéo-congolaises (GC) : observées dans toute la région guinéo-congolaise ou encore espèces pluri domaniales, ex : *Sclerocroton cornutus* (Pax) Kruijt & Roebers ;

- Les espèces guinéennes (G) : distribuées dans les domaines de la Haute et de la Basse Guinée, ex : *Dicranolepis laciniata* Gilg. ;
- Les espèces bas-guinéennes (BG) : distribuées dans le domaine Bas-guinéen, ex : *Hymenostegia neoaubrevillei* J. Léonard ;
- Les espèces bas-guinéo-congolaises (BGC) : présentes dans les sous-centres bas guinéen et congolais ; distribuées du Nigéria en République Démocratique du Congo, ex : *Scorodophloeus zenkeri* Harms ;
- Les espèces du sous-centre congolais (C) au sens de WHITE (1979), ROBYNS (1948), LUBINI (2001) et YONGO & de FOUCAULT (2001) ; espèces répandues dans le bassin hydrographique du fleuve Congo ; ex : *Syzygium brazzavillense* Aubrév. & Pellegr.

Les espèces des zones de transition régionale :

- Les espèces guinéo-congolaises-zambéziennes (GC-Z) : espèces rencontrées dans la zone de transition guinéo-congolaise- zambézienne ; ex : *Haumania liebrechtsiana* J.Léonard.
- Les espèces de transition guinéo-congolaises-soudaniennes (GC-S) : espèces rencontrées dans la zone de transition guinéo-congolaise- soudanienne ; ex : *Costus lucanusianus* J.Braun & K.Schum.

## RESULTATS

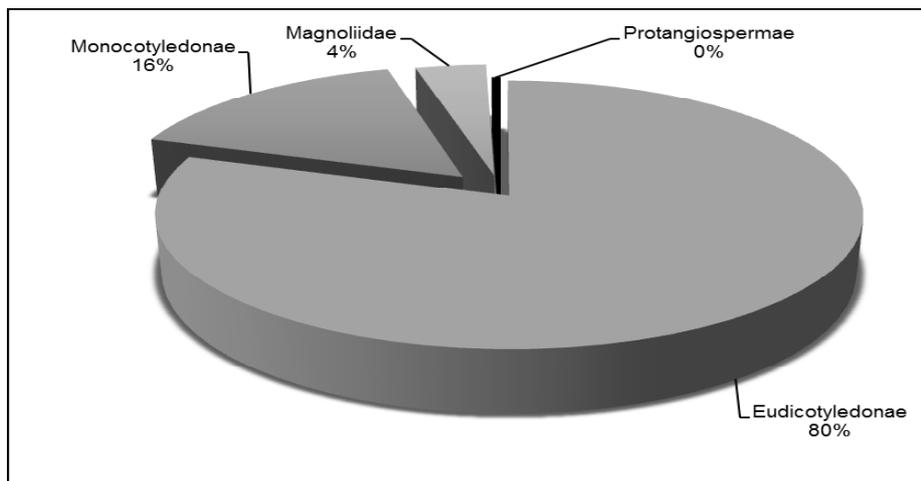
### Richesse floristique

Une matrice globale de 458 espèces et taxons infraspécifiques a été retenue. Mais il est nécessaire de rappeler qu'une cinquantaine de taxons sont encore, à ce jour, non identifiés. Ces 458 taxons appartiennent à 309 genres et 102 familles. Les Spermatophyta (94%) dominent très largement les Pteridophyta et Lycophyta (6%) dans cette florule. Parmi les Spermatophyta, 99,8% reviennent aux Angiospermae et seulement 0,23% aux Gymnospermae. Ces dernières ne sont représentées que par *Gnetum africanum* Welw., appartenant à la famille des Gnetaceae.

Quant aux Trachéophytes à spores, la famille des Polypodiaceae y est la mieux représentée, avec 4 genres et 5 espèces.

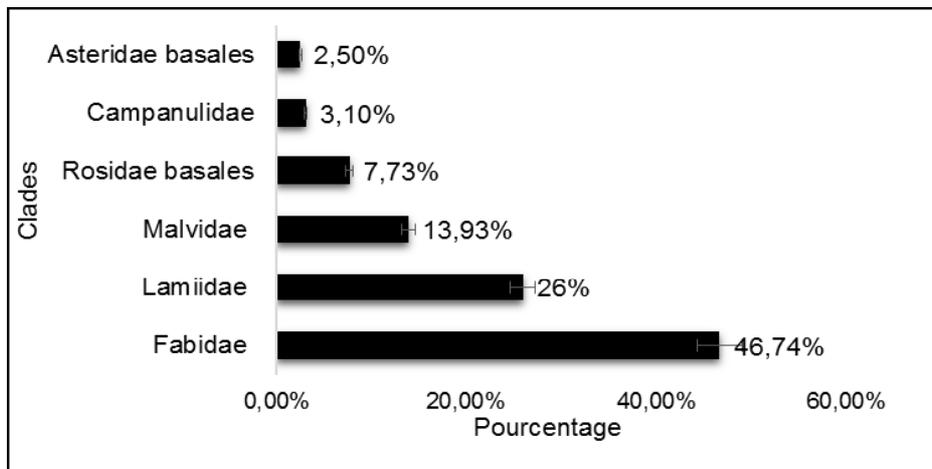
Le quotient spécifique de Szymkiewicz donne la valeur de 1,5 dans cette florule, alors que le quotient ptéridophytique et lycophytique est de 6,5%.

Chez les Angiospermae, les Eudicotyledonae (80%) dominent largement les autres catégories cladistiques (Figure 2).



**Figure 2 :** Spectres de richesse spécifique de différents clades angiospermiens.

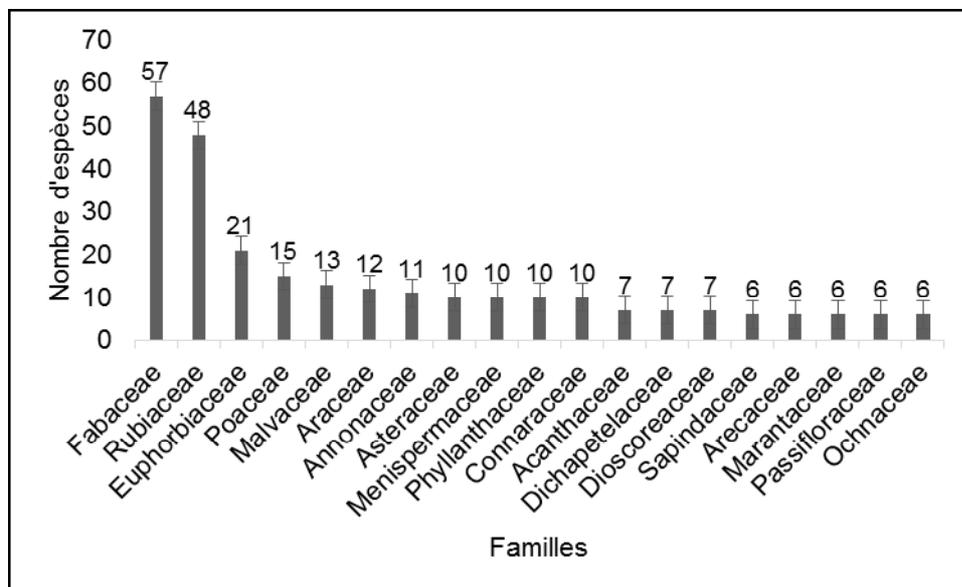
Chez les Eudicotyledonae, clade le plus représentatif des Angiospermae, les Fabidae ou Eu-Rosidae I (46,74%) dominent respectivement les autres catégories. La figure 3 présente la richesse spécifique des différents clades.



**Figure 3 :** Spectres de richesse spécifique de différents clades d'Eudicotyledonae.

Dans le clade des Fabidae (Eu-rosidae I), l'ordre des Malpighiales est le plus diversifié avec 19 familles qui recèlent 75 espèces. Dans ce groupe, les familles les mieux pourvues sont celles des Euphorbiaceae et des Phyllanthaceae qui ont respectivement 21 et 10 espèces.

Quant aux 19 familles les mieux diversifiées en espèces (comportant au moins 6 espèces) de la florule, elles sont reprises dans la figure 4. Ces dernières représentent à elles seules 58,5% du total floristique, qui relèvent de 13 familles de Dicotyledonae, 5 familles de Monnocotyledonae, et une famille de Magnoliidae.



**Figure 4 :** Diversité spécifique de 19 principales familles de la florule.

Dans la grande famille des Leguminosae, la sous-famille des Caesalpinioideae (30 espèces) devance les Faboideae (19 espèces) et les Mimosoideae (10 espèces).

Nos récoltes ont permis de déceler quatre espèces nouvelles pour la flore du Congo, il s'agit de *Dactyladenia hirsuta* (A. Chev. ex De Wild.) Prance & F. White (Chrysobalanaceae), *Graphorchis lurida* (Sw.) Kuntze (Orchidaceae), *Maranthes chrysophylla* (Oliv.) Prance subsp. *coriacea* F. White (Chrysobalanaceae) et *Sherbournia zenkeri* Hua (Rubiaceae).

## Les caractéristiques autoécologiques

### Les types biologiques (TB)

L'analyse quantitative des types biologiques montre que les Phanérophytes (78,6%) sont le type dominant de la florule. Les autres catégories sont faiblement représentées (Figure 5). Parmi les Phanérophytes, nous avons retenus plusieurs grands arbres qui impriment leur physionomie à la formation végétale. Signalons, entre autres : *Anopyxis klaineana* (Pierre) Engl., *Aphanocalyx microphyllus* (Harms) Wieringa subsp. *microphyllus*, *Aptandra zenkeri* Engl., *Chrysophyllum subnudum* Baker, *Dacryodes pubescens* (Vermoesen) H.J.Lam, *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perr.) Brenan, *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J.Léonard, *Hymenostegia neoaubrevillei* J. Léonard, *Irvingia grandifolia* (Engl.) Engl., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Millettia laurentii* De Wild., *Petersianthus macrocarpus* (P.Beauv.) Liben, *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan, *Quassia silvestris* Cheek & Jongkind, *Santiria trimera* (Oliv.) Aubrév., *Scorodophloeus zenkeri* Harms, *Staudtia kamerunensis* Warb. var. *gabonensis* (Warb.) Fouilloy.

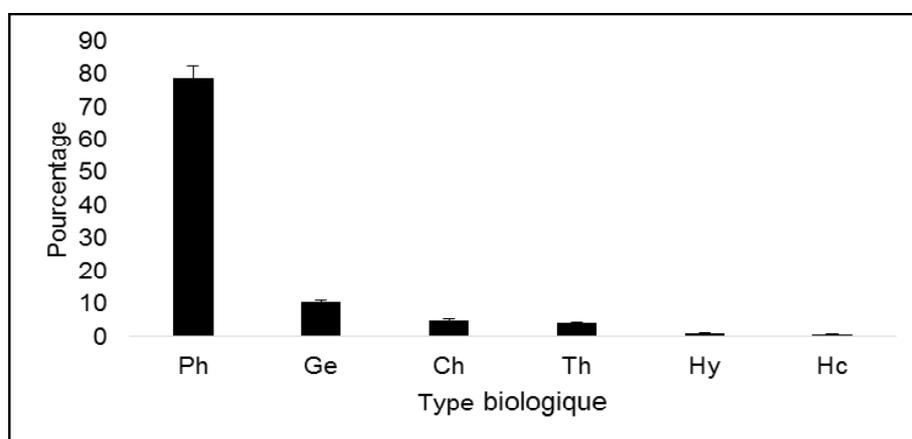


Figure 5 : Spectre biologique de la florule.

### Les types foliaires

Les sept catégories de RAUNKIAER (1934) sont caractérisées dans cette florule, avec une prépondérance du type mésophylle (67%) qui domine largement cette gamme. La figure 6 reprend toutes les catégories inventoriées.

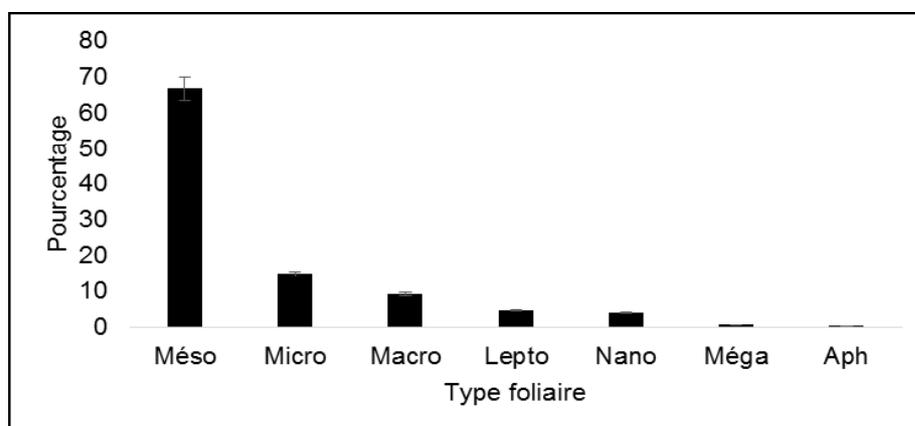


Figure 6 : Spectre des types foliaires de la florule.

## Les types de diaspores

L'analyse des types de diaspores montre que les Sarcocores (57%) sont le type dominant de la florule ; elles sont suivies des Ballocores et des Sclérocores (Figure 7).

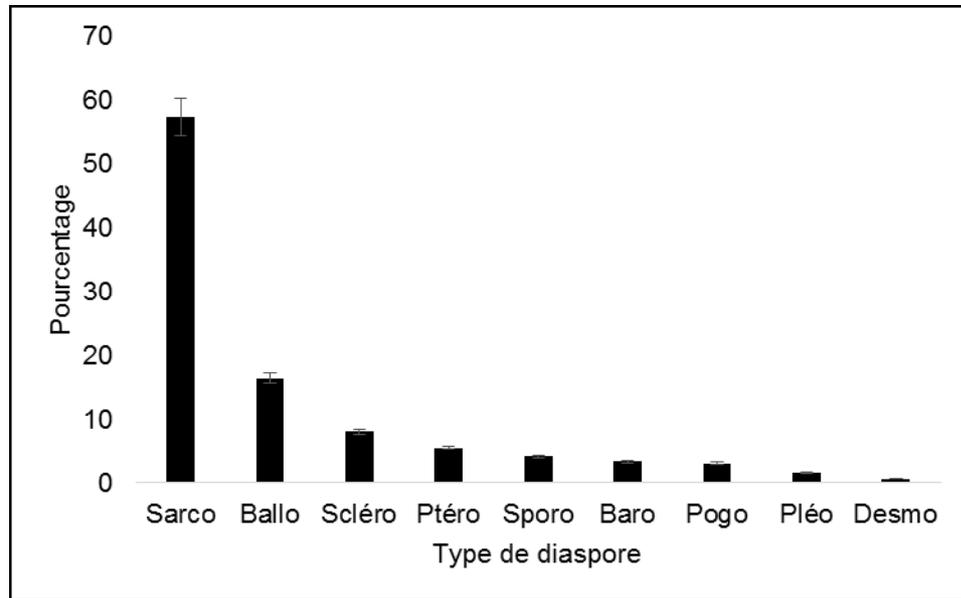


Figure 7 : Spectre des types de diaspores de la florule. (Sarco = Sarcocores, etc.)

## Les groupes écotoxicologiques

Deux groupes écotoxicologiques sont prépondérants dans cette florule : les espèces de la classe de *Strombosio-Parinarietea* (SP) et celles de *Musango-Terminalietea* (MT), qui représentent respectivement 47% et 35%. Ces deux catégories sus-énumérées sont suivies par les espèces de la classe de *Halleetea* (Ha : 11%). La figure 8 en donne les différents spectres.

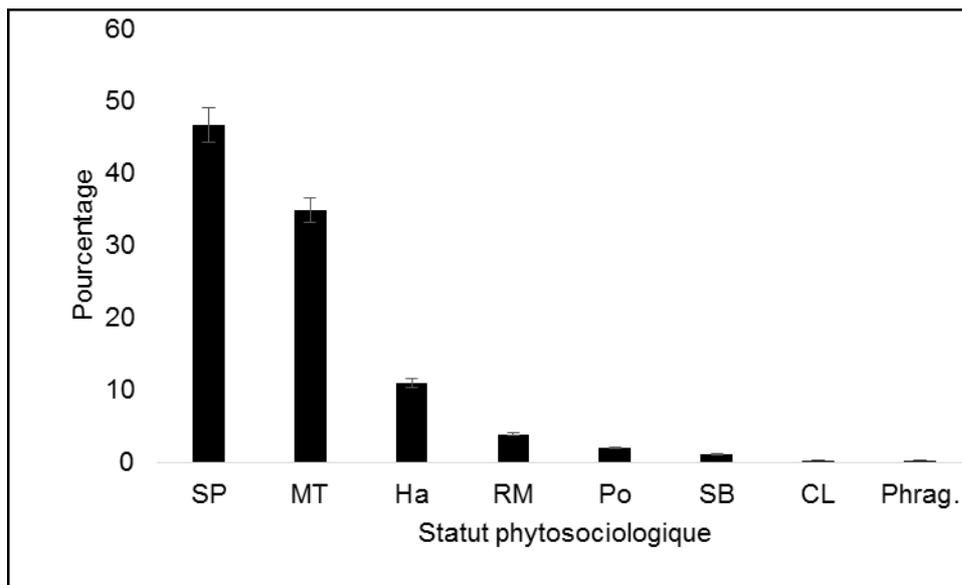


Figure 8 : Spectre des classes de végétation de la florule.

## Groupes phytogéographiques

Sur une matrice de 453 espèces, l'analyse des spectres chorologiques montre que les espèces endémiques dominent largement la florule avec 71,74%. Dans cette catégorie, les espèces omniguinéo-congolaises sont prépondérantes (45,23%). Le tableau 1 met en relief toutes les catégories chorologiques de la florule inventoriée.

**Tableau 1 :** Groupes chorologiques de la florule.

Catégories chorologiques		Nombre	%
<b>Espèces endémiques : EE</b>		<b>325</b>	<b>71,74%</b>
Omniguinéo-congolaises	GC	147	
Bas-guinéo-congolaises	BGC	86	
Congolaises	C	60	
Bas-guinéennes	BG	26	
Guinéennes	G	6	
<b>Espèces de liaison : EL</b>		<b>9</b>	<b>1,99%</b>
Guinéo-congolaises-zambéziennes	GC-Z	8	
Guinéo-congolaises-soudaniennes	GC-S	1	
<b>Espèces africaines à large distribution : EALD</b>		<b>72</b>	<b>15,93%</b>
Afro-tropicales continentales	At	60	
Afro-malgaches	AM	12	
<b>Espèces à très large distribution : ETLD</b>		<b>48</b>	<b>10,62%</b>
Pantropicales	Pant	28	
Paléotropicales	Pal	18	
Afro-Américaines	Aa	2	

## DISCUSSION

En vue d'une comparaison de nos résultats avec des études analogues et notamment celles de SITA (1980), de MANDANGO (1982) et de GUILLAUMET (1967), nous avons repris leurs inventaires et les avons actualisé sur base de l'approche APG IV. Les modifications concernent principalement les familles des Euphorbiaceae et des Leguminosae. Pour la première, les genres *Antidesma*, *Drypetes*, *Microdesmis*, *Phyllanthus* et *Uapaca* ont été soustraits ; pour la deuxième les anciennes familles des Caesalpiniaceae, Fabaceae et Mimosasaceae ont été ramenées au niveau de sous-familles. Les tendances dégagées restent les mêmes, avec une forte diversité des Leguminosae, Rubiaceae et Euphorbiaceae.

Les proportions centésimales, 94% de Spermatophyta et 4% des Pteridophyta et Lycophyta, ne sont guère surprenantes. La large richesse floristique des Trachéophytes à graines sur les Trachéophytes à spores est en congruence avec la quasi-totalité des travaux entrepris dans le bassin du Congo (SITA, 1980 ; MANDANGO, 1982 ; NSHIMBA, 2008, BELESI, 2009 ; HABARI, 2009). Ce sont les mêmes proportions qui reflètent le quotient ptéridophytique (*Q.Pt.*) qui est de l'ordre de 6,5%, mais cependant inférieur à 10%. Ce trait témoigne de la faible occurrence spécifique des Pteridophyta et Lycophyta dans la florule inventoriée. Cependant la valeur de ce quotient est supérieure à celui de LEBRUN (1960), de LUBINI (2001) et de MIABANGANA & LUBINI (2015). Sur le plan mésologique, cette valeur est consécutive à la forte humidité atmosphérique et édaphique au niveau de la fraction ripicole du site, déjà signalée par TROUILLET *et al.* (1977). Cette humidité est entretenue par d'épaisses frondaisons et des cascades d'eaux où affluent des nombreuses fougères saxicoles, telles *Bolbitis acrostichoides* (Afzel. ex Sw.) Ching, *B. gaboonensis* (H.K.) Alston. (Figures 9 & 10).



Figure 9 : Vue partielle des cascades d'eau



Figure 10 : *Bolbitis acrostichoides*, fougère saxicole

Le quotient spécifique de Szymkiewicz donne la valeur de 1,5 pour cette florule, témoignant de la maturité de la florule, vu son statut de forêt bénéficiant d'une protection. En plus, les familles monospécifiques ont tendance à diminuer la valeur numérique de ce quotient. Nous en dénombrons 35 sur 102, soit 34% de toute la florule. On peut rapprocher ce quotient à celui de MIABANGANA & LUBINI (2015), LUBINI (1997), BOUPOYA-MAPIKOU (2011) ; respectivement sur l'île forestière du fleuve Congo, Loufézou, dans la réserve de Luki, en République Démocratique du Congo et dans le Parc National d'Ivindo au Gabon. Toutes ces ditions sont moins perturbées par l'action anthropique ; en plus les deux derniers bénéficient d'un statut d'aire protégée. On peut considérer que le cordon ripicole de la Djoumouna a déjà atteint l'équilibre édaphique.

La prépondérance des trois premières familles les plus diversifiées, à savoir les Leguminosae, les Rubiaceae et les Euphorbiaceae est également signalées par de nombreux auteurs qui ont travaillé sur des stations forestières du bassin du Congo : SITA (1980), MANDANGO (1982), NHSIMBA (2008), BELESI (2009), ROBBRECHT (1988) et MIABANGANA & LUBINI (2015) ; en Afrique occidentale, dans les forêts mésophiles au Bas-Cavally, en Côte d'Ivoire (GUILLAUMET, 1967). En sus, c'est parmi ces trois familles que se recrutent les ligneux, catégories qui impriment la physionomie forestière.

La florule de la Djoumouna est riche et diversifiée. En dehors d'une cinquantaine d'espèces indéterminées, quatre cent cinquante-huit espèces sur 8,5 hectares contribuent sans ambiguïté à sa richesse floristique, alors que celle de l'île Loufézou est de 376 espèces sur 35 hectares prospectés (MIABANGANA & LUBINI, op. cit), d'où la nécessité de sa conservation pour une gestion conservatoire. Notons, qu'en dehors des quatre espèces nouvelles pour le Catalogue des plantes vasculaires (SITA & MOUTSAMBOTE, op. cit.), citées ci-avant, *Cynometra oddonii* De Wild. (Leguminosae-Caesalpinioideae), inventoriée dans cette florule, n'était jusque-là signalée que dans la partie septentrionale du pays (GILLET & DOUCET, 2012), domaine congolais au sens de WHITE (1979). Cependant l'examen minutieux des échantillons de Sita (Sita, 1875 ; 1957, dans les récoltes effectuées en 1967), conservés à l'Herbier National (IEC), a montré que les échantillons dénommés *Cynometra sessiliflora* Harms ne sont en fait que ceux de *Cynometra oddonii* De Wild.

Les spectres écologiques mettent en évidence la suprématie numérique des phanérophytes, des mésophylles, des sarcochores et des espèces du *Strombosio-Parienarietea*, confirmant sans ambiguïté la nature et la maturité forestières du site. Ces observations sont similaires à celles rapportées par les auteurs cités plus haut, selon un gradient latitudinal, allant du climat équatorial au climat tropical humide. Les proportions centésimales des espèces du *Strombosio-Parinarietea* et celles du *Musango-Terminalietea*, donnent la prédiction d'une forêt hétérogène avant le dépouillement des données phytosociologiques et structurales. Les espèces du *Haleetea*, se trouvent confortées par la présence d'une rivière éponyme qui parcourt le site sur près de 1200 mètres et qui crée des conditions écologiques où les espèces de l'ordre du *Guibourtio-Oubanguietalia* demeurent occurrentes. Il est de même des idiotaxons du *Potometea* et du *Phragmitetea* qui affectionnent un substrat édaphique. Enfin les espèces relevant des classes de végétation non typiquement forestières, telles celles du *Ruderali-Manihotetea* et du *Soncho-Bidentetea pilosi* sont consécutives à des petits chablis intra-forestiers, dus à la chute d'arbres et à la création des pistes de circulation, favorisant ainsi leur prolifération.

Quant aux groupes phytogéographiques, à défaut d'une base de données sur d'autres îlots forestiers de faible superficie, nous comparons nos résultats à ceux que nous avons obtenus sur l'île Loufézou. En fait la Djoumouna, forêt relique de la partie continentale n'est distant que d'un kilomètre de sa voisine insulaire du fleuve Congo. Le tableau 2 met en exergue le contexte phytogéographique des florules des deux écosystèmes forestiers.

**Tableau 2** : Eléments et groupes phytogéographiques de la florule forestière.  
1 : Djoumouna (présente étude), 2 : Île forestière de Loufézou.

Catégorie phytogéographique	Nombre		(%)	
	1	2	1	2
<b>I. Espèces endémiques guinéo-congolaises</b>	<b>325</b>	<b>217</b>	<b>71,74</b>	<b>57</b>
Omni-guinéo-congolaises : GC	147	133		
Bas-guinéo-congolaises : BGC	86	70		
Congolaises : C	60	11		
Bas-guinéennes : BG	26	3		
Guinéennes : G	6	0		
<b>II. Espèces de liaison</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1,99</b>	<b>1</b>
Guinéo-congolaises –zambéziennes : GC-Z	8	2		
Guinéo-congolaise-soudaniennes: GC-S	1	0		
<b>III. Espèces africaines à large distribution</b>	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>15,93%</b>	<b>21</b>
Afro-tropicales At	60	72		
Afro-malgaches : AM	12	8		
<b>IV. Espèces à très large distribution</b>	<b>48</b>	<b>77</b>	<b>10,62%</b>	<b>21</b>
Pantropicales : Pant	28	51		
Paléo tropicales : Pal	18	15		
Cosmopolites : Cosm	0	7		
Afro- américaines : Aa	2	5		
<b>Total</b>	<b>453</b>	<b>376</b>		

Les espèces endémiques sont prépondérantes dans les deux sites, ce trait justifie la faible altération de la florule dans les deux sites et les intègre au Centre d'endémisme Guinéo-congolais. Toute fois la florule de la Djoumouna est plus pure, sans pour autant approcher la prévision de WHITE (Op cit) qui considère que la flore guinéo-congolaise est remarquablement pure, avec plus de 80% d'endémiques et seulement environ 10% d'espèces de liaison. Avec 1,99% seulement d'espèces de liaison inventoriées dans notre florule, nombre inférieur à la prévision de WHITE (op cit), ce trait vient confirmer de l'originalité de cette florule.

Dans notre florule, l'élément-base renferme 26,46% d'espèces bas-guinéo-congolaises, c'est-à-dire distribuées à la fois dans les domaines Congolais et Bas-guinéen. Cette catégorie indique l'uniformité des conditions éco-climatiques anciennes (MALEY, 1994) qui favorisent l'extension des espèces sur l'ensemble de l'aire. Ces observations ont aussi été relayées par LUBINI (2001) et BELESI (2009) dans le secteur phytogéographique du Kasai en République Démocratique du Congo.

La présence simultanée des espèces congolaises (10%) et des bas-guinéennes (0,27%) dans la souche endémique, permet de replacer la forêt de la Djoumouna à l'interface des domaines Congolais et Bas-guinéen continental (LEJOLY, 1996, SENTERRE, 2005), avec une affinité phytogéographique plus prononcée pour le domaine congolais, ceci de par sa proximité avec le fleuve Congo, limite hypothétique entre les deux domaines sus énumérés. En plus, on note parfois, en fonction de la dynamique du fleuve, des eaux des crues refoulées jusqu'au niveau de la fraction ripicole, en aval des cascades de la Djoumouna. L'occurrence de *Guibourtia demeusei* (Harms) J.Léonard, au sein de ce substrat édaphique semble être liée à ces remontées.

La matrice phytogéographique de notre florule contraste également avec la hiérarchie chorologique locale qui intègre la Djoumouna au secteur de transition bas-guinéo-zambézien (KIMPOUNI et al., op-cit). En effet, seules les formations herbacées, écosystèmes de substitution,

répondent à ce critère, vue leur étendue dans cette matrice paysagère de mosaïque forêts-formations herbacées. Faut-il hiérarchiser une entité chorologique infra domaniale à partir d'une formation de substitution quelque paraisse l'immensité de son étendue, en reléguant au second plan les îlots forestiers de la sylve primitive, ainsi que les fourrés secondaires à *Oncoba-Tremion* où l'occurrence de l'élément floral endémique est avérée ? Si l'hypothèse selon laquelle, *les forêts ont précédé les formations herbacées*, reste en vigueur (AUBREVILLE, 1962, SCHWARTZ *et al.*, 1995) et que toutes les successions de la sère forestière sont décelées dans notre matrice paysagère, le débat de l'intégration du district floristique des Cataractes à un secteur phytogéographique, doit être relancé. Relevant enfin que la limite entre les domaines Congolais et Bas-guinéen continental se déplace vers l'Ouest, et comme le mentionne KAMI (1997) qu'en l'absence d'une barrière naturelle, telle qu'une chaîne de montagnes, certains districts du Congo Brazzaville, ne sont que le prolongement des districts de la République Démocratique du Congo ; tels au sud, avec les districts des Cataractes et du Niari qui sont en contact avec ceux du Bas-Congo et du Mayombe de la République Démocratique du Congo.

L'approche phytogéographique dans les domaines Bas-guinéen et Congolais, en raison des conditions éco climatiques similaires sus évoquées (MALEY, op-cit), se doit intégrative, en faisant abstraction des limites politiques des Etats. La connaissance approfondie des flores et des groupements végétaux reste le pilier incontournable pour l'élaboration d'un cadre chorologique de l'Afrique centrale, tout en intégrant l'approche phylogénétique dans la délimitation des taxons.

Tout de même, la prépondérance de l'élément base susmentionné et la présence dans la florule deux familles (Huaceae et Pandaceae), même si la dernière n'est pas universellement admise ; et de huit genres (*Amphimas*, *Aneulophus*, *Anthonotha*, *Aphanocalyx*, *Coelocaryon*, *Gilbertiodendron*, *Hyloidendron* et *Tetraberlinia*) endémiques (WHITE, 1986), confirment sans ambiguïté son appartenance au centre d'endémisme guinéo-congolais.

## CONCLUSION

Cette étude sur la contribution à la connaissance de la biodiversité végétale de la forêt de la Djoumouna et son déterminisme a décelé une richesse floristique évaluée à au moins 458 espèces, dont quatre sont des ajouts à la flore du Congo, d'où l'intérêt de sa conservation. Elles sont réparties en 309 genres et 102 familles. Les Angiospermae dominent largement cette florule, avec les Eudicotyledonae comme clade le plus représentatif. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae, les Rubiaceae, les Euphorbiaceae, les Poaceae, les Malvaceae, les Araceae et les Annonaceae.

Les spectres écologiques mettent en évidence la supériorité numérique des phanérophytes, des mésophylles, des sarcochores et des espèces de forêts matures, confirmant de facto la nature forestière de notre dition, parvenu à sa maturité floristique, en rapport avec le climax édaphique.

La forte présence de l'élément endémique dans la florule étudiée, ainsi que celle de deux familles et de deux huit genres endémiques, attestent son lien chorologique avec le centre d'endémisme guinéo-congolais.

Les caractéristiques autoécologiques et phytogéographiques peuvent servir de base pour l'élaboration des plans d'aménagement pour une gestion durable, au moment où la communauté scientifique se tourne aux problèmes de réchauffement climatique globale et des mécanismes d'atténuation de ces changements par le programme de Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD+).

Ce travail, encore préliminaire, ébauche s'inscrivant dans le cadre d'une étude ultérieure vient de répondre aux hypothèses thématiques formulées. La connaissance botanique, écologique et phytogéographique se précise. Toute fois les données floristiques du site, seront affinées par la connaissance des groupements végétaux associés et les données structurales de la végétation, dont les indices de diversité pourront affiner la connaissance sur cette phytodiversité. Des études similaires sur d'autres îlots forestiers de la sylve primitive, vont sans nul doute, projeter les bases de la révision chorologique du plateau des Cataractes, dans son affiliation domaniale et infra-domaniale.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à l'Ambassade de France en République du Congo, qui a financé la première phase de la collecte des données de terrain. Nos remerciements vont encore au Commissariat Général de l'Association des Guides & Scouts Catholiques (ASGC) pour la mise en route du projet d'aménagement du site.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJANOHOUN E.J., AHYI A.M.R., AKE-ASSI L., BANIAKINA J., CHIBON P., CUSSET G., DOULOU V., ENZANZA A., EYME J., GOUDOTE E., KEITA, MBEMBA C., MOLLET J., MOUTSAMBOTE J.-M., MPATI J. & SITA P., 1988. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Congo. Paris, Mission ACCT, 605p.
- APG IV, 2016. An updated of the Angiosperm Phylogeny Group classifications for orders and families of flowering plants : APG IV (PDF). *Botanical Journal of the Linnean Society* **181**(1): 1-20. doi:10.1111/boj.12385
- AUBRÉVILLE A., 1949. Ancienneté de la destruction de la couverture forestière primitive de l'Afrique tropicale (Conf. Afric. Sols 1948, Goma). *Bull. Agric. Congo Belge*, **XL**(2): 1347-1352.
- AUBRÉVILLE A., 1962. Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. *Adansonia* **2**(1): 16-84.
- BELESI H., 2009. *Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasaï (République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, Département de l'Environnement, Kinshasa, 328 p. + annexes.
- BOUPOYA-MAPIKOU C-A., 2011. *Flore et végétation des clairières intra forestières sur sol hydromorphe dans le Parc National de l'Ivindo (Nord-Est Gabon)*. Thèse de doctorat, ULB, Bruxelles, 283 p.
- CHAMPLUVIER D., DOWSETT-LEMAIRE F., 1999. Liste commentée des plantes vasculaires du Parc National d'Odzala nouvelles pour le Congo Brazzaville. *Syst. Geogr.Pl.* **69**:9-28.
- CHRISTENHUSZ M.J.M., XIAN-CHUN Z., SCHNEIDER H., 2011. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* **19**: 7-54.
- DANSEREAU P., LEMS K., 1957. The grading disperse types in plant communities and their ecological significance. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **71**: 52p.
- DENIS B., 1974. Carte pédologique Brazzaville-Kinkala. Notice explicative n°52, République Populaire du Congo, à 1.200.000. Paris, ORSTOM : 101 p.
- DESCOINGS B., 1969. Esquisse phytogéographique du Congo. In ORSTOM, Atlas du Congo. ORSTOM, Paris: 2 p., 1 carte 1/2.000.000.
- DUVIGNEAUD P., 1949. Voyage botanique au Congo belge à travers le Bas-Congo, le Kwango, la Kasai et le Katanga. De Banana à Kasenga. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **81**: 15-31.
- EVARD C .1968. *Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise*. INEAC, série scientifique, n° 110.
- FLORE DU CAMEROUN (1963-2014), vol. 1-20/21-46. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle/Yaoundé, Ministère de la Recherche scientifique et technique du Cameroun.
- FLORE DU CONGO BELGE ET DU RUANDA-URUNDI/FLORE D'AFRIQUE CENTRALE (R.D.CONGO-RWANDA-BURUNDI)/ FLORE D'AFRIQUE CENTRALE (Nouvelle Série), 1948-2016. Bruxelles INEAC/ Meise (Belgique) / Botanic Garden Meise.
- FLORE DU GABON (1961-2014), vol. 1-46. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle/Naturalis Biodiversity Center/Botanic Garden Meise.
- GILLET J.-F., DOUCET J.-L., 2012. A commented checklist of woody plants in the Northern Republic of Congo. *Plant Ecology and Evolution* **145**(2): 258-271.
- GUILLAUMET J.L., 1967. *Recherches sur la végétation du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire)*. Paris, ORSTOM, 247 p.
- HABARI MULAWA, 2009. *Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation de Kinshasa et des bassins des rivières Djili et Nsele en République Démocratique du Congo*. UNIKIN, Thèse de Doctorat, Kinshasa, 273 p.
- HARRIS D.J, WORTLEY A.H., 2008. *Les arbres de la Sangha. Manuel d'identification illustré*. Traduction française de N. Frachon, Edinburgh (U.K.), Royal Botanic Garden, 300 p.
- HAWTHORNE S.W., GYAKARY N., 2006. *Photoguide for the Forest Trees of Ghana. A tree-spotter's field guide for identifying the largest trees*. Oxford (U.K.), Oxford Forestry Institute, Dept. of Plant Sciences, 432 p.
- HAWTHORNE S.W., JONGKIND C., 2006. *Woody plants of western African forest. A guide to the forest trees, shrubs and lianes from Senegal to Ghana*. Kew, Royal Botanic Gardens, 1023 p.
- KAMI E.1997. Analyse floristique et phytogéographique des Gramineae (Poaceae) du Congo-Brazzaville. Université Libre de Bruxelles, Thèse de Doctorat, Bruxelles, 528 p.

- KIMPOUNI V., LEJOLY J., LISOWSKI S., 1992. Les Eriocaulaceae du Congo. *Fragm. Flor. Geobot.* **37**(1): 127-145.
- KÖPPEN W., 1936. Das geographische system der Klimate. In W. Köppen & R. Geiger (Eds.) *Handbuch der Klimatologie*: 1-44. Berlin.
- LACHENAUD O., 2009. La flore de des plantes vasculaires du Congo : nouvelles données. *Syst. Geogr.Pl.* **79**: 199-214.
- LEBRUN J., 1947. La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Expl. Parc Nat. Albert, Mission J. Lebrun (1937–1938), 467 p. Fasc. 1, Bruxelles, Inst. des parcs nationaux du Congo belge.
- LEBRUN J., 1960. Etude de la flore et de la végétation des champs de la lave au nord du lac Kivu. 392 p. Expl. Parc Nat. Albert, Mission J. Lebrun, Fasc. 2, Bruxelles, Inst. des parcs nationaux du Congo belge.
- LEBRUN J.-P., STORK A.L., (1991-2015). Enumération des plantes à fleurs d’Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, 4 volumes.  
<http://www.villege.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr> (Pages consultées du 12 août 2015 au 25 août 2016).
- LEJOLY J., 1996. Synthèse Régionale sur la biodiversité végétale des ligneux dans les 6 sites du Projet ECOFAC en Afrique 81 p. Groupement AGRECO-CTFT, projet ECOFAC, Rapport technique.
- LUBINI AYINGWEU C., 1997. *La végétation de la réserve de biosphère de Luki au Mayombe (Zaïre)*. *Opera Botanica Belgica*, vol. **10**, Meise, Jardin Botanique National de Belgique, 155 p.
- LUBINI AYINGWEU C. 2001. Analyse phytogéographique de la flore forestière du secteur du Kasai au Congo-Kinshasa. *Syst. Geogr. Plants* **71**(2): 859-872.
- MALAISSÉ F., 1976. Quelques méthodes d’étude de la structure de la forêt. Exemple d’application au miombo zaïrois, écosystème tropical. In « La pratique de l’Ecologie », Min. Aff. Etrangères, Commerce Extérieur et Coopération au Développement, A.G.C.D., Bruxelles, 104-118.
- MALEY J., 1994. Le cadre paléoenvironnemental des refuges forestiers africains: quelques données et hypothèses. In “The Biodiversity of African Plants”, *Proceeding XIV AETFAT Congress*, Wageningen (Netherlands): 519-535.
- MANDANGO M.A., 1982. Flore et végétation du fleuve Zaïre dans la Sous-Région de la Tshopo (Haut-Zaïre), Th. Doct., Université de Kisangani, Fac. des Sciences: 425 p.
- MARIEN J.N., 2008. Forêt périurbaines et bois énergie : quels enjeux pour l’Afrique centrale. Rapport sur l’État des forêts d’Afrique centrale : 217-230.
- MASENS DA-MUSA YUNG B., 1997. *Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, Rép. Dém. Du Congo)*, Université Libre de Bruxelles, Thèse en sciences, Bruxelles : 320 p.
- MIABANGANA E.S., LUBINI AYINGWEU C., 2015. Analyse floristique et phytogéographique de la végétation de l’île Loufézou à Brazzaville (République du Congo). *Geo-Eco-Trop* **39**(1): 55-66.
- NSHIMBA S-M., 2008. *Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l’île Mbiye à Kisangani, (R.D. Congo)*, ULB, Th. Doctorat, 272 p.
- PAUWELS L. 1993. *Nzayilu N’iti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville*. Meise (Belgique), Jardin Botanique National de Belgique, 495 p.
- RAUNKIAER C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Oxford Univ. Press.
- ROBBRECHT E., 1988. Tropical woody Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *Opera Bot. Belg.*, 1: 271 p.
- ROBYNS W. 1948. Les territoires phytogéographiques du Congo belge et du Rwanda Urundi. In *Atlas Général du Congo belge*. Inst. Roy. Col. Belge, 240 p.
- SAMBA-KIMBATA M.J., 1978. Le climat Bas-Congolais. Dijon, Université de Dijon, Thèse 3ème cycle, Géographie, 280 p., 132 fig., 64 tabl.
- SCHWARTZ D., DECHAMPS R., ELENGA H., LANFRANCHI R., MARIOTTI A., VINCENS A., 1995. Les savanes du Congo : une végétation spécifique de l’holocène supérieur. *Publ. Occas. CIFEG Orléans*, CIFEG, 99-108.
- SENTERRE, B., 2005. *Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la Phytogéographie des forêts denses d’Afrique Tropicale*. Thèse de doctorat, ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt., 343 p.
- SITA P., 1980. *La végétation du Stanley-Pool en relation avec celle des plateaux voisins*. Thèse de doctorat d’Université, Bordeaux III, 200 p., III annexes, 1 carte, 9 pl.
- SITA P., MOUTSAMBOTE J-M., 1988. *Catalogue des plantes vasculaires du Congo*. Brazzaville, C.E.R.V.E./ORSTOM, 195 p.
- TAILFER Y., 1990. *La forêt dense d’Afrique Centrale. Identification pratique des principaux arbres*. T I & II. Wageningen (The Netherlands), Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA).
- TROUILLET J., MAKANY L., GROS B., GRILLOT J.B., 1977. Recherches bioécologiques de la Région de Yaka-Yaka (Congo). *Annales de l’Université de Brazzaville* 12-13(C).

WHITE F., 1979. The guineo-congolian Region and its relationships to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **49**: 11-55.

WHITE F., 1986. *La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique.* UNESCO/AETFAT/UNSO, ORSTOM-UNESCO, 384 p.

YONGO O., DE FOUCAULT B., 2001. Analyse phytogéographique de la forêt de Ngotto (République centrafricaine). *Syst. Geogr. Plants*, **71**(2): 847-857.