

UNIVERSITE DE DSCHANG
THE UNIVERSITY OF DSCHANG



FACULTE D'AGRONOMIE ET DES SCIENCES AGRICOLES
FACULTY OF AGRONOMY AND AGRICULTURAL SCIENCES

DEPARTEMENT DE FORESTERIE
DEPARTMENT OF FORESTRY

**CONTRIBUTION DES LIANES A LA DIVERSITE
BIOLOGIQUE ET AU STOCKAGE DU CARBONE DE
LA PERIPHERIE NORD DE LA RESERVE DE
BIOSPHERE DU DJA (EST-CAMEROUN)**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master II en Gestion des Ressources Naturelles

Par:

KEUKO PATIPE Ada Myriane

Matricule: CM04-08ASA0029

Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses

Décembre 2016

UNIVERSITE DE DSCHANG
THE UNIVERSITY OF DSCHANG



FACULTE D'AGRONOMIE ET DES SCIENCES AGRICOLES
FACULTY OF AGRONOMY AND AGRICULTURAL SCIENCES

DEPARTEMENT DE FORESTERIE
DEPARTMENT OF FORESTRY

**CONTRIBUTION DES LIANES A LA DIVERSITE
BIOLOGIQUE ET AU STOCKAGE DU CARBONE DE
LA PERIPHERIE NORD DE LA RESERVE DE
BIOSPHERE DU DJA (EST-CAMEROUN)**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master II en Gestion des Ressources Naturelles

Par:

KEUKO PATIPE Ada Myriane

Matricule: CM04-08ASA0029

Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses

Superviseur:

Dr. AVANA TIENTCHEU Marie Louise

Chargée de Cours, Université de Dschang,
Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles

Encadreur:

M. TEDONZONG DONGMO Luc R.

Chercheur Projet Grands Singes
Société Royale Zoologique d'Anvers

Décembre 2016

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussignée, **KEUKO PATIPE Ada Myriane** atteste que le présent mémoire est le fruit de mes travaux effectués à la périphérie Nord de la Réserve de Biosphère du Dja, dans la région de l'Est, Cameroun. Ce travail s'est fait sous l'encadrement de **M. TEDONZONG DONGMO Luc Roscelin**, Doctorant Université de Gant, Projet Grands Singes, et sous la supervision de **Dr AVANA TIENTCHEU Marie Louise** Chargée de cours au Département de Foresterie.

Ce mémoire est authentique et n'a jamais été présenté pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

Nom et signature de l'auteur

KEUKO PATIPE Ada Myriane

Visa du Superviseur

Date:/...../.....

Date:/...../.....

Visa du Chef de Département de Foresterie

Date:/...../.....

FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE

Le présent mémoire a été revu et corrigé conformément aux observations du jury.

Visa du Superviseur

Visa du Président du jury

Date:/...../.....

Date:/...../.....

Visa du membre interne

Visa du membre externe

Date:/...../.....

Date:/...../.....

Visa du Chef de Département de Foresterie

Date:/...../.....

DEDICACE

A mes parents PATIPE Jean et NGAGOUM Marie.

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est le résultat d'un travail de recherche, parsemé d'innombrables obstacles dont l'issue ne saurait être l'œuvre d'une seule personne. Ainsi je tiens à témoigner ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à toutes les personnes et entités qui ont contribué de près ou de loin à la production du présent document. Je pense particulièrement:

- Au Projet Grands Singes pour m'avoir offert ce cadre lié à la bonne conduite de l'étude;
- Au Dr. AVANA TIENTCHEU Marie Louise pour sa disponibilité, ses conseils, ses critiques et son encadrement pendant ma formation et la supervision de ce travail;
- A Dr NIKKI TAGG, Coordinatrice du Projet Grands Singes, pour tous les moyens matériels et financiers mis à notre disposition pour la réalisation de la présente étude ;
- A M. MBOHLI Donald, coordonnateur national du Projet Grands Singes au Cameroun, pour tous ses conseils;
- A Mr TEDONZONG DONGMO Luc Roscelin, pour la pertinence du thème et pour avoir accepté d'encadrer ces recherches malgré ses multiples occupations;
- Au Doyen de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, le Professeur MVONDO ZE Antoine et son staff administratif, pour tous les moyens mis en œuvre pour le bon déroulement de notre formation;
- Au Pr TCHAMBA Martin, enseignant à la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang et Chef de Département de Foresterie, ainsi qu'à tous les enseignants, particulièrement ceux du Département de Foresterie pour l'encadrement et les enseignements reçus tout au long de notre parcours académique;
- Au Pr TSI Evaristus ANGWAFO pour l'enseignement reçus tout au long de notre formation;
- A Dr TEMGOUA Lucie pour sa disponibilité, ses conseils et ses critiques pendant ma formation
- A tous les chercheurs et personnels du Projet Grands Singes et plus particulièrement: Dr WILLIE Jacob, Mlle NGO BANYIMBE Bernadette, Mr KUEMBOU Jacque, Mr GOD Love, et maman Honorine pour l'accueil chaleureux et la disponibilité dont ils ont fait montre;
- A mon oncle FORKOU Jean et son épouse FORKOU KRELA Marie-Madeleine pour toute l'attention qu'ils ont toujours portée à mon égard;
- A Mr NGANDEU Pascal pour tout le soutien apporté à mon endroit pendant la production du présent document;

- A la famille MIAMO pour leur encouragement et leur soutien inestimable;
- A Mlle KOUAM Hermine pour tous les conseils, soutiens et attention portés à mon égard pendant ma formation et la réalisation du présent mémoire;
- A la famille DONGMO pour tout le soutien apporté à mon endroit pendant la production du présent document
- A mes Co-stagiaires Patrick et Maxwel pour les moments de réflexions et ceux vécus ensemble pendant le stage;
- A mon équipe de terrain pour tout le sérieux qu'elle a mis lors de la récolte des données. Mon attention est tournée précisément vers ANKOUMA Arthur, ADENA Marcel, LIEDJUE Martial, AMPIALA Régine et EPELE Rachelle, MIKOL Serge et SIME Arrnaud.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
TABLE DES MATIERES	IV
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES ANNEXES	X
LISTE DES ABREVIATIONS	XI
RESUME.....	XII
ABSTRACT	XIII
CHAPITRE 1: INTRODUCTION	1
1-1) Généralités.....	1
1-2) Problématique.....	2
1-3) Objectifs de l'étude.....	4
1-3-1) Objectif général.....	4
1-3-2) Objectifs spécifiques	4
1-4) Hypothèses de recherche.....	4
1-5) Importance de l'étude	4
1-6) Limites de l'étude	5
CHAPITRE 2: DEFINITION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE .	6
2-1) Définition des concepts.....	6
2-1-1) Aire protégée	6
2-1-2) Communauté de climax	6
2-1-3) Ecosystème.....	6
2-1-4) Lianes	6
2-1-5) Résilience forestière	6
2-1-6) Notion de Biomasse	6
2-1-7) Les équations allométriques	7
2-1-8) Habitat et conservation.....	7
2-1-8-1) Importance et types d'habitat.....	7
2-1-8-2) Espèces indicatrices	9
2-2) Revue de la littérature.....	9
2-2-1) Notion de communauté écologique.....	9
2-2-1-1) Structure des communautés	10

2-2-1-2) Théories en écologie des communautés	11
2-2-2) Facteurs influençant la communauté des plantes	12
2-2-2-1) Facteurs biotiques et facteurs abiotiques	12
2-2-2-2) Les interactions spécifiques entre les espèces	13
2-2-3) Ecologie des lianes	15
2-2-3-1) Communauté des lianes et dynamique forestière	17
2-2-3-2) Importance des lianes dans l'écosystème forestier	18
2-2-3-3) La gestion des lianes dans les forêts tropicales	18
2-2-4) Notion de Biodiversité	19
2-2-4-1) Niveaux de biodiversité :	19
2-2-4-2) Biodiversité et stockage du carbone	20
2-2-5) Notion de dynamique forestière	21
2-2-5-1) La perturbation.....	21
2-2-5-2) La succession forestière	23
2-2-6) Projet Grands Singes	26
2-2-6-1) Présentation.....	26
2-2-6-2) Objectifs du projet	26
2-2-6-3) Conservation et recherche.....	26
2-2-6-4) Développement rural	27
CHAPITRE 3: MATERIELS ET METHODE	28
3-1) Présentation de la zone d'étude.....	28
3-1-1) Milieu physique.....	28
3-1-1-1) Localisation géographique de la zone.....	28
3-1-1-2) Climat	30
3-1-1-3) Hydrographie	30
3-1-1-4) Relief.....	30
3-1-1-5) Sol.....	30
3-1-1-6) Végétation.....	31
3-1-1-7) Faune.....	34
3-1-2) Milieu humain	35
3-1-2-1) Populations	35
3-1-2-2) Activités humaines.....	35
3-2) Sources de collecte des données.....	37
3-2-1) Données secondaires	37

3-2-2) Données primaires.....	37
3-3) Méthodologie.....	37
3-3-1) Mise en place, dimensions et formes des placettes d'échantillonnage	37
3-3-2) Inventaire, Mesures Biophysiques effectuées dans les parcelles	38
3-4) Analyse et traitement des données	40
3-4-1) Diversité des lianes dans les différents types d'habitats de la RBD	41
3-4-1-1) Influence des types d'habitats sur la diversité des lianes	41
3-4-1-2) Influence des types d'habitats sur la composition des lianes	42
3-4-1-3) Estimation de la biomasse aérienne des lianes et des arbres (AGB: Above Ground Biomass).....	43
CHAPITRE 4: RESULTATS ET DISCUSSION.....	45
4-1) Diversité et composition des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	45
4-2) Relation entre l'abondance en liane et la richesse spécifique.....	48
4-2-1) Influence des types d'habitats sur la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson.....	49
4-2-2) Analyse de l'homogénéité entre les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja.....	51
4-2-3) Rareté dans les différents types d'habitats.....	51
4-2-4) Influence des types d'habitats sur la composition et l'abondance des lianes .	52
4-2-5) Espèces et familles de lianes indicatrices des différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	54
4-3) Importance des lianes dans la diversité des plantes ligneuses de la Réserve de Biosphère du Dja	59
4-4) Contribution des lianes au stockage du carbone	62
4-4-1) Estimation du stock de carbone des lianes dans les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	62
4-4-2) Carbone stocké par les lianes en fonction des classes de diamètre.....	64
4-4-3) Proportion de stockage de carbone en fonction des familles	64
4-4-4) Carbone des Arbres et carbone des lianes.....	65
4-4-4-1) Pourcentage de carbone stocké dans les lianes et les arbres par habitat	65
4-4-4-2) Influence des lianes sur la quantité de carbone stockée par les plantes ligneuses par habitats	66

CHAPITRE 5: CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES	68
5-1) Conclusion	68
5-2) Perspectives de recherches.....	69
BIBLIOGRAPHIE	70
ANNEXES.....	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pourcentage total de tiges et d'espèces de lianes inventoriées par familles	45
Tableau 2: Résultat du test d'analyse de la variance à un facteur pour la comparaison de l'abondance des lianes dans les différents types d'habitats	46
Tableau 3: Indice de rareté par habitat.....	52
Tableau 4: Comparaison des différents types d'habitats en termes de composition et d'abondance des espèces.....	53
Tableau 5 : Espèces de lianes indicatrices pour chaque type d'habitat de la Réserve de Biosphère du Dja	55
Tableau 6: Familles de lianes indicatrices par type d'habitat.....	57
Tableau 7: Comparaison du stock de carbone entre les différents habitats (résultat du test de Mann-withney)	63
Tableau 8 : Comparaison du stock de carbone des arbres seuls et du stock de carbone des arbres-lianes dans les différents habitats (résultat du test Student)	67

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude	29
Figure 2: Dispositif d'échantillonnage dans le site de recherche (PGS, 2016)	38
Figure 3: Schémas du dispositif expérimental dans une parcelle	40
Figure 4: Test de comparaison multiple entre les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	47
Figure 5: Régression linéaire entre la richesse spécifique et l'abondance des tiges.....	49
Figure 6: Courbes d'estimation de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja.....	50
Figure 7: Courbes présentant l'homogénéité entre les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	51
Figure 8: Composition des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja.....	52
Figure 9 : Graphe de différenciation floristique montrant les familles des lianes indicatrices dans les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja..	58
Figure 10: Comparaison de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson, entre les arbres seuls, et les arbres et les lianes (A= Forêts secondaires âgées, B= Forêts secondaires jeunes, C= Raphiales, D= Forêts ripicoles).....	61
Figure 11: Stock de carbone des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja	62
Figure 12: Variation de stock de carbone en fonction des classes de diamètre.....	64
Figure 13: Proportion de stockage de carbone des familles botaniques identifiées	65
Figure 14: Pourcentage de carbone stocké par les lianes par rapport aux arbres par habitats	66
Figure 15: Distribution des stocks de carbone par les plantes ligneuses	66

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : liste des espèces de lianes de diamètre ≥ 1 cm inventoriées dans 495 parcelles de 25 m x 25 m dans les différents types d'habitats dans la périphérie Nord de la réserve de Biosphère du Dja	83
Annexe 2 : Fiche de collecte des données d'inventaire botanique – arbres (DHP \geq 10 cm) et lianes (DHP \geq 1cm) –Parcelles de 25x25m	86
Annexe 3: Fiche d'identification des espèces botaniques	87

LISTE DES ABREVIATIONS

AGB:	Above Ground Biomass
ANOVA:	Analyse de la Variance
CCA:	Analyse de la Correspondance Canonique
COMIFAC:	Commission des Forêts d’Afrique Centrale
CO₂:	Dioxyde de Carbone
DHP:	Diamètre à Hauteur de Poitrine
FASA	Faculté d’Agronomie et des Sciences Agricoles
FAO:	Food and Agricultural Organization
GPS:	Global Positionning System
MRPP:	Multi-Response Permutation Procedure
MINPDED:	Ministère de l’Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable
PGS:	Projet Grands Singes
REDD+:	Réduction des émissions dues à la déforestation et à la Dégradation des Forêts
RBD:	Réserve de Biosphère du Dja
SRZA	Société Royale de Zoologie d’Anvers
UICN/IUCN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature/ International Union for Conservation of Nature and Natural Ressources

RESUME

La présente étude sur la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage du carbone dans la périphérie Nord de la réserve de biosphère du Dja a été menée d'avril à septembre 2016. Elle avait pour objectif global de déterminer la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage du carbone de la périphérie Nord de la réserve de biosphère du Dja. L'étude s'est appuyée sur un réseau de 482 parcelles de 25m x 25 m donc 137 dans les forêts secondaires âgées, 255 dans les forêts secondaires jeunes, 48 dans les raphiales et 42 dans les forêts ripicoles ; Dans lesquelles toutes les lianes de diamètre ≥ 1 cm et les arbres de diamètre ≥ 10 cm ont été inventoriés. Les estimations des stocks de carbone dans la biomasse ligneuse aérienne ont été faites à l'aide des équations allométriques basées sur la méthode non destructive. Un total de 6896 tiges de lianes représentant 50 espèces appartenant à 30 genres et 19 familles a été inventorié dans les parcelles contre 8781 tiges d'arbres appartenant à 188 espèces et 46 familles. L'analyse a montré que *Manniophyton fulvum* était l'espèce la plus abondante dans les quatre types d'habitats avec 30,19% des individus inventoriés et la famille des Apocynaceae était la famille la plus représentée (10 espèces). La composition et l'abondance des lianes variaient significativement en fonction des habitats, avec plusieurs espèces dont la valeur indicatrice était significative pour certains habitats. Il existe une différence significative dans la composition des lianes entre les différents types d'habitats ($T = -38.04152$; $p < 0,00000000$). Les lianes augmentent de 21,01% le nombre d'espèces ligneuses et de 43,98% le nombre de tiges ligneuses dans les différents types d'habitats. Le carbone stocké par les lianes était de 22,419 tC / ha contre 36,12 tC / ha pour les arbres dans les différents habitats. Les lianes dans les forêts secondaires jeunes stockent relativement plus de carbone (40,91%) suivi des raphiales (39,28%), des forêts ripicoles (38,17%) et des forêts secondaires âgées (33,12%). L'estimation du stock de carbone varie en fonction des différents types d'habitats (Kruskal-Wallis Test: $H = 57,16$ DF = 3 ; $p = 0,000$). Les lianes de classe de diamètre compris entre 1 et 5 cm étaient les plus abondantes dans les différents types d'habitats et ont stocké plus de carbone. Les familles des Euphorbiaceae (32%), des Apocynaceae (16%) et des Fabaceae (14%) faisaient partie des familles qui avaient un fort pourcentage de stockage du carbone. Ces résultats suggèrent que les lianes contribuent significativement à la diversité et aux stocks du carbone des ligneux dans les forêts tropicales. Elles devraient faire l'objet d'une attention particulière lors de l'estimation des stocks de carbone.

Mots clés : Dynamique, Communautés écologiques, Lianes, Diversité biologique, Carbone, Réserve de biosphère du Dja

ABSTRACT

The present study on the contribution of lianas of biodiversity and carbon storage at the northern periphery of the Dja Biosphere Reserve was conducted from April to September 2016. The global objective was to determine the contribution of lianas to biodiversity and carbon storage at the northern periphery of the Dja Biosphere Reserve. The study relied on a network of 482 plots of 25m x 25 m, therefore 137 in old secondary forests, 255 in young secondary forests, 48 in swamps and 42 in riparian forest. The evaluations of carbon storage in the above ground biomass have been made with the help of allométric models based on the non destructive method. A total of 6896 stems of lianas belonging to 50 species, 30 genus and 19 families were recorded in the plots against 8781 stems of trees belonging to 188 species and 46 families. The analysis shows that *Manniophyton fulvum* was the most abundant liana species in the four habitats types with 30.19% of individuals surveyed and the family of the Apocynaceae was the richest family in terms of species (10). The composition and abundance of liana varied significantly according to habitats types, with several species whose indicators values were significant for some habitats. The composition of lianas varied significantly between habitats types ($T = -38.04152$; $p < 0.00000000$). Lianas increase by 21.01% the number of woody species; and by 43.98% the number of woody species individuals. The evaluation of carbon storage by lianas was 22.419 tC / ha against 36.12 tC / ha for the trees in the different habitats. The young secondary forests relatively store more carbon than trees (40.91%), followed by swamps (39.28%), riparian forest (38.17%) and old secondary forests (33.12%). The evaluation of carbon storage varied according to the different types of habitats (Kruskal-Wallis Test: $H = 57.6$ $DF = 3$; $p = 0.000$). Weak diameters of lianas 1-5 cm were more abundant class in the different habitat types and stored more carbon. The families of Euphorbiaceae (32%), Apocynaceae (16%) and Fabaceae (14%) were the contribution to high percentage of carbon storage by lianas. Lianas play a considerable role in the diversity of woody plants in tropical forests, as well as storage to carbon storage. A particular attention must be paid for lianas when estimating forest carbon stock.

Key words: Dynamic, community ecology, Lianas, Biodiversity, Carbon, Biomass, Dja biosphere Reserve

CHAPITRE 1: INTRODUCTION

1-1) Généralités

Le terme « biodiversité » apparaît pour la première fois dans la littérature écologique en 1988 pour désigner la diversité biologique, la diversité du vivant (Fayolle, 2008). D'après l'Institut Français, la forêt tropicale, à elle seule, abrite quelque 50% de tous les vertébrés connus, 60% des essences végétales et environs 90% des espèces totales de la planète. Cette forte biodiversité serait liée à une stabilité des conditions environnementales à travers le temps, ce qui a permis l'installation et l'évolution de systèmes complexes de cohabitation entre les espèces (Jaouen, 2008). Les lianes sont des plantes grimpantes ligneuses qui comptent sur leur support externe pour leur croissance en hauteur (Gerwing et Farias, 2000). Dans les forêts âgées, elles prolifèrent dans les trouées qui reçoivent une grande quantité de lumière et la végétation basse leur permet de bien grandir et de grimper sur les arbres hôtes (Putz, 1984; Schnitzer et Carson, 2001). Les lianes sont présentes dans les forêts perturbées par l'exploitation du bois (Viana et Tabanez, 1996; Laurance *et al.*, 1997) et les grandes lianes sont caractéristiques de vieilles forêts (Budowski, 1965; Budowski, 1970) alors que la densité de liane a tendance à augmenter dans les forêts perturbées (Putz, 1984; Putz et Chai, 1987; Hegarty et Caballe, 1991; Lugo et Scatena, 1995; Poncy *et al.*, 1998; Dewalt *et al.*, 2000).

Les lianes se trouvent dans toutes les forêts, mais particulièrement diverses dans les forêts tropicales, et leur densité est élevée dans les tropiques sèches (Parthasarathy, 2015). Elles contribuent à 10–25% à la richesse spécifique des plantes forestières (Putz, 1984; Gentry et Dodson, 1987; Corlett, 1990; Gentry, 1991; Muthuramkumar et Parthasarathy, 2001; Nabe-Nielsen, 2001) et représentent jusqu'à 25% des espèces ligneuses. Néanmoins, dans certaines forêts elles peuvent constituer jusqu'à 44% de la diversité biologique (Gentry, 1991; Pérez-Salicrup, 2001). Gerwing et Farias (2000) trouvent que les proportions de la masse des feuilles et de tige des lianes étaient de 4 à 5 fois plus élevées que chez les arbres dans les forêts amazoniennes de l'est. Elles constituaient une composante importante des forêts tropicales (Putz et Mooney, 1991; Schnitzer et Bongers, 2002). Les lianes ont montré des augmentations logiques dans la densité et la biomasse des forêts des régions tropicales au cours de la dernière décennie qui pourrait avoir des conséquences profondes pour la dynamique de la forêt (Parthasarathy, 2015).

L'intérêt croissant de la recherche sur les lianes dans les forêts tropicales a conduit à des progrès importants dans notre compréhension de leur rôle dans le changement des forêts qui

est affecté par les changements climatiques et les perturbations (Parthasarathy, 2015). Bien qu'ignorée historiquement dans les études de l'écologie et de la dynamique des forêts, les lianes ont une influence croissante sur la structure, la dynamique et la régénération de la forêt (Schnitzer *et al.*, 2000; Nabe-Nielsen, 2001; Schnitzer et Carson, 2001)

Cependant, la diversité des lianes est liée aux conditions intrinsèques de la forêt et par conséquent est transformée par les modifications de la forêt induites par les activités anthropiques. Vu l'importance des lianes dans l'écosystème forestier, elles demandent une plus grande attention dans l'utilisation durable de la ressource, la gestion rationnelle et la conservation de la biodiversité pour le bien-être de l'écosystème et de l'homme (Parthasarathy, 2015).

De ce fait, comprendre l'écologie des lianes et leurs interactions avec d'autres plantes est crucial non seulement pour la connaissance du fonctionnement des forêts tropicales mais aussi pour leur bonne gestion (Pérez-Salicrup *et al.*, 2004).

1-2) Problématique

La biodiversité des forêts tropicales est fortement menacée par la fragmentation, la surexploitation des ressources et les changements climatiques (Parthasarathy, 2015) et les changements de type d'utilisation des terres croissante qui entraîne le dysfonctionnement des écosystèmes terrestres (Roche, 1998) et la perturbation du processus naturel de succession des végétaux (Bamba *et al.*, 2008). Les taux d'extinction observés durant le dernier siècle (Parmesan et Yohe, 2003) et ceux projetés dans le futur (Thomas *et al.*, 2004; Thuiller, 2004) sont largement supérieurs à ceux observés dans les enregistrements fossiles (Pimm *et al.*, 1995). De nombreuses espèces animales ou végétales ont déjà disparu, certains auteurs parlent d'ailleurs d'une sixième (6^e) période d'extinction dans l'histoire du vivant (Chapin *et al.*, 2000). Pareillement, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et d'autres comités scientifiques estiment que les forêts absorbent jusqu'à 25% du carbone (CO₂) de l'atmosphère (Observatoire du Sahara et du Sahel, 2013).

Le GIEC estime également que 10 à 20 % du CO₂ libéré provient du changement d'utilisation des terres, en particulier de la conversion des terres forestières en terres agricoles. Par conséquent, la conservation du carbone dans les forêts existantes, ou du moins la réduction du rythme de libération de CO₂ peut réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre (Observatoire du Sahara et du Sahel, 2013). Les pertes de la biodiversité s'observent à différents niveaux (Hodgson, 1986). En effet, certains taxons sont plus sensibles, plus menacés que d'autres (Purvis et Hector, 2000). Le manque de connaissance et

d'information détaillée pour la prise de décision de gestion concernant la flore d'un site particulier est une menace importante à la survie des espèces (Broughton et McAdam, 2002). De ce fait, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2010) utilise neuf (09) catégories pour établir l'état de conservation des espèces allant des espèces déjà disparues, en danger critique d'extinction jusqu'aux espèces nécessitant une préoccupation mineure.

Parmi les multiples formes de vie des plantes (arbres, arbrisseaux, lianes, herbes etc.), les lianes ou plantes grimpantes ligneuses forment un des groupes fascinants et restent cependant peu étudiées. Dans les régions où l'extraction du bois dicte la gestion des lianes, la coupure des lianes entraîne une perte énorme de la diversité biologique (Gerwing et Vidal, 2002). De plus le rôle de lianes dans le stockage du carbone dans les écosystèmes forestiers a été démontré dans plusieurs études (Phillips *et al.*, 2002; Schnitzer et Bongers, 2011). Cependant, les lianes restent négligées dans des études qui évaluent le stock de carbone dans les forêts tropicales (Neba *et al.*, 2014). Une compréhension de la diversité des lianes est devenue plus pertinente afin d'évaluer leur contribution aux différentes fonctions de la forêt. En effet, chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés: sa structure spatiale, sa composition et son fonctionnement (Bogaert et Mahamane, 2005).

En outre, les informations de base sur les communautés de lianes, telles que l'abondance relative des espèces, leurs compositions, leurs rôles et leurs changements avec le temps, restent en grande partie inexplorées (Mascaro *et al.*, 2004); Ceci nous amène donc à nous interroger sur la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage de carbone dans les forêts tropicales humides en prenant pour cas d'étude la périphérie nord de la Réserve de Biosphère du Dja (RBD). Ainsi, la question est de savoir quelle est la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage de carbone dans la RBD ? La réponse à cette question soulève d'autres interrogations, notamment:

- Quelle est la diversité des lianes dans les différents types d'habitats de la RBD?
- Quelle est l'importance des lianes dans la diversité des plantes ligneuses de la RBD?
- Quelle est la contribution des lianes dans le stockage du carbone de la RBD?

1-3) Objectifs de l'étude

1-3-1) Objectif général

L'objectif global de la présente étude est de déterminer la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage du carbone dans la périphérie nord de la Reserve de Biosphère du Dja.

1-3-2) Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, il s'est agit de:

- Evaluer la diversité des lianes dans les différents types d'habitats de la RBD;
- Estimer la place des lianes dans la diversité des plantes ligneuses de la RBD;
- Déterminer la contribution des lianes au stock de carbone des plantes ligneuses de la RBD.

1-4) Hypothèses de recherche

- ❖ Les types d'habitats influencent la diversité des communautés de lianes de la RBD;
- ❖ Les lianes représentent une partie importante de la diversité des plantes ligneuses de la RBD;
- ❖ Le stock de carbone des lianes contribuent significativement à la quantité de carbone stockée par les plantes ligneuses de la RBD.

1-5) Importance de l'étude

Les résultats de la présente étude présentent des enjeux multiples:

- **Sur le plan théorique**, ce mémoire apporte une grande contribution à la littérature sur la dynamique des communautés de lianes dans la périphérie Nord de la RBD (Cameroun). Les résultats de la présente étude apportent un nouvel éclairage sur la diversité des communautés de lianes et sa contribution au stockage du carbone dans la périphérie Nord de la RBD.
- **Sur le plan scientifique**, Ils permettront de monter la contribution des lianes dans le maintien de la diversité biologique et dans la lutte contre le réchauffement climatique par le stockage du carbone.
- **Sur le plan pratique**, les résultats de la présente étude seront utiles à l'administration en charge de la forêt et de la faune, au service de la conservation de la Reserve de Biosphère du Dja, les Organisations Non Gouvernementale, et toute personne morale ou physique impliquée dans la conservation de la biodiversité. Ils

aideront à la prise des décisions dans le cadre de la gestion de la biodiversité des ligneux. La présente étude constituera également une base de données pour la dynamique des communautés de lianes.

1-6) Limites de l'étude

Etant donné que l'échantillonnage était systématique seulement deux parcelles ont été obtenues pour les forêts matures dues à leur faible représentativité dans la zone d'étude. Ainsi cet habitat n'a pas été pris en compte lors des analyses. Certaines espèces de lianes n'ont pas pu être identifiées réduisant probablement le nombre de familles identifiées.

CHAPITRE 2: DEFINITION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE

2-1) Définition des concepts

2-1-1) Aire protégée

Une aire protégée est une aire sur la terre ou en mer, spécialement dédiée à la protection de la diversité biologique et des ressources culturelles naturelles et associées, et gérée à travers des moyens légaux et autres moyens effectifs (UICN, 1994).

2-1-2) Communauté de climax

La communauté de climax est la communauté de plantes ou d'animaux qui suivant la succession écologique atteint un état stable composé des espèces bien adaptées aux conditions moyennes dans une zone donnée (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-1-3) Ecosystème

Un écosystème est un complexe dynamique de communautés de plantes, d'animaux et de microorganismes et leur environnement non vivant, interagissant comme une unité fonctionnelle (Glowka *et al.*, 1994).

2-1-4) Lianes

Les lianes sont des plantes grimpantes ligneuses qui commencent leur vie comme des plants terrestres mais comptent sur des supports externes pour leur croissance en hauteur (Gerwing, 2004).

2-1-5) Résilience forestière

La résilience forestière est la capacité pour une forêt de se rétablir après une perturbation (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-1-6) Notion de Biomasse

La biomasse d'une plante signifie le poids ou la masse du tissu vivant de la plante et elle est généralement exprimée en unité de tonnes métriques (t). Une biomasse vivante peut être séparée en composantes aériennes (feuilles, branches et tiges) et en sous-sol (racines). Elle est plus fréquente pour estimer la biomasse vivante sèche (AGB) d'un arbre qui est le poids du tissu de la plante vivante en surface après que toute l'eau ait été enlevée, c'est à dire, après que les feuilles, les branches, et les tiges aient été soigneusement séchées, en utilisant souvent un four de laboratoire spécial. En

général, l'eau représente environ 50% ou la moitié du poids (ou biomasse humide) d'un arbre vivant (Observatoire du Sahara et du Sahel, 2013)

2-1-7) Les équations allométriques

L'allométrie désigne la relation statistique à l'échelle d'une population entre deux caractéristiques de taille des individus de cette population. Les équations allométriques sont ainsi des modèles développés pour le calcul de la biomasse sèche d'un arbre à partir de caractéristiques dendrométriques plus faciles à mesurer (et de manière non destructive). En effet, le problème majeur posé dans l'estimation de la biomasse est l'absence de modèles standards de conversion des variables dendrométriques des arbres (densité du bois, DHP, hauteur) en biomasse aérienne. L'usage des modèles allométriques est une étape cruciale dans l'estimation de la biomasse aérienne (Chave *et al.*, 2001). Parce qu'un hectare de forêt pourrait contenir plus de 300 différentes espèces d'arbres. Les espèces du même site peuvent avoir des hauteurs différentes, des densités de bois et formes différentes, et par conséquent, différentes relations allométriques (Chase et Leibold, 2003). De plus, les modèles de régressions publiés sont habituellement basés sur de petits échantillons d'arbres directement abattus et ne prennent en compte qu'un nombre réduit d'arbres à gros diamètre. Ceci explique pourquoi deux modèles construits pour la même forêt peuvent aboutir à des estimations différentes de la biomasse aérienne (Chave, 2004). La difficulté dans le choix des équations allométriques s'est accrue dans le contexte de l'Afrique Sub-saharienne due au manque d'information et à l'absence des règles de décision claires pour les équations allométriques (Henry, 2010). En extrapolant au bassin du Congo, les émissions de CO₂ due à la déforestation se situent entre 0,2 - 0,33 et 0,09 - 0,16 t/an de CO₂. Ceci veut dire que les modèles allométriques influencent jusqu'à 40 à 42 % du stock de C dans le bassin du Congo utilisant les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et la Commission des Forêts du Bassin du Congo (COMIFAC) respectivement.

2-1-8) Habitat et conservation

2-1-8-1) Importance et types d'habitats

Glowka *et al.* (1994) définit habitat comme étant une place ou un type de site où un organisme ou une population existe naturellement. D'après Garshelis (2000), le concept d'habitat a deux usages distincts :

- **Premier usage** : le mot habitat réfère à un type de site où un animal vit normalement, ou plus spécifiquement, l'ensemble des ressources et des conditions nécessaires à son habitation.
- **Deuxième usage** : ce mot réfère à l'ensemble des caractéristiques environnementales qui pour un animal terrestre est égale à une communauté de plante, à une association végétative ou à un type de végétation.

White et Edwards (2000) définissent plusieurs types d'habitats communs rencontrés en forêt pluviale africaine. Nous pouvons avoir entre autre:

- **Forêt mixte à sous-bois ouvert** : ce que beaucoup appelleraient forêt primaire, avec des nombreux grands arbres, une canopée élevée et continue, une végétation au sol constituée principalement des buissons;
- **Forêt mixte à sous-bois fermé** : peut-être similaire à une vieille végétation secondaire avec beaucoup de grands arbres mais une végétation dense au sol (le sous-bois pouvant être dominé par des lianes, des marantacées ou une autre végétation);
- **Forêt monodominante** : forêt ayant une structure de forêt mixte où une espèce d'arbre est nettement dominante;
- **Forêt à Marantacées** : forêt à canopée assez fermée, avec un étage intermédiaire éparse et une dense couverture herbacée sur le sol dominées par les marantacées et les Zingibéracées ;
- **Mangrove** : forêt poussant dans des marécages soumis à l'action des marées ;
- **Marécages** : forêt inondée toute l'année
- **Forêt inondée de façon saisonnière** : forêt inondée pendant la saison humide, mais complètement sèche le reste de l'année ;
- **Marais** : zone humide ou inondée de façon permanente, dominée par les monocotylédones telles que *Raffia* ou *Marantochloa*
- **Chablis** : zones où un grand arbre est tombé (ou plusieurs), créant des conditions favorable pour une végétation dense et luxuriante ;
- **Végétation secondaire mature** : zone avec des grands arbres montrant des signes de dégradation humaine passée, sans plantes cultivées mais parfois avec encore des palmiers à huile ou des manguiers ;
- **Végétation secondaire jeune** : zones cultivées ou récemment abandonnées, des plantes cultivées y subsistent encore ;
- **Forêt exploitée** : zone exploitée pour le bois ou le pétrole.

L'habitat peut être décrit suivant deux méthodes de description de végétation définies par (Martin, 1996):

- ✓ **Description physionomique ou structurale** : où la description est basée sur la morphologie externe, la forme de feuille, la stratification et la taille des espèces présentes ;
- ✓ **Description floristique** : où les espèces présentes dans l'étude sont identifiées et leur absence/présence ainsi que leur abondance sont enregistrées ;

Ces descriptions sont essentiellement basées sur la description qualitative de l'habitat (White et Edwards, 2000). Ces deux auteurs définissent quelques termes utilisés pour décrire l'habitat parmi lesquels :

- ❖ **L'espèce d'arbre dominante ou la plus commune** : certaines forêts peuvent être décrites de façon adéquate en citant une ou trois espèces d'arbres les plus communes de cette forêt : par exemple la « forêt à *Gibbertioidendron dewevrei* » d'Afrique centrale ;
- ❖ **La canopée ouverte ou fermée** : certaines forêts ont une canopée fermée, ce qui signifie qu'il n'y a presque pas d'espèce entre les houppiers d'arbres voisins ;
- ❖ **La perturbation** : « forêt secondaire » est le terme utilisé pour décrire une forêt qui a été perturbée puis s'est régénérée naturellement;
- ❖ **Les espèces indicatrices** : qui peuvent signaler des conditions de croissance ou d'ancienne perturbation de la forêt.

2-1-8-2) Espèces indicatrices

Certaines espèces végétales (arbres, arbustes, lianes et herbacées) n'atteignent la maturité que dans des conditions spécifiques (sol bien drainé, chablis, zones de rochers, galeries etc.). La présence d'un arbre adulte d'une de ces espèces peut être le témoignage de conditions particulières passées ou présentes dans la forêt. De telles espèces sont appelées « espèces indicatrices », car leur présence suffit pour indiquer des conditions environnementales (White et Edwards, 2000)

2-2) Revue de la littérature

2-2-1) Notion de communauté écologique

Vellend (2010) définit l'écologie des communautés comme l'étude des modes de diversité, d'abondance et de composition des espèces dans leurs communautés, ainsi que les

processus liés à ces modèles. Selon lui, il existe quatre processus pouvant influencer la composition et la diversité des espèces:

- **Sélection:** c'est la différence de fitness entre les individus d'espèces différentes. La sélection d'un habitat par une espèce est essentiellement basée sur les caractéristiques et l'importance de cet habitat (Garshelis, 2000).
- **Drift:** c'est le changement aléatoire dans l'abondance relative des espèces pouvant engendrer une certaine hétérogénéité dans la composition et l'abondance des espèces dans une communauté.
- **Neutralité:** c'est un état dans le quel tous les individus partagent les propriétés démographiques identiques.
- **Spéciation:** c'est la création de nouvelles espèces dans une communauté.
- **Dispersion:** c'est le mouvement d'un organisme dans l'espace.

2-2-1-1) Structure des communautés

La structure d'une communauté réfère aux espèces présentes dans la communauté en termes d'identité et de nombre ainsi qu'à la distribution des individus parmi ces espèces . Il apparaît ici nécessaire de définir les différentes composantes de la structure spécifique des communautés et notamment en termes de composition, de richesse, de diversité et plus généralement de structure des communautés (Díaz *et al.*, 2006).

- La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces se trouvant dans une communauté.
- La composition spécifique correspond à l'identité des espèces constitutantes de la communauté, i.e. la liste des espèces présentes.
- La distribution des abondances représente la répartition des individus au sein des espèces de la communauté ; elle permet de définir le degré de dominance des espèces au sein des communautés (abondance forte) et inversement le degré d'équitabilité des espèces, i.e. la régularité de la distribution des abondances.

Nous entendons par structure spécifique des communautés à la fois la composition, c'est-à-dire l'identité des espèces, et l'abondance de ces espèces (Díaz *et al.*, 2006). La diversité spécifique correspond au degré de complexité de la structure spécifique d'une communauté écologique. La description de la structure des communautés écologiques in situ nécessite l'identification des espèces présentes (composition et richesse) et la mesure de l'abondance des espèces.

2-2-1-2) Théories en écologie des communautés

2-2-1-2-1) Les processus fondamentaux de coexistence

Les théories en écologie des communautés diffèrent selon l'importance donnée aux quatre processus fondamentaux qui pilotent la coexistence des espèces au sein des communautés écologiques (Chave, 2005).

- La spécialisation ou l'adaptation des organismes aux conditions abiotiques décrit la tolérance physiologique des espèces aux conditions de milieu (climat, disponibilité des ressources, intensité des perturbations).

- Les interactions interspécifiques se déroulent entre les individus du fait d'une rencontre physique en un même espace à un temps donné. Les interactions peuvent être négatives (compétition), positives, ou neutres suivant les variations de valeur sélective des individus en interaction.

- La colonisation ou l'immigration décrit les échanges d'individus entre communautés, i.e. l'arrivée de nouveaux individus au sein d'une communauté provenant d'autres communautés.

- Les fluctuations démographiques correspondent aux variations aléatoires imprédictibles du nombre d'individus d'une espèce au sein de la communauté. Les variations de l'abondance des espèces au sein des communautés, i.e. la dynamique des populations résultent de deux processus fondamentaux: le recrutement et la mortalité.

2-2-1-2-2) La théorie des niches écologiques

La théorie des niches écologiques est une théorie déterministe où la structure des communautés reflète à la fois les exigences environnementales et de ressources des espèces constituant les communautés et les limitations imposées par la dispersion et les interactions interspécifiques (Chase et Leibold, 2003).

La niche écologique est un concept central qui permet de relier les exigences environnementales des espèces et leur distribution géographique. Les nombreux travaux montrant une ségrégation des espèces le long de gradients environnementaux (Austin *et al.*, 1985) illustrent la relation forte entre la niche écologique et la répartition géographique des espèces (Choler et Michalet, 2002). Cependant les deux hypothèses majeures de la théorie des niches écologiques: les assemblages d'espèces sont en équilibre avec le milieu et les communautés écologiques sont saturées en espèces dans des conditions de milieux stables ; sont loin d'être évidentes. Par exemple, les perturbations, l'hétérogénéité dans le temps et l'espace « perturbent » la stabilité des systèmes écologiques (Pickett et White, 1985). Par

ailleurs, les communautés particulièrement riches semblent défier le principe d'exclusion compétitive (Silvertown et Law, 1987). Le principe d'exclusion compétitive prédit que pour un jeu d'espèces dépendant d'une seule ressource limitante, la compétition interspécifique implique la dominance compétitive d'une seule espèce, vouant les autres espèces à l'extinction. D'après ce principe la coexistence des espèces au sein des communautés écologiques n'est possible que si les espèces sont différenciées selon au moins un axe de ressource.

2-2-2) Facteurs influençant la communauté des plantes

De nombreux facteurs écologiques peuvent influencer le fonctionnement des plantes forestières. D'après Bastien et Gauberville (2011) les facteurs écologiques sont des agents physiques, chimiques ou biologiques de l'environnement susceptibles d'avoir une influence directe sur le comportement, le métabolisme ou la répartition des êtres vivants. Parmi eux, deux types sont distinguables : les facteurs biotiques et les facteurs abiotiques, et les interactions spécifiques.

2-2-2-1) Facteurs biotiques et facteurs abiotiques

Les facteurs biotiques sont liés aux organismes vivants et aux différents processus dont ils sont responsables et les facteurs abiotiques sont les facteurs physico-chimiques d'un milieu. Ces deux types de facteurs ne sont pas indépendants l'un de l'autre. En effet, les facteurs biotiques peuvent influencer les facteurs abiotiques et inversement. Par exemple, l'intensité lumineuse (facteur abiotique) qui arrive jusqu'à un arbre forestier peut être fortement atténuée lorsque l'indice foliaire du peuplement (facteur biotique) est élevé (Michelot *et al.*, 2013).

Les facteurs abiotiques influencent significativement la structure de la communauté des plantes, avec des effets variant d'un milieu à un autre (Tilman, 1983; Wright, 1992; Malenky *et al.*, 1993; Crawley, 1997; Bonnefille, 2010; Matías *et al.*, 2012). La productivité d'une plante dépend de plusieurs ressources abiotiques telles que la lumière, l'eau et les nutriments (Willie *et al.*, 2012b). La lumière est nécessaire pour catalyser les réactions chimiques résultant de l'accumulation de la biomasse des plantes (Leuschner et van der Maarel, 2005). L'eau est utilisée dans l'air ou dans le sol, pour compenser les pertes (Crawley, 2007) . En général, l'azote, le phosphore et autres nutriments sont nécessaires pour accroître les réactions chimiques des plantes.

2-2-2-2) Les interactions spécifiques entre les espèces

La notion d'interaction entre espèce se trouve au cœur même de la définition de la communauté, qui est un assemblage de populations d'espèces coexistant dans le temps, l'espace et donc potentiellement en interaction. La communauté est un groupe d'organismes représentant plusieurs espèces en interaction vivant ensemble dans un milieu et à un temps spécifique (Stroud *et al.*, 2015). Les interactions interspécifiques se déroulent entre individus du fait d'une rencontre physique dans un même espace en un temps donné. On peut donc dégager deux tendances (Kerharo et Ferrier, 2006) :

- Le **Neutralisme** qui représente l'absence de toute trace d'association ou d'antagonisme entre des espèces qui coexistent dans un même milieu.

- La **synergie** qui est le cas de deux partenaires régulièrement associés sans que l'un soit pour l'autre source d'avantages ou d'inconvénients. C'est un mode de vie fréquent chez les animaux et les plantes fixés sur des organismes à enveloppe rigide.

Par contre, il est plus intéressant de considérer les relations entre les animaux. Ces dernières peuvent être considérées sous 2 angles (Kerharo et Ferrier, 2006) :

- Les relations **intraspécifiques**, c'est-à-dire entre individus d'une même espèce sont courantes (cannibalisme chez les araignées, compétition pour la lumière)

- Les relations **interspécifiques**: Ce sont les relations entre individus d'espèces différentes. Elles sont les plus nombreuses et sont intéressantes dans la mesure où elles influent sur les effectifs des espèces considérées et jouent ainsi sur la dynamique des populations.

2-2-2-2-1) La Compétition

C'est la lutte entre des individus ou des populations qui exploitent, dans la forêt, une même ressource (nourriture, espace, abri, site de reproduction). La compétition sera d'autant plus intense entre deux espèces qu'elles auront des exigences écologiques voisines. Cette compétition dépend aussi de la densité des populations en présence. En forêt tropicale humide, la compétition est très rude, amenant ainsi à des stratégies d'adaptation multiples et variées pour la survie des espèces. Chez les végétaux, par exemple, et surtout en milieu tropical, la recherche de la lumière présente une lutte où la vitesse de croissance peut être décisive pour certaines espèces pour bénéficier du plus de luminosité. Les autres espèces, devant se contenter d'un éclairage réduit, s'organisent en strates, quand elles n'ont pas adopté une stratégie tolérante à peu de luminosité, ou un autre moyen d'accès à la lumière. Une forêt représente un lieu de vie où la compétition est constante à tous niveaux. Au niveau racinaire,

c'est la lutte sans merci pour l'eau et les éléments nutritifs. Les racines doivent alors elles aussi s'organiser en strates pour exploiter les diverses couches du sol (Kerharo et Ferrier, 2006).

2-2-2-2-2) La Prédation

Il s'agit d'un mode d'alimentation pour lequel un animal se nourrit de proies vivantes, animales ou végétales. Cette utilisation d'une espèce par une autre pour s'en nourrir constitue un processus écologique essentiel pour le contrôle des populations. Avec le prédateur au sommet, on trouvera toujours les plantes vertes à la base de la chaîne alimentaire, seules capables de synthétiser de la matière organique. On peut classer les prédateurs selon leur degré de spécialisation (Kerharo et Ferrier, 2006):

- les **polyphages**, composés de la plupart des animaux supérieurs, ont une souplesse de comportement qui leur permet de s'accommoder à plusieurs types de nourritures sans tout de même exclure les préférences.
- les **oligophages** vivent au dépend de quelques espèces. C'est le cas de la guêpe peps, *Pepsis heros* (Hymenoptera) dont la larve ne parasite que les mygales.
- les **monophages** ne dépendent que d'une seule autre espèce. Ce système de « sur-spécialisation » rend la position du prédateur précaire, sa survie ne dépendant plus que d'une seule ressource.

2-2-2-2-3) Le parasitisme

C'est une forme de relation très fréquente chez les êtres vivants. C'est l'interaction entre deux organismes dont l'un vit au dépend de l'autre (hôte) mais sans entraîner systématiquement sa mort.

Lorsque le parasite finit par tuer l'hôte, on parle d'un **parasitoïde** qui se développe à l'intérieur d'un hôte en dévorant progressivement ses organes.

Quand les parasites sont eux-mêmes parasités par d'autres, on parle alors d'**hyperparasitisme**. C'est le cas notamment de certaines chenilles qui, dévorant un arbre, sont parasitées par tout un ensemble d'insectes, de virus et de champignons (Kerharo et Ferrier, 2006).

2-2-2-2-4) Le commensalisme

Le commensalisme représente l'association de deux organismes dont l'un (le commensal) tire parti de l'autre (l'hôte) pour s'abriter, se nourrir ou se déplacer sans que celui-ci en souffre ou en tire profit. Elle ne profite qu'à l'une des deux espèces associées, laquelle vit difficilement

ou ne peut vivre hors de la présence de l'autre. Par exemple, des animaux peuvent se protéger en vivant dans les espaces creux d'autres organismes, des arbres par exemple, sans leur nuire, du moins en théorie. Un des exemples les plus frappants est celui de *Ficus nymphaeolia*, le grand ficus étrangleur, un héli-épiphyte, qui, après s'être servi de son hôte comme d'un support, et une fois que ses racines pénètrent le sol, finit par l'envahir complètement, par l'étouffer, l'empêcher d'accéder à la lumière et finalement le tuer. Ainsi, cette relation n'étant pas figée en fonction des cas pris en considération, le commensalisme peut parfois évoluer et assez vite tourner au banditisme et au parasitisme tout comme il peut tendre vers une symbiose (Kerharo et Ferrier, 2006).

2-2-2-2-5) La Coopération

C'est l'association de deux êtres vivants où les deux associés retirent des bénéfices d'une relation non obligatoire. Il y a plusieurs exemples possibles de coopération où il y a un échange de service. Chacun vivant de la relation peut aller chercher ailleurs pour répondre à ses besoins. Les fleurs qui donnent de la nourriture aux abeilles et les abeilles qui transportent le pollen des fleurs, sont un exemple de coopération (Kerharo et Ferrier, 2006).

2-2-2-2-6) La Symbiose

Il s'agit d'une association à bénéfice réciproque et durable de deux organismes distincts incapables de vivre l'un sans l'autre. Il s'agit de la forme la plus évoluée d'interaction positive. Ses intérêts sont nombreux. Elle permet la mise en commun d'adaptations et de profits pour les organismes concernés. De ce fait, les êtres vivants en association symbiotique peuvent s'adapter à des milieux ou environnements qui n'auraient pas tolérés seuls ou qui n'auraient pas permis leurs développements. Cependant, elle présente des difficultés et des limites. Une fois la symbiose effectuée, les organismes en faisant partie sont incapables de se dissocier. Si l'un meurt l'autre meurt aussi. La symbiose s'arrête lorsqu'une espèce ne tire plus partie de l'association. L'illustration de symbiose la plus frappante qu'on peut donner est celui des lichens, symbioses entre une algue et un champignon (Kerharo et Ferrier, 2006).

2-2-3) Ecologie des lianes

Les plantes grimpantes existent parmi les divers taxa tels que: les fougères (*Lygodium*), les gymnospermes (*Gnetum*), les monocotylédones. Les familles des plantes à fleurs qui sont particulièrement riches en espèces grimpantes incluent les Vitaceae, les leguminosae, les Menispermaceae, les Hippocrateaceae, les Piperaceae, les Rosaceae et les Bignoniaceae (Kerharo et Ferrier, 2006; Putz, 2012). Il y a de nombreuses espèces qui grandissent comme

les plantes grimpantes mais sont des arbrisseaux ou des arbres indépendants s'ils ne trouvent pas un support mécanique (Gallenmüller *et al.*, 2001). Les plantes grimpantes se trouvent dans les forêts des tropiques aux zones boréales, dans l'hémisphère nord et sud et dans les déserts. Cependant, elles sont très diverses près de l'équateur (Gentry *et al.*, 1991). L'abondance de ces plantes augmente généralement avec la perturbation dans la forêt. L'écologie des plantes grimpantes comme les lianes affectent les arbres, les animaux arboricoles, les forêts et la succession écologique. Pendant la succession forestière après la perturbation, les lianes typiquement croissent les premières et décroissent alors en abondance, mais, dû à l'augmentation des individus qui persistent. Les lianes sont nombreuses et peuvent atteindre 200 m de long et 20 cm de diamètre. Elles sont à mesure de synthétiser de la lignine, mais préfèrent un mode de croissance beaucoup plus économique, énergétiquement parlant (Kerharo et Ferrier, 2006). Elles adoptent un développement foliaire limité et des morphologies rampantes ou faiblement ascendantes. Leur axe principal est une structure beaucoup trop légère pour les supporter, c'est pourquoi elles utilisent les arbres comme appui pour s'élever vers la lumière (Kerharo et Ferrier, 2006; Saouache *et al.*, 2010). Cette méthode présente un double avantage puisque les lianes sont aussi capables d'orienter leur ascension en fonction de la lumière disponible, en changeant de support. Elles germent au sol et sont capables de se déplacer verticalement mais surtout horizontalement dans le sous bois pour se positionner de façon stratégique dans la voûte forestière.

Les lianes sont donc particulièrement adaptées à l'environnement forestier. Grâce à de multiples modes de grimpe (vrilles, enroulement, racines adventices, crochets...), et une grande aptitude au clonage, les lianes s'installent dans toutes les strates de la forêt, jusqu'à la canopée et occupent préférentiellement les chablis, les écotones ou les ruptures de la canopée. Les lianes, pour la plupart de temps héliophiles se reproduisent de préférence dans les chablis au-dessus de la canopée des forêts matures (Putz, 2012). Néanmoins, certaines espèces se sont parfaitement adaptées aux environnements de lumière douce des sous-bois. D'autres sont inféodées aux phases de succession forestières et aux écotones forêts/milieus plus ouverts. Leur établissement et leur survie dépendent des avantages des autres types biologiques de la dynamique forestière (soit de la fréquence et des dimensions des chablis), de l'hétérogénéité architecturale et du niveau de fragmentation des écosystèmes forestiers (Hegarty et Caballe, 1991; Schnitzer *et al.*, 2000; Schnitzer et Bongers, 2002; Schnitzer *et al.*, 2004; van der Heijden et Phillips, 2008). Les forêts tropicales offrent par conséquent aux lianes de nombreuses opportunités d'installation et de reproduction, et elles y sont riches en espèces et souvent abondantes (Gentry, 1991). En forêt tempérée, le stress est plus important notamment

aux latitudes hautes et en altitude (périodes de gel ou de sécheresse et raccourcissement de la saison végétative) mais les lianes peuvent être localement abondantes et riches en espèces dans des conditions très particulières (Balfour et Bond, 1993; Baars *et al.*, 1998; Wardle *et al.*, 2001; Schnitzler et Heuzé, 2006).

2-2-3-1) Communauté des lianes et dynamique forestière

Les lianes peuvent influencer la dynamique forestière par l'augmentation de la taille des troués, l'augmentation du pourcentage de chute des arbres (Putz, 1984; Putz et Chai, 1987; Phillips *et al.*, 1994; Parren et Bongers, 2001) et l'arrêt du développement des arbres dans les trouées forestières (Schnitzer *et al.*, 2000). Elles compétissent avec ces derniers pour l'eau, les nutriments du sol, la lumière et l'espace (Putz, 1984; Schnitzer et Bongers, 2002; van der Heijden et Phillips, 2008; Nabe-Nielsen *et al.*, 2009; Ingwell *et al.*, 2010). Ces compétitions au dessus et en dessous du sol réduisent par conséquent la croissance et la fécondité des arbres et accroissent ainsi leurs taux de mortalité (van der Heijden et Phillips, 2008; Nabe-Nielsen *et al.*, 2009; Ingwell *et al.*, 2010). Certains auteurs démontrent que la compétition en dessous du sol est plus importante (Schnitzer *et al.*, 2005; Toledo-Aceves et Swaine, 2008). Le taux d'infestation des arbres par les lianes est plus fort chez les espèces ombrophiles avec une densité de bois élevée qui stocke plus de carbone que les espèces à croissance rapide. Par conséquent, les lianes peuvent promouvoir des changements dans la composition de l'espèce et menacer la capacité du stockage du carbone par les arbres des forêts tropicales (Parthasarathy, 2015). Plus de deux douzaine d'études sur les 20 années passées ont démontré clairement que les lianes réduisent la performance de forêts tropicales. Cependant, le fait que les lianes font partir des plantes enracinées les plus profondes dans les forêts tropicales (Jackson *et al.*, 1995) suggère qu'elles sont susceptibles d'éviter la concurrence avec les arbres et éviter le stress de la sécheresse en captant l'eau stockée dans les couches profondes du sol. Putz (1984) démontre que les plantes grimpantes colonisent les horizons du sol riche en éléments nutritifs généralement plus rapidement et avec moins d'investissement dans la biomasse de la racine que les arbres. Cette souplesse dans la racine peut être expliquée comme un autre avantage de dépendance de la plante grimpante aux autres plantes pour le support mécanique car les plantes grimpantes n'ont pas besoin d'un grand diamètre structural (Putz, 2012). Elles investissent très peu dans l'épaississement de leurs tiges et branches et peuvent utiliser une grande proportion de leurs ressources pour produire des feuilles supplémentaires aussi bien que pour la reproduction (Putz, 2012). En plus de rivaliser au-dessus et en-dessous du sol, les lianes peuvent causer les dégâts mécaniques à leurs arbres

hôtes. Une forte demande en lumière des lianes boisées denses cassent leurs arbres hôtes typiquement en créant des trouées dans la canopée dans laquelle elles prolifèrent. Smith (1973) démontre néanmoins qu'en grandissant entre les couronnes des arbres, les lianes aident à stabiliser ces derniers mais l'évidence étant qu'elles infestent effectivement les arbres qui créent de larges trouées quand ils tombent.

2-2-3-2) Importance des lianes dans l'écosystème forestier

Les lianes constituent une composante clé dans les forêts du monde et contribuent à l'écologie, la diversité et la dynamique de la forêt. Elles contribuent à la fermeture de la canopée après la chute des arbres (Schnitzer et Bongers, 2002) et à l'évapotranspiration locale (Meinzer *et al.*, 1999). Plusieurs lianes jouent également un rôle considérable dans l'écosystème en contribuant au budget du carbone des forêts tropicales et représentent environ 10% de la biomasse fraîche au dessus du sol (Putz, 1984). Elles contribuent également à la structure des forêts tropicales (Putz et Mooney, 1991) ainsi qu'à la séquestration du carbone (Schnitzer et Bongers, 2002). Par ailleurs, dans les forêts tropicales, les lianes contribuent considérablement à l'ensemble des ressources qui sont importantes à la faune sauvage. Leurs fleurs et fruits fournissent des éléments nutritifs pendant toute l'année à une large variété des invertébrés et vertébrés, et leurs feuilles sont utilisées comme hôtes pour les lépidoptères et les ressources pour les autres insectes de forêt (De Vries *et al.*, 1987). Leurs tiges enchevêtrées accumulent la litière de la feuille qui fournit l'habitat pour les invertébrés aussi bien que pour les oiseaux qui se nourrissent de ces invertébrés. Ainsi, les lianes jouent un grand rôle dans plusieurs aspects de la dynamique des forêts tropicales et leur importance peut augmenter avec le changement global (Phillips *et al.*, 1994; Phillips *et al.*, 2002). Toutefois, la phénologie de beaucoup d'espèces de lianes est asynchrone avec celle des arbres, donc elles fournissent une ressource de base riche pour beaucoup d'espèces animales quand les arbres produisent peu de feuilles, de fruits ou des graines. Spécifiquement, plusieurs espèces de lianes produisent des feuilles et des fleurs pendant la saison sèche pouvant ainsi fournir une ressource particulièrement critique pour les animaux qui dépendent d'un approvisionnement stable en fruits, graines et jeunes feuilles (Parthasarathy, 2015).

2-2-3-3) La gestion des lianes dans les forêts tropicales

Dû à leurs effets généralement nuisibles sur les arbres, les directeurs des concessions forestières préconisent habituellement le délianage (Putz et Mooney, 1991). Où les lianes sont abondantes, elles représentent une nuisance sévère pour ces derniers; Non seulement les arbres exploités sont endommagés et supprimés par les lianes qu'ils supportent, mais les

opérations de forêt sont aussi rendues plus difficiles et dangereuses. La chute des arbres est particulièrement dangereuse quand ces derniers sont chargés de liane car elles font tomber les arbres voisins. Pour toutes ces raisons, la coupure des lianes est un traitement sylvicole communément prescrit pour réduire les dégâts d'exploitation sur le peuplement résiduel et pour rehausser la sécurité de l'ouvrier (Putz et Mooney, 1991; Vidal *et al.*, 1997; Gerwing, 2001; Schnitzer *et al.*, 2004). Le délianage diminue aussi les problèmes d'infestation des lianes après l'exploitation (Gerwing et Vidal, 2002).

2-2-4) Notion de Biodiversité

L'étude de la diversité biologique concerne une large gamme de disciplines au sein des sciences biologiques, chacune ayant développé ses indices et méthodes statistiques. Ces mesures de diversité jouent un rôle central en écologie et en biologie de conservation même si la biodiversité ne peut pas être capturée entièrement par une seule valeur (Purvis et Hector, 2000).

2-2-4-1) Niveaux de biodiversité :

On distingue trois niveaux d'organisation de la diversité biologique: les gènes, les espèces et les écosystèmes (Lévêque et Mounolou, 2001).

2-2-4-1-1) Diversité génétique

Elle correspond à la variabilité génétique entre les individus d'une même espèce. Il existe trois grandes approches pour quantifier la variabilité génétique: l'approche phénotypique, l'analyse de la variabilité enzymatique, l'analyse direct de la variabilité génétique (Parizeau, 2001).

2-2-4-1-2) Diversité spécifique :

Elle correspond à la diversité des espèces proprement dite. On distingue trois notions dans l'idée de la diversité spécifique (Al Bassatneh, 2006):

- ❖ La richesse spécifique : c'est le nombre total de taxons.
 - ❖ L'équitabilité (répartition de l'abondance): c'est la répartition en proportion de l'abondance totale, de tous les taxons d'un ensemble considéré. Une communauté est dite équi-répartie lorsque tous les taxons qui la composent ont la même abondance.
 - ❖ La composition : c'est l'identification des taxons qui constituent une communauté.
- Pour quantifier la biodiversité taxonomique, on distingue trois degrés d'estimation (Parizeau, 2001) :

- ✓ **La diversité alpha** : nombre d'espèces qui coexistent dans un d'habitat uniforme de taille fixe.
- ✓ **La diversité beta** : exprime le taux de remplacement des espèces dans un gradient topographique, climatique ou d'habitat dans une zone géographique donnée.
- ✓ **La diversité gama** : exprime le taux d'addition de nouvelles espèces lorsque l'on échantillonne le même habitat à différents endroits.

Pour mesurer la diversité spécifique, plusieurs indices ont été proposés. Les plus connus sont l'Indice de Shannon (dérivé de la théorie de l'information) et de Simpson (Barbault, 1995)

2-2-4-1-3) Diversité écosystémique

Elle réfère à la variété qui existe au niveau des environnements physiques et des communautés biotiques dans un paysage. La biodiversité peut être donc considérée comme la diversité des éléments composant la vie à une échelle spatiale donnée. Ainsi on peut s'intéresser à la biodiversité au niveau génétique, spécifique et de l'écosystème. Si la biodiversité s'exprime souvent par le nombre de provenances, d'individus ou de populations différentes, il faut savoir qu'elle induit également la diversité fonctionnelle. Ainsi, il peut exister plus de relations biotiques et abiotiques dans un écosystème très riche en espèces que dans un écosystème pauvre (Magurran, 2004).

2-2-4-2) Biodiversité et stockage du carbone

Les forêts tropicales renferment environ 40% du carbone stocké dans la végétation mondiale (Houghton *et al.*, 2001; Malhi *et al.*, 2006). Le stock de carbone dans le Bassin du Congo est estimé à 46 016 millions de tonnes (Wasseige *et al.*, 2009). Les forêts denses humides possèdent plus de 65 % du stock de carbone contre 35 % pour les autres écosystèmes (Tchatchou *et al.*, 2015). Les écosystèmes forestiers renferment du carbone dans plusieurs compartiments. A l'échelle mondiale, le carbone se répartit de la façon suivante : sol (45%), nécromasse (biomasse morte, 11%) et biomasse vivante (aérienne et souterraine, 44%). Ces proportions sont susceptibles de varier grandement d'un biome à l'autre. Parmi ces compartiments, la biomasse aérienne vivante est la plus étudiée car c'est la plus accessible. Les autres compartiments peuvent aussi stocker des quantités de carbone importantes et sont affectés par la destruction de la forêt, de manière moins immédiate (Molto, 2012). Cependant, la biomasse aérienne vivante reste la variable de référence pour décrire le carbone stocké dans les forêts. Cette masse peut être convertie en masse de carbone pur. Il est généralement acquis d'après la composition chimique du bois que la masse d'atomes de carbone est la moitié de la

biomasse. Cette relation varie légèrement selon les essences de bois ou selon l'environnement. La biomasse souterraine et la biomasse morte peuvent être estimées à partir de la biomasse aérienne. Des modèles, sous forme de facteurs de correction ont été calibrés dans différentes régions et le calcul de la biomasse des arbres peut se faire par méthode destructive ou non destructive nécessitant alors l'utilisation des équations allométriques. La biomasse contenue dans les plus petits arbres et dans les autres plantes (lianes, palmiers) ne devrait pas être négligée. Des modèles existent pour calculer spécifiquement la biomasse des lianes (Gehring *et al.*, 2004) et des petits arbres (Hughes *et al.*, 1999). Gerwing et Farias (2000) trouvent que le ratio de la masse des feuilles et des tiges des lianes est 4 à 5 fois supérieur à ceux des arbres dans la forêt de l'Est de l'Amazonie.

2-2-5) Notion de dynamique forestière

La dynamique forestière décrit les interactions des forces physiques et biologiques qui déterminent les changements progressifs dans la structure, la composition et les fonctions de la forêt. Les forêts sont sujettes aux changements continus entraînés par les interactions entre les individus et les espèces à l'intérieur des communautés aussi bien que par les perturbations externes. La dynamique forestière est caractérisée par deux principaux éléments: la perturbation et la succession (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-1) La perturbation

Différents types de perturbations ont des impacts différents et influencent sur la nature et le caractère des forêts humides, leur fonctionnement écologique et leur diversité. La perturbation couvre une gamme d'échelle de sévérité, d'ampleur spatiale, de fréquence et une durée qui varie grandement au sein et entre les régions tropicales qui reflètent généralement des différences dans le climat, la géologie, la biogéographie et les facteurs locaux tels que la composition des espèces et les interventions humaines. La perturbation peut être endogène, une fonction de la composition interspécifique ou exogène incluant les éruptions de pathogènes, les glissements de terrain, l'ouragan, le vent et les feux qui tendent à être moins fréquent et à large échelle qualitativement différent mais, avec des impacts important sur la dynamique de la communauté et la diversité (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-1-1) Trouée et chute d'arbre

Les trouées sont une partie naturelle du cycle de croissance dans presque toutes les forêts dominées par les arbres. Les trouées de chute d'arbre sont typiquement des dizaines ou des centaines de mètres carrés dans une zone. La taille, la forme et le caractère des trouées

reflètent que les arbres tombent l'un contre l'autre et les branches prisent les unes contre les autres ou sont entraînés au sol par les lianes. Les trouées peuvent être minimales: les arbres peuvent mourir debout et laisser tomber leurs branches avant la chute de la tige, pendant que les alentours de la canopée se ferment doucement autour de l'espace. Le processus de formation des trouées est intimement lié à la mortalité des arbres. Bien que la compétition et la sénescence prédominent habituellement, d'autres processus sont aussi opérés. Les images aériennes dans quelques forêts de tourbe de borneo révèlent une canopée lisse dominée par *shorea albida*, amaigrie par les impacts destructifs accumulés de coup de soleil. Les arbres peuvent aussi être extrêmement défoliés et ultimement tués par les prédateurs des termines, des fourmis ou les chenilles (Ghazoul et Sheil, 2010).

Les trouées produisent l'opportunité pour de nouvelles régénérations et accélèrent la croissance; mais la création de conflits endommage considérablement les plantules et les jeunes arbres (Aide, 1987). Dans les petites trouées et encombrées, la régénération dépend habituellement de la végétation préexistante bien que les graines jouent un rôle significatif dans les trouées vides. Différentes conditions résultantes dépendent de si les arbres meurent debout, par craquement ou par déracinement. Dans les larges trouées, le niveau d'éclairement est élevé et beaucoup de plantules exposées à un mouvement de croissance rapide compétissent pour l'espace. Les lianes influencent la dynamique des trouées, augmentent généralement la prédominance de chute d'arbre et la taille des trouées résultantes. Les plantes grimpantes sont très abondantes dans les zones où les larges trouées ont précédemment eu lieu (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-1-2) Glissement de terrain

Les glissements de terrain sont causés par le processus de dégradation des pentes raides et a typiquement lieu après une forte pluie ou en intersection avec un tremblement de terre. Les glissements de terrain sont plus fréquents dans les zones sans forêts que dans celles où la forêt est intactes. La végétation forestière ralentie l'érosion et la profondeur des racines peu aider à stabiliser les sols de surface. Les couches profondes réduisent aussi la probabilité de glissement superficiel de terre (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-1-3) Inondation et rivière

Les rivières serpentées sont moins violentes mais le changement du model de canal a une signification profonde. L'écoulement rapide à l'extérieur de chaque sommet érode les sédiments pendant que l'écoulement lent à l'intérieur permet aux sédiments de rester en suspension. Avec le temps, chaque sommet croit. Une fois la végétation établie, elle augmente

considérablement la disposition et stabilise les alluvions, relève progressivement le terrain (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-1-4) Les feux

La forêt humide est restée longtemps trop humide pour être brûlée par le feu mais, pendant la saison sèche, l'air pénètre dans le sous bois et sèche les combustibles qui se sont accumulés de la sécheresse incluant les feuilles tombées et les arbres morts. La forêt devient par conséquent inflammable. Ainsi, la forêt humide ne brûle jamais sans une sécheresse précédente. La destruction qui en résulte est le résultat de la combinaison des deux facteurs. La sécheresse et le feu qui en résulte sont hautement destructifs étant donné qu'ils détruisent préférentiellement les grandes et les petites tiges respectivement. Le feu affecte directement la composition et la structure de la forêt par la mort des arbres et les jeunes plantules. Les petits plants, les graines et les écorces minces des plantules meurent généralement plus vite pendant que les plus grands arbres survivent mieux. Les palmiers aussi survivent relativement plus bien. Peu d'espèces des forêts humides paraissent résister bien aux feux, bien que plusieurs bambous dans les forêts sujettes à la sécheresse prennent avantage des feux occasionnels ou d'autres événements de l'ouverture de la canopée pour s'étendre rapidement dans la zone ouverte. L'exploitation forestière sélective, la fragmentation et le climat sec augmentent la vulnérabilité de la forêt au feu. Le changement de l'habitat à long terme résultant du cycle de brûlure répété peut être plus important pour la biodiversité que l'effet de brûlure immédiat à court terme. Les changements prolongés dans la communauté de végétation dans les forêts légèrement brûlées altèrent le fonctionnement de l'écosystème et par la dynamique de changement de la litière tombée et du microclimat, peu affecter la fréquence et la sévérité des événements de feux subséquents. Les feux peuvent aussi mener à la diminution de la couverture du sol et à l'augmentation de l'érosion du sol. Plusieurs banques de graine du sol deviennent viables après le feu comme la chaleur pénètre rarement dans la profondeur du sol (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-2) La succession forestière

La succession est définie comme un changement directionnel à long terme dans la composition, la structure et les fonctions de la communauté suivant les événements perturbateurs (Molles, 2008; Ghazoul et Sheil, 2010). Dans les années 1970 plusieurs écologistes acceptent que les conditions d'équilibres stables ne soient pas défendables. La succession a été considérée pour être conduite principalement par les interactions parmi les composantes de l'espèce et leurs réponses aux changements des conditions environnementales

(Ghazoul et Sheil, 2010) on distingue: les successions primaires et les successions secondaires.

- ❖ **Les successions primaires** : les successions dites primaires ont pour origine l'implantation des organismes dans un biotope vierge, c'est-à-dire par colonisation progressive d'un substrat brut (sans sol constitué), au cours d'une « phase pionnière ». Elles concernent aussi les stations antérieurement occupées par des organismes, mais ayant fait par la suite l'objet d'une dégradation (érosion par exemple) avec remise à nu de la roche mère. Elle a lieu sur les sites sans végétation existante et sur les substrats inorganiques stériles générés par le volcanisme ou la glaciation (Morin, 2011).
- ❖ **Les successions secondaires** : correspondent à un processus de reconstitution d'une végétation préexistante après sa destruction totale ou partielle, donc à partir d'un stade quelconque de la dynamique supposée naturelle, mais sur un sol déjà constitué. Elles concernent des stations ayant subi antérieurement l'influence des facteurs perturbateurs, tels que : les tempêtes, les feux, l'exploitation forestières et minière, et les défrichements pour l'agriculture (Morin, 2011).

2-2-5-2-1) Résilience et communautés de climax

Le terme communauté de climax est utilisé pour décrire une vieille croissance forestière stable dans laquelle il n'y a pas un grand changement dans la distribution de la communauté et les traits des espèces tels que la biomasse, la tolérance à l'ombre et la densité des bois. Ainsi, l'état de climax ne réfère pas nécessairement à l'abondance relative des espèces stables dans la communauté locale et en effet, plusieurs changements pourront se faire naturellement dus aux caprices de la reproduction, de la dispersion et de la croissance. Le concept implique que la succession a un point de fin naturel et que la végétation tend vers un état de climax similaire prévisible. Dans une forêt réelle, la perturbation et le recouvrement ne sont jamais complètement exclus et l'instabilité de l'environnement assure un changement constant. L'hétérogénéité spatiale est maintenue à travers la formation des trouées sous la canopée (Raaimakers *et al.*, 1995).

2-2-5-2-2) les espèces pionnières

Les pionniers ont un taux de photosynthèse et de respiration élevé et une densité de bois faible pour permettre la croissance rapide sous de forte intensité lumineuses (Raaimakers *et al.*, 1995). Dans les zones ouvertes avec de bon sol, les espèces d'arbres pionniers typiquement s'établissent et croissent rapidement pendant que la lumière, les nutriments et l'eau sont disponibles. Plusieurs pionniers ont cependant une vie comparativement courte et leur

croissance rapide assez tôt est suffisante pour maintenir leur position dans un environnement avec une grande quantité de lumière et pour maintenir le taux d'assimilation de carbone nécessaire pour un rendement reproductif continu et prodigieux. Les feuilles (grandes et petites) des espèces pionnières tendent à avoir un métabolisme élevé et un changement élevé. Les espèces d'arbres pionniers atteignent généralement un taux de croissance individuel élevé même les juvéniles ombragés. Ils produisent typiquement de nombreuses plantules mais fournissent peu de ressources pour elles. Les graines héliophiles des espèces pionnières sont dispersées loin et souvent par le vent ce qui explique pourquoi les genres des pionniers sont distribués largement et les espèces qui ont une faible efficacité de dispersion réduisent le développement des populations distinctes. Beaucoup d'arbres pionniers appartiennent juste à peu de famille (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-5-2-3) Notion de plantes tolérantes à l'ombre

Le concept de plante tolérante à l'ombre englobe l'éclairage nécessaire pour l'établissement, la survie et la croissance. Les exigences en lumières ont des zones spécifiques de feuille large et un grand potentiel photosynthétique résultant du gain de carbone excédant que les espèces tolérantes à l'ombre qui sont indifférent dans l'environnement lumineux. Les espèces tolérantes à la lumière ont pourtant un avantage sur plusieurs espèces héliophiles dans des conditions de faible luminosité. Cet avantage vient du fait que les espèces tolérantes à l'ombre sont simples car elles nécessitent moins d'énergie pour se maintenir et s'adaptent souvent et continuent à croître avec une quantité de lumière faible quand les espèces qui ne tolèrent pas l'ombre ne peuvent pas (Agyeman *et al.*, 1999). En effet, plusieurs études montrent que les espèces héliophiles maintiennent leur taux de croissance relative plus élevé que les espèces sciaphiles même en dessous de 3% de lumière du soleil (Kitajima, 1994). La croissance est lente pour toutes les espèces exposées à une très faible quantité de lumière. Les espèces à croissance rapide meurent plus vite à l'ombre que les espèces à croissance lentes. Avec une quantité de lumière élevée, les espèces héliophiles dominent par une croissance rapide alors que dans le cas contraire (faible quantité de lumière) les espèces sciaphiles dominent par la survie simplement.

2-2-5-2-4) Les espèces de climax

Les espèces de climax généralement germent, s'établissent et persistent en dessous de la canopée, pourtant plusieurs arbres n'y passent pas beaucoup de temps comme les plantules ombragées et meurt avec le temps à moins qu'ils soient exposés en plein soleil. D'autres plantules d'arbres climaciques et les jeunes plants persistent pendant plusieurs années dans le

sous bois ombragé. La croissance fortement lente des espèces tolérantes d'ombre possèdent le bois noir, dense et une cime dense. Les bois denses produisent les tiges dures qui sont résistantes aux dommages et attaques et contribuent à la longévité. Les graines des espèces de climax sont souvent larges et riches en ressources pour permettre aux jeunes plantules de bien se développer même à l'ombre et à développer les racines qui peuvent pénétrer la litière épaisse. Les plantules répondent rapidement à la croissance de la lumière et ont une avance sur les espèces pionnières qui germent des graines dormantes ou nouvellement dispersées (Ghazoul et Sheil, 2010).

2-2-6) Projet Grands Singes

2-2-6-1) Présentation

Le Projet Grands Singes (PGS) est un projet intégré de conservation et de développement (PICD) du Centre de Recherche et de Conservation (CRC) de la Société Royale de Zoologie d'Anvers (SRZA) en Belgique. Il travaille à la périphérie nord de la réserve de biosphère du Dja, région de l'Est-Cameroun (figure 2). Ses activités s'étendent dans six villages couvrant une superficie de 300 km² (Malen V, Doumo-pierre, Minpala, Eschou, Medjo'o, Ntibbonkeuh).

2-2-6-2) Objectifs du projet

Le projet a été mis en place et financé par la Société Royale de Zoologie d'Anvers depuis 2001. Ce projet a deux objectifs majeurs à savoir: la conservation par le biais de la recherche et le développement rural. Spécifiquement il a pour objectifs:

- Protéger les grands singes et leurs habitats naturels par la chasse durable, l'écotourisme, la recherche scientifique et les microprojets de développement;
- Mettre un terme au braconnage des espèces protégées;
- Gérer durablement la faune au niveau local par le zonage et la mise sur pieds d'un plan de gestion contrôlée de la chasse;
- Améliorer les conditions de vie des populations locales;
- Pourvoir à l'alternative de la chasse.

2-2-6-3) Conservation et recherche

Sur le plan de la conservation le projet a contribué à l'établissement d'un plan de « gestion de la chasse » de manière participative, à la création d'un comité local de vigilance qui effectue régulièrement des patrouilles de lutte contre le braconnage. Une zone

d'agroforesterie a été aménagée de façon à délimiter un terroir de chasse communautaire. Des usages spatio-temporels ont ensuite été affectés aux différentes portions du terroir de chasse.

La recherche quant à elle comporte plusieurs axes, notamment:

- Des études socio-économiques;
- La socio-écologie des grands singes;
- Des études appliquées à la conservation.

2-2-6-4) Développement rural

Le projet grands singes facilite l'obtention des financements destinés au renforcement des capacités des populations rurales et à la mise en œuvre des microprojets de développement tels que la cacao-culture, la pisciculture, l'apiculture, les champs communautaires.

CHAPITRE 3: MATERIELS ET METHODE

3-1) Présentation de la zone d'étude

3-1-1) Milieu physique

3-1-1-1) Localisation géographique de la zone

L'étude a été réalisée dans le site de recherche «la Belgique», situé en forêt dense humide du Cameroun dans la région de l'Est, Département du Haut-Nyong, Arrondissement de Messamena; avec une superficie de 40 km². Cette zone se situe entre les latitudes 03°23' et 03°27'Nord et les longitudes 13°07' et 13°11'Est, dans la périphérie Nord de la RBD (Figure 1). Cette zone est officiellement non protégée et est située dans une concession forestière (UFA 10°047). Les villages les plus proches du site sont par ordre, Mimpala, Doumo-Pierre, Malen V. Le village Malen V est distant de Doumo-Pierre de 3 km environ; Doumo-Pierre et Malen V sont distants de 4,5 km; et Mimpala est distant du site de recherche de 13,5 km (Figure 1). La distance entre Malen V et Messamena est d'environ 67 km (Epanda, 2004).

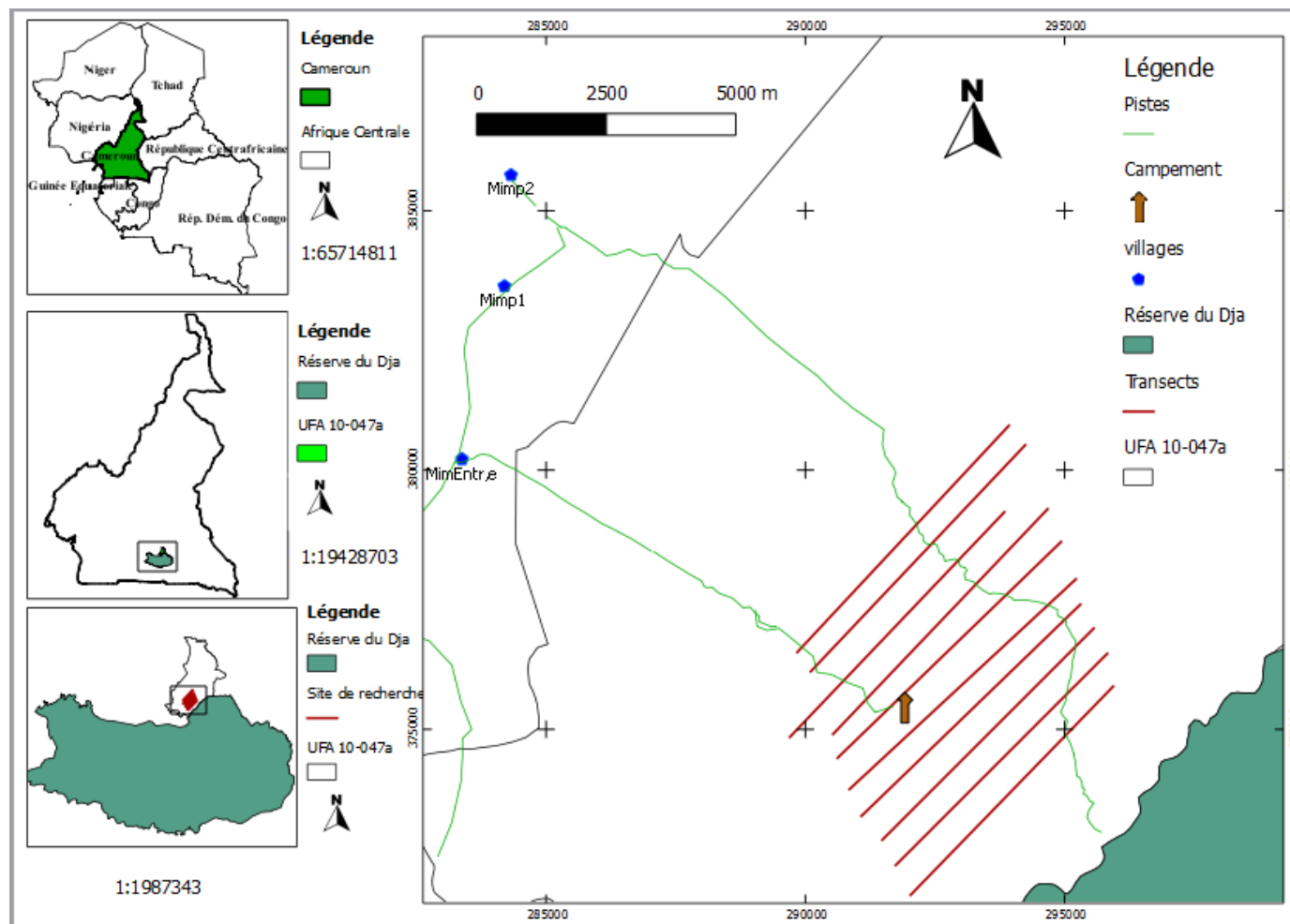


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

Source: PGS (2013).

3-1-1-2) Climat

Le climat de la zone d'étude est de type équatorial humide à quatre saisons: une grande saison de pluies allant de mi-août à mi-novembre; une grande saison sèche allant de mi-novembre à mi-mars; une petite saison de pluies de mi-mars à mi-juin et une petite saison sèche de mi-juin à mi-août (Djoufack, 2003; Epanda, 2004). Les données climatiques collectées dans le site d'avril 2009 à mars 2010 présentent des précipitations de 1563 mm, avec des températures moyennes variant entre 19,8°C et 27,0°C (Willie *et al.*, 2012a).

3-1-1-3) Hydrographie

Le réseau hydrographique est dense. En effet, les affluents de la rivière Dja prennent leur source dans les marécages de la ligne de crête Est-Ouest à l'intérieur de la zone d'étude. A cet effet, nous distinguons comme affluents: Ndjo'o, Modalélim, Nkoun, Moun et Leu'h. La rivière Dja arrose une partie du plateau central camerounais. Elle est régulièrement entrecoupée de chutes et de rapides qui l'empêchent d'être navigable sur tout son lit (Djoufack, 2003). Elle forme la frontière de la réserve dans la plus grande partie de son périmètre (Laclavière, 1999).

3-1-1-4) Relief

Le relief est peu ondulé, parcouru par des vallées rapprochées et peu profondes. Ces vallées jalonnent de part et d'autre une ligne de crête Est - Ouest à partir de laquelle les cours d'eau coulent vers la rivière Dja. Cette zone se situe dans le bassin du Congo, sur un plateau précambrien. Le paysage est une succession de collines convexes et d'interfluvies émoussés. Le relief est peu marqué (plat), et l'altitude varie entre 600 et 700 m (Letouzey, 1968; Fomete et Tene, 1998).

3-1-1-5) Sol

Les sols de la zone d'étude reposent sur des schistes verdâtres à éclat gras, bordés de micaschistes à grenats, intercalés de lits quartzeux à grains (Letouzey, 1985). Ces matériaux fournissent en majorité des sols argileux. Les nappes phréatiques sont très superficielles. La dominance pédologique est argileuse avec des sols humides et mouillés, d'où la présence de nombreux marécages inondés en saison de pluies. On y observe par endroits, des cuirasses ferrugineuses plus ou moins décomposées et peu épaisses, favorisant à certains endroits l'existence des sols argilo-sablonneux plus secs. Ces sols sont pauvres en éléments nutritifs et très fragiles.

3-1-1-6) Végétation

La RBD et ses environs appartiennent au secteur forestier toujours vert Cameroun - Congolais, plus précisément au district congolais du Dja (White, 1983; Letouzey, 1985; Sonke, 1998). La zone d'étude tout comme la RBD subit l'influence de trois domaines phytogéographiques:

- Le domaine de forêts denses atlantiques à dominance des Césalpiniacées à l'Ouest;
- Le domaine de forêts denses semi décidues au Nord à dominance des Sterculiaceae et Ulmaceae;
- Le domaine congolais des forêts denses sempervirentes très hétérogènes au Sud.

Les forêts du Dja sont hétérogènes aussi bien au niveau de leur structure, que de leur composition floristique. D'après Lejoly (1996), on y rencontre trois types de forêts: celles sur rocher (5%), celles sur sols hydromorphes (20%) et celles sur terre ferme (75%). Une typologie de la végétation met en évidence quelques éléments descriptifs de l'ensemble floristique (Lejoly, 1996):

- Forêt primaire, forêt secondaire très âgée, forêt secondaire, prairies marécageuses.
- Les arbres et les grands arbustes dont quelques-uns sont *Baillonella toxisperma*, *Alstonia boonei*, *Ceiba pentandra*, *Canarium schweinfurthii*, *Distemonanthus benthamianus*, *Erythrophleum ivorense*, *Entandrophragma utile*, *Entandrophragma cylindricum*, *Afrostryax lepidophyllus*, *Tessmannia africana*, *Tessmannia lescrauwaetii*;
- Les arbustes de petites tailles tels qu'*Alchornea floribunda*, *Beilschmiedia corbisieri*, *Ficus natalensis*, *Cavacoa quintasii*, *Diospyros gillettii*, *Vepris louisii*. Il faut aussi souligner la remarquable présence dans les vallées marécageuses de *Uapaca paludosa*, isolés ou en petits peuplements;
- Les lianes: Parmi celles-ci, on remarque aisément l'omniprésence, sur terrains mouillés de palmiers lianescents (rotins), appartenant aux genres *Ancistrophyllum* (*A. opacum*, *A. secundiflorum*), *Eremospatha* (*E. macrocarpa*, *E. wenlandiana*), *Oncocalamus*, plus rarement *Calamus* (*C. daërratus*); la présence constante de la grande liane rubanée *Millettia duchesnei* et d'autres espèces mal identifiées du genre *Tetracera*;
- Un tapis herbacé relativement pauvre composé d'espèces plus ou moins sciaphiles telles que *Ataenidia conferta*, *Costus engleramus*, *Marantochloa holostachya*, *Medinilla mirabilis* (lianescente), *Mendoncia lindaviana* (lianescente). Parmi les fougères, on a *Ctenitis* spp. (*C. efulensis*, *C. lanigera*, *C. pilosissima*, *C. protensa*).

Les forêts de la zone d'étude sont hétérogènes dans leur structure et dans leur composition floristique. Cette hétérogénéité est due au phénomène de succession forestière. Cette situation se traduit par l'émergence de plusieurs types de végétations. Une étude effectuée par Ngueunang et Dupain (2002) dans la zone d'étude basée sur la composition floristique, la physionomie, la structure végétale et le rythme de la végétation rapporte l'existence des faciès de végétation suivants:

- Forêt dense primaire

Cette forêt présente la physionomie typique des forêts denses humides. Elle est caractérisée par son sous-bois ouvert et luxuriant. La strate arbustive (moins de 15 m) est dominée par les espèces des genres *Rinorea* et *Drypetes*. Les espèces telles que *Trichilia rubens*, *Microdesmis puberula*, *Diospyros holeana* sont bien représentées dans cette strate. Les Marantacées et les Zingibéracées sont peu présentes dans le sous-bois. Elles apparaissent toujours de façon éparse, très diffuse, en individus isolés et rarement en taches. La strate arborescente moyenne (comprise entre 25 et 35 m) est formée des arbres dont les cimes forment la canopée dominante plus ou moins continue. Plusieurs espèces y sont dénombrées. Les plus abondantes sont *Strombosiopsis tetrandra*, *Polyalthia suaveolens*, *Strombosia pustula*, *Pentaclethra macrophylla*, *Heisteria zimmereri*, *Carapa procera*. Les émergents (35 m et plus) de diamètre supérieur à 90 cm sont représentés par les espèces telles que *Piptadeniastrum africanum*, *Pachylasma tessmannii*, *Uapaca paludosa*, *Omphalocarprum procerum*.

La présence fréquente des espèces héliophiles telles que *Petersianthus macrocarpus*, *Tabernaemontana crassa* dans ce faciès résulterait de la dynamique interne de la forêt avec les perturbations d'origines naturelles (chutes d'arbres, animaux) qui favoriseraient leur installation. Cette forêt se situe généralement sur les pentes non loin des cours d'eau. La présence de grandes lianes y est aussi très caractéristique.

- Forêt dense secondaire âgée

Cette forêt présente à première vue l'aspect d'une forêt dense mature. Cependant, quelques traits caractéristiques l'en distinguent. Le sous-bois est moins ouvert avec des taches de marantacées dont les plus fréquentes sont *Ataenidia conferta*, *Sarcophrynium schweinfurthii*. La canopée dominante se situe entre 20 et 30 m. elle est dominée par les espèces de la famille des Annonacées (*Polyalthia suaveolens*, *Anonidium mannii*, *Enantia chlorantha* par ordre d'abondance). Les autres espèces bien fréquentes dans cette strate sont: *Strombosiopsis tetrandra*, *Heisteria zimmereri*, *Plagiostyles africana*, *Uapaca spp.* Dans la strate arborescente inférieure (< 20 m) on trouve encore des espèces telles que *Desplatsia*

dewevrei, *Myrianthus arboreus*, *Maesobotrya klaineana* et *Tabernaemontana crassa* qui sont très caractéristiques des formations secondaires jeunes. Les émergents peu présents sont constitués par les espèces suivantes: *Nauclea diderrichi*, *Terminalia superba*, *Uapaca paludosa*, *Cola lateritica*, *Altonia bonnei*. On rencontre dans la forêt de nombreuses taches de fourrées constituées par le rotin (*Laccosperma secundiflorum*). Ceci a conduit Lejoly (1996) à parler de forêt secondaire à *Laccosperma secundiflorum*.

-Forêt dense secondaire

Cette forêt se distingue particulièrement de la précédente par son sous-bois plus riche et plus diversifié en Marantacées et Zingibéracées, notamment *Ataenidia conferta*, *Sarcophrynium macrostachyum*. *Alchornea floribunda* (Euphorbiacées) en association avec quelques Acanthacées telles que *Whitfieldia longifolia*, *Mariopsis sp.* sont des arbrisseaux fréquemment rencontrés dans le sous-bois (Mbock, 2009).

La strate arborescente (comprise entre 15 et 25 m) constitue la canopée dominante. Celle-ci peut atteindre 30 m. Les espèces suivantes y sont fréquentes: *Myrianthus arboreus*, *Polyalthia suaveolens*, *Strombosiaopsis tetrandra*, *Coryanthe pachycera*, *Plagiostyles africana*, *Anonidium mannii*, *Funtumia elastica*. Les émergentes très discontinues sont caractérisées par *Petersianthus macrocarpus*, *Duboscias macrocarpus*, *Distemonanthus benthamianus*, *Uapaca paludosa*. La strate arbustive est dominée par *Tabernaemontana crassa*.

- Forêt secondaire jeune

Elle se caractérise par son sous-bois touffu, avec une abondance de Marantacées et de Zingibéracées. Ce sont notamment *Haumania danckelmaniana*, *Ataenidia conferta*, *Afromomum spp.* On note la présence abondante des arbustes suffrutescents tels qu'*Alchornea laxiflora*, *Alchornea floribunda*. La strate dominante atteint à peine 15 m et est dominée par *Tabernaemontana crassa*. On note également la présence des espèces telles que: *Myrianthus arboreus*, *Desplatsia chrysocales*, *Fagara macrophylla*. De cette fourré émergent très rarement quelques individus encore en croissance des espèces telles que: *Pycnanthus angolensis*, *Petersianthus macrocarpus*, *Funtumia elastica*, *Celtis mildbraedii*.

- Forêt ripicole

C'est la zone de transition entre la forêt de terre ferme et les raphiales. Cette forêt est périodiquement inondée. Le degré d'hygrophyllie du sol suit un gradient de plus en plus important quand on part de la berge de la forêt de terre ferme vers la raphiale. La densité des arbres ici est plus grande que dans les raphiales et la canopée dominante se situe généralement entre 15 et 20 m. on note la présence des grands arbres dont les plus fréquents sont :

Pterocarpus soyauxii, *Strombosiospis tetrandra*, *Uapaca guineensis*, *Macaranga schweinfurthii*. Les arbustes assez fréquents sont *Lasiodiscus mannii*, *Rinorea oblongifolia*, *Anthonotha macrophylla*. La plus grande diversité de Marantacées et de Zingibéracées est observée dans cette forêt où on rencontre à la fois les espèces caractéristiques de forêt de terre ferme et de raphiale. Les espèces les plus abondantes sont *Ataenidia conferta*, *Marantochloa purpurea* et *Halopegea hazura*.

- Raphiale

Cette formation végétale est dominée sur un sol très hydromorphe par les espèces du genre *Raphia* et notamment par *Raphia mobutterum* dont le feuillage forme une couche plus ou moins continue à environ 10 m de hauteur. La densité des arbres ici est très faible. Les quelques espèces qui s'y rencontrent sont entre autres *Strombosiospis tetrandra*, *Uapaca spp.* On y trouve aussi quelques espèces de Marantacées et de Zingibéracées telles que *Marantochloa purpurea*, *Costus dinklagei*, *Costus dewevrei*, *Costus lucanusianus*.

3-1-1-7) Faune

La faune de la zone d'étude est très diversifiée. En effet, les diverses études réalisées montrent que la faune est composée de:

- 109 espèces de mammifères (regroupées en 10 ordres et 34 familles). Les plus remarquables étant *Loxondonta africana cyclotis* (Eléphant de forêt), *Syncerus caffer nanus* (Buffle de forêt), *Panthera pardus* (Panthère), *Tragelaphus spekei* (Sitatunga), *Gorilla gorilla gorilla* (Gorille), *Pan troglodytes troglodytes* (Chimpanzé), *Colobus guereza* (Colobe noir et blanc), *Cercocebus albigena* (Cercocèbe à joue blanche), *Cercocebus galeritus* (Cercocèbe argile), *Cercopithecus cephus* (Moustac), *Cercopithecus nictitans* (Cercocèbe pain tacheté), *Cercopithecus pogonias* (Mone), *Cercopithecus neglectus* (Singe de Brazza), *Colobus satanas* (Colobe Satan), *Potamochoerus porcus* (Potamochères), *Uromastix tetradactyla* (Pangolin à longue queue), *Phataginus tricuspis* (Pangolin commun), *Manis gigantea* (Pangolin géant), *Cephalophus monticola* (Céphalophe bleu), *Cephalophus callipygus* (Céphalophe de Peters), *Cephalophus dorsalis* (céphalophe à bande dorsale noire), *Cephalophus nigrifrons* (Céphalophe à front noir), *Cephalophus silvicultor* (Céphalophe à dos jaune) (Williamson et Usongo, 1995; Fomete et Tene, 1998);

- 320 espèces d'oiseaux, parmi lesquelles on distingue environ 80 migrants plus ou moins réguliers venant d'Europe et d'Afrique (principalement des zones sahéliennes durant leur saison sèche). Parmi ces espèces, on retrouve *Psittacus erithacus* (perroquets gris à queue rouge), *Ceratogyma cylindricus* (grand Calao à casque noir), *Ceratogyma*

subcylindricus (Calao à joues grises), *Picarthartes oreas* (Picartharte chauve du Cameroun), *Corythaeola cristata* (Touraco géant) (Christy, 1996);

- 62 espèces de poissons dont *Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio*, *Phractus intermedia* et *Distichodus notopilus*. Ces poissons appartiennent à la faune du bassin du Congo, avec environ 25% d'espèces endémiques au Cameroun. Parmi celles-ci, les Cyprinidae notamment les *Barbus* sont de bons indicateurs géographiques avec leur endémisme souvent élevé (Garland, 1989).

A toutes ces espèces, s'ajoute une gamme variée d'espèces de petits mammifères, de reptiles, d'arthropodes et d'amphibiens.

L'étude botanique réalisée dans la RBD révèle que 82% des espèces ligneuses présentes sont zoochores (Whitney *et al.*, 1998). Cette proportion élevée traduit l'importance de la faune dans les processus de régénération naturel de la forêt du Dja et du maintien des équilibres écologiques (Letouzey, 1968).

3-1-2) Milieu humain

3-1-2-1) Populations

La périphérie Nord de la RBD comprend deux grands groupes humains à savoir les Badjoué ou Kozimé et les Baka. Le «Badjoué» est la langue parlée par les habitants de Malen V, Doumo-pierre et Minpala. Les habitants de Malen V et de Doumo-pierre appartiennent au lignage «Bampom», tandis que ceux de Minpala appartiennent au lignage «Bazimdja» (Willie, 2006). La densité de la population est faible, soit près de 1,5 habitants/km² (Fomete et Tene, 1998).

3-1-2-2) Activités humaines

Comme dans toutes les zones rurales, les populations de la zone d'étude se livrent à des activités telles que l'agriculture, la cueillette, la pêche, l'élevage et la chasse.

3-1-2-2-1) Agriculture

Les populations pratiquent une agriculture itinérante sur brûlis. Les cultures vivrières sont destinées à l'autoconsommation et les cultures de rentes réservées à la vente. Les cultures de rentes vendues dans la zone sont le cacao (*Theobroma cacao*), le café (*Coffea spp.*). Mais la chute des prix de ces produits a entraîné une baisse de production suite à un désintéressement des producteurs. Les cultures vivrières sont en général le manioc (*Manihot spp.*), le macabo (*Xanthosoma spp.*), la banane (*Musa spp.*), l'arachide (*Arachis hypogea*). En

plus de ces cultures, on retrouve les arbres fruitiers à proximité des maisons et dans les cacaoyères (Ngueunang et Dupain, 2002).

3-1-2-2-2) Cueillette

Cette activité est très pratiquée par les Baka et les Badjoué qui tirent l'essentiel de ce dont ils ont besoin dans la forêt. Les produits récoltés sont les lianes, les écorces, les chenilles, le miel, les fruits et les feuilles de certains arbres, les champignons et les Marantacées. En plus de tout cela, hommes et femmes récoltent du vin de raphia dans les troncs qu'ils vignent en forêt (Ngueunang et Dupain, 2002).

3-1-2-2-3) Pêche

Elle est une activité importante après la chasse et l'agriculture. Elle est pratiquée le long de la rivière Dja et ses affluents. La pêche est favorisée d'une part, par un réseau hydrographique assez dense et d'autre part par la richesse halieutique des eaux. En fonction également de la situation géographique des aires de pêche par rapport aux villages, l'activité va donner lieu à de véritables migrations saisonnières (plusieurs semaines) et à l'établissement des campements des pêches. Cette activité constitue aussi une source d'approvisionnement en protéines. Les méthodes de pêche utilisées sont la nasse, la ligne, les filets et les barrages. L'activité de pêche varie en fonction des saisons. Elle se pratique intensément en saison sèche et diminue en saison des pluies suite à la montée des eaux (Ngueunang et Dupain, 2002).

3-1-2-2-4) Elevage

Cette activité est presque inexistante. Il existe quelques bêtes domestiques (porcs, poulets, chèvres) sont laissées en divagation et ne font l'objet d'aucun suivi particulier. Elles sont destinées à l'autoconsommation (Ngueunang et Dupain, 2002).

3-1-2-2-5) Chasse

Dans la zone d'étude, la chasse est un héritage culturel qui se pratique de génération en génération. La chasse est pratiquée exclusivement par les hommes. L'intensité de la chasse est maximale en saison de pluies. La chasse joue plusieurs rôles dans la vie des populations: c'est la principale source de protéines d'origine animale, une source importante de revenus (permettant aux paysans de se procurer des produits de première nécessité tels que: savon, pétrole, sel, huile, riz, etc.) et un facteur de cohésion sociale (à travers le partage du gibier capturé) (Ngueunang et Dupain, 2002). Les résultats des recherches dans la zone d'étude relèvent que 96% des ménages chassent pour couvrir leurs besoins en protéines animales et

améliorer leurs revenus. L'arme à feu est l'outil de chasse principal dans notre site de recherche et les types de munitions utilisées sont de marque Mac, Mirage, Fob, Missi et Nobel (Nyaga, 2004).

3-2) Sources de collecte des données

La présente étude est basée sur la collecte des données secondaires et primaires.

3-2-1) Données secondaires

Les données ont été collectées avant la descente sur le terrain. Ainsi, après la définition du thème de recherche et la méthodologie à employer sur le terrain, une revue de la littérature a été réalisée dans le but d'avoir une idée claire sur les travaux antérieurs déjà effectués ayant un lien avec la présente étude. Ces données proviennent de la bibliothèque de l'Association pour la Protection des Grands Singes (APGS), du Département de Foresterie (DEPFOR) à la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang, ainsi que des différents articles scientifiques publiés tirés des sites internet et même des documents fournis par nos superviseurs et encadreurs.

3-2-2) Données primaires

La collecte des données primaires s'est étalée sur la période allant d'avril à septembre 2016. Elle a permis d'obtenir les données biophysiques qui consistent à la prise des mesures des lianes et des arbres associés à l'intérieur des parcelles installées dans les différents types d'habitats de la RBD.

3-3) Méthodologie

3-3-1) Mise en place, dimensions et formes des placettes d'échantillonnage

La zone d'étude a été divisée en cellules de 500 m x 500 m (Figure 2). A l'intérieur de chaque cellule nous avons établi une parcelle carrée de 25m x 25m (Figure 3) soit au total 495 parcelles pour l'ensemble du site.

Le travail a été effectué dans 5 types d'habitats tels que définis par Djoufack (2013) à savoir : Forêt mature, Forêt secondaire âgée, Forêt secondaire jeune, Raphiales et Forêt ripicole. Cependant les habitats de type Forêt mature n'ont pas été pris en compte lors de l'analyse des données car parmi les 495 parcelles inventoriées, seulement deux (02) parcelles se trouvaient dans cet habitat. De plus des 493 parcelles restantes, onze (11) étaient sans liane. Il faut noter que Les densités ont été calculées en considérant 493 parcelles tandis que les

autres analyses ont été faites dans 482 parcelles dont 137 dans les forêts secondaires âgées, 255 dans les forêts secondaires jeunes, 48 dans les raphiales et 42 dans les forêts ripicoles.

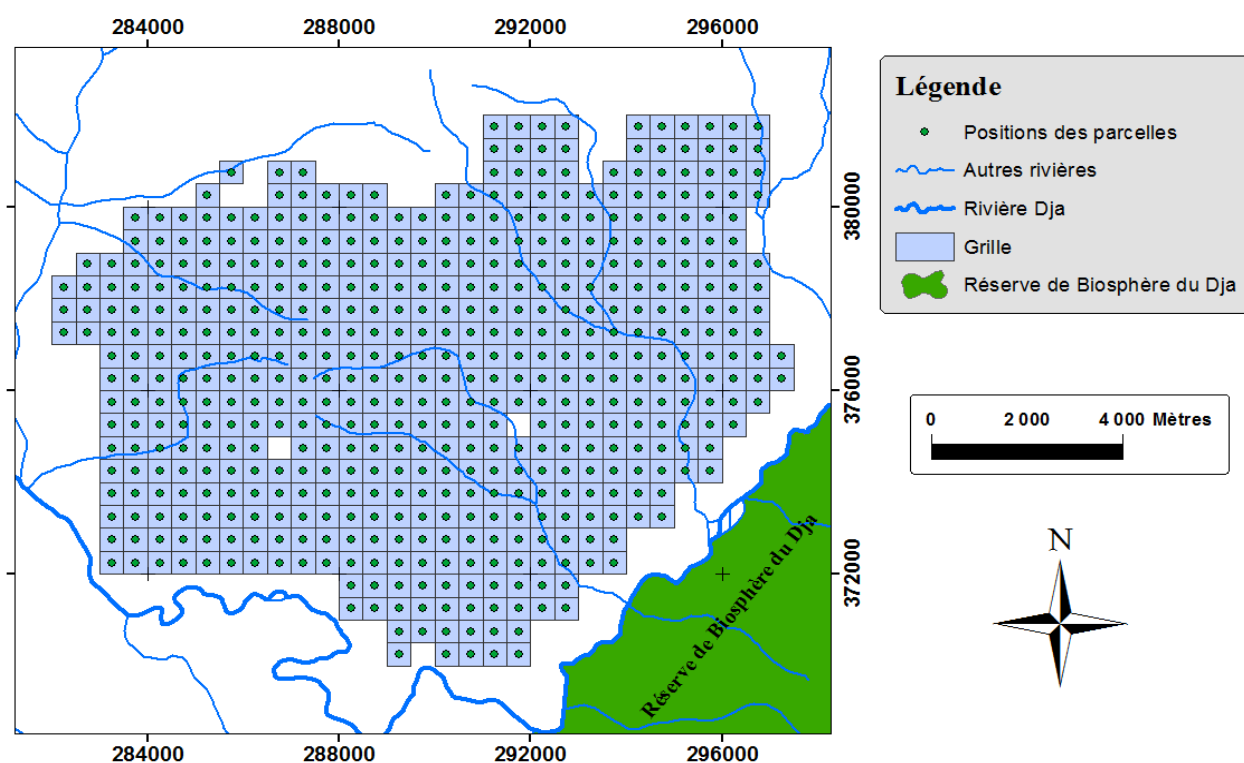


Figure 2: Dispositif d'échantillonnage dans le site de recherche (PGS, 2016)

3-3-2) Inventaire, Mesures Biophysiques effectuées dans les parcelles

L'inventaire des lianes et des arbres a été fait dans les parcelles de 25m x 25m (Figure 3) suivant cinq (05) types d'habitats: Forêt mature, Forêt secondaire âgée, Forêt secondaire jeune, Raphiale et Forêt ripicole (Ngueunang et Dupain, 2002; Djoufack, 2003; Dupain *et al.*, 2004). Ainsi pour chaque parcelle, le type d'habitat a été mentionné.

Tous les arbres de Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 cm ($DHP \geq 10$ cm) ont été mesurés. Toutefois, les arbres avec des défauts tels que: les contreforts, les bosses, les nœuds, le renflement, les fourches et les courbures ont été mesurés à 30 cm au-dessus du défaut concerné. La hauteur totale a été estimée par une même personne visuellement en se plaçant à une certaine distance du tronc lui permettant de percevoir le sommet de la cime (Addo-Fordjour *et al.*, 2009).

Les lianes de diamètre à hauteur de poitrine (1.30 m du sol) ≥ 1 cm ont été identifiées et mesurées (Parthasarathy *et al.*, 2004; Gerwing *et al.*, 2006; Schnitzer *et al.*, 2008; Schnitzer *et al.*, 2012; Villagra *et al.*, 2013). Toutes ces lianes ont été mesurées comme si elles étaient

cylindriques. Ainsi, les diamètres ont été mesurés à l'aide du pied à coulisse et du mètre ruban pour les tiges inférieures à 5 cm et les tiges supérieures à 5 cm respectivement (Gerwing *et al.*, 2006; Schnitzer *et al.*, 2006; Schnitzer *et al.*, 2008). Les lianes avec les racines adventices supérieures à 1,30 cm de l'enracinement principal ont été mesurées à 50 cm au-dessus de la racine adventice la plus haute enracinée dans le sol. Les lianes avec les branches qui poussent en dessous de 1,30 cm ont été mesurées à 20 cm en dessous du point de branchement et les tiges avec les anomalies (grandes protubérances, nœuds ou la division de la tige) à 1,30 cm ont été mesurées à 5 cm en dessous de l'anomalie. Par ailleurs, nous avons considéré chaque liane enracinée qui n'était pas connectée au dessus du sol à toute autre liane incluse dans l'inventaire comme un individu unique. Quand une liane individuelle avait plusieurs tiges ≥ 1 cm de diamètre, nous considérons la tige qui avait le plus grand diamètre comme la tige principale (Schnitzer *et al.*, 2006).

Les différentes espèces ont été identifiées sur le terrain par un botaniste local grâce à la combinaison des caractéristiques reproductives (fruits et fleurs) et végétatives (feuilles, écorces, la forme de la tige, l'exsudat) en utilisant les noms locaux (Gerwing *et al.*, 2006; Schnitzer *et al.*, 2012). Les échantillons des espèces non identifiées sur le terrain ont été collectés, pressés et transportés à l'herbier national de Yaoundé, Cameroun pour identification. Les noms scientifiques des espèces collectées ont également été confirmés à l'herbier.

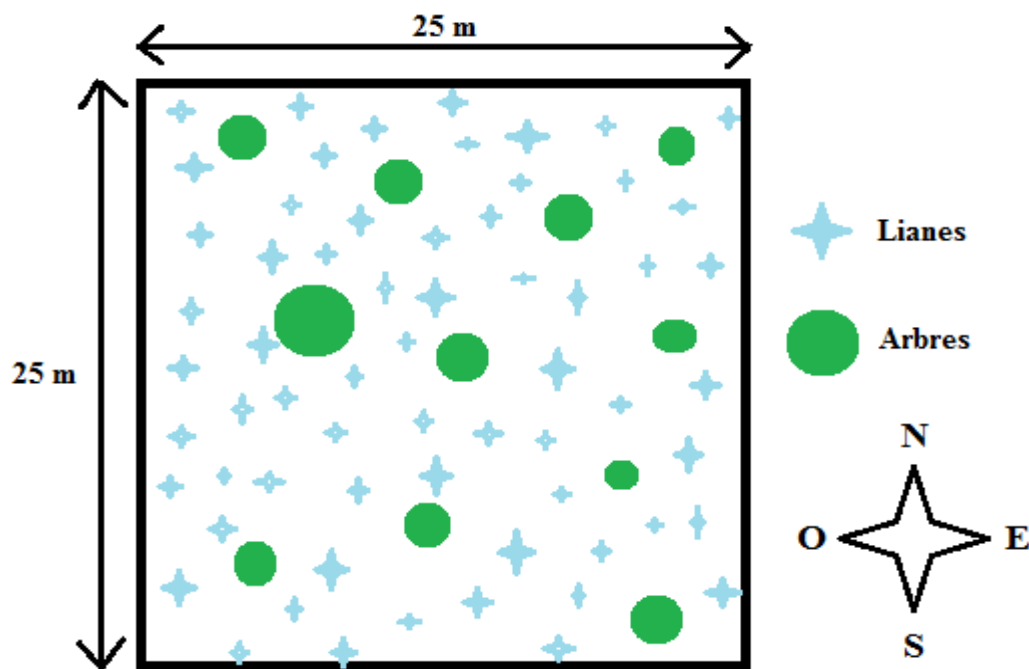


Figure 3: Schémas du dispositif expérimental dans une parcelle

3-4) Analyse et traitement des données

Le logiciel ArcGIS 10.1 a été utilisé pour le positionnement du dispositif d'échantillonnage dans les parcelles. Les données collectées ont été saisies et compilées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007. Nous avons utilisé le package iNEXT dans le programme R pour les interpolations et extrapolations de la richesse spécifique, des indices de diversité des habitats. La distance écologique utilisée dans la présente étude a été celle développée par Bray – curtis qui prend en compte la composition et l'abondance relative des espèces dans les parcelles (McCune et Grace, 2002; Anderson *et al.*, 2011). Les logiciels Minitab 17 a été utilisé pour effectuer les tests de Mann- Withney (utilisé pour comparer les quantités de carbone stocké par les lianes dans les différents habitats pris deux à deux), d'ANOVA (utilisé pour comparer l'abondance des lianes dans les habitats), de Kruskal – Wallis (utilisé pour comparer les quantités de carbone stocké par les lianes par habitat) et de Student (utilisé pour comparer les quantités de carbone stocké par les arbres seuls et celles stockées par les arbres-lianes dans les habitats).

3-4-1) Diversité des lianes dans les différents types d'habitats de la RBD

3-4-1-1) Influence des types d'habitats sur la diversité des lianes

Pour calculer et comparer la diversité des lianes en fonction des types d'habitats, plusieurs paramètres ont été utilisés (La richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon, l'indice de Simpson et l'indice de rareté (Pct Rare 1%)) (Magurran, 2004; McGill, 2011)

- **La richesse spécifique:** exprimée par le nombre total d'espèces observées (en valeur absolue ou par unité de surface ou de volume).

- **L'indice de Shannon-Wiener :**

$$H' = -\sum ni/N \log_2 (ni/N) \text{ Où}$$

ni est l'effectif de l'espèce **i** et **N** l'effectif total des espèces.

Cet indice est un indicateur de la diversité en tenant compte non seulement de la richesse spécifique, mais aussi de la proportion de chaque espèce représentée au sein de la communauté. Cette indice accentue par conséquent la contribution d'espèces rares et C'est l'indice le plus couramment utilisé, il présente une certaine sensibilité aux espèces rares.

- **L'indice de Simpson:** C'est une mesure de la dominance. Il exprime la probabilité pour que deux individus choisis au hasard dans une population infinie, appartiennent à la même espèce et donne plus de poids aux espèces communes dans un échantillon. Il s'exprime à partir des fréquences des espèces

$$D' = \sum (ni/N)^2$$

- **L'indice de rareté:** le statut des espèces a été précisé en ce qui concerne les espèces rares par la détermination d'un indice de raréfaction des espèces et est calculé suivant l'équation:

$$\text{PctRare 1\%} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_t}{S}$$

t est le nombre entier directement inférieur à 1% du nombre total d'individus et **S** est le nombre total d'espèces

- L'analyse de la variance à un facteur (ANOVA) a été utilisée pour déterminer l'existence d'une différence significative entre les différents types d'habitats en termes d'abondance en lianes. De ce fait, le nombre total de tiges de lianes a été calculé pour chaque parcelle et l'analyse de la variance a ainsi permis de tester les moyennes des abondances pour chaque habitat. Lorsque le test était significatif, le test de Turkey était utilisé pour effectuer une comparaison par paire.

- En ce qui concerne la richesse spécifique, la dominance de Simpson et de diversité de Shannon, les courbes d'accumulation ont été utilisées pour comparer les différents habitats (Gotelli et Colwell, 2001) en utilisant le nombre de Hill (Chao *et al.*, 2014) Colwell 2014. Etant donné que le nombre de parcelle variait en fonction des habitats, ainsi que le nombre de tiges de lianes par habitat, une extrapolation a été effectuée pour permettre la validité des comparaisons (Gotelli et Colwell, 2001; Hsieh *et al.*, 2016). Le package iNEXT a été utilisée pour les extrapolations et interpolations. Lorsque le paramètre q du nombre de Hill était égal à zéro (0), la comparaison portait sur la richesse spécifique, pour $q = 0$, elle portait sur l'indice de Shannon et pour $q = 2$, l'indice de Simpson était comparé.
- L'homogénéité a été comparée entre les différents habitats par le modèle de distribution de l'abondance des espèces. Ici, il s'agit de la distribution des rangs et d'abondance des espèces dans les différents habitats.

3-4-1-2) Influence des types d'habitats sur la composition des lianes

- ❖ L'Analyse de la Correspondance Canonique (CCA) a été utilisée pour mettre en évidence l'influence du type d'habitat sur la composition des espèces de lianes (Levin *et al.*, 2003)
- ❖ Le test non-paramétrique Multi-Response Permutation Procedure (MRPP) à un seuil de significativité $\alpha = 0,05$ a été utilisé pour tester les différences dans l'abondance et la composition spécifique des lianes dans les cinq (05) types d'habitats (McCune et Grace, 2002) dans le logiciel Pc-ord 4.0. Cette méthode calcule la probabilité que les différences détectées au sein des habitats résultent de la chance (DeWalt *et al.*, 2006) et son avantage est qu'elle n'exige pas la distribution des données suivant la loi normale. Ce même test a été utilisé pour effectuer les comparaisons multiples entre les habitats.
- ❖ La valeur indicatrice de chaque espèce de liane a été calculée en utilisant la formule de Dufrêne et Legendre (1997) pour évaluer l'appartenance de certaines espèces à des habitats particuliers. Cette méthode génère les valeurs indicatrices pour chaque espèce dans chaque type d'habitat en combinant les informations sur l'abondance et la fréquence des espèces dans un habitat particulier ainsi que le degré de fidélité de chaque espèce à son habitat. La valeur indicatrice de l'espèce i dans l'habitat j s'écrit comme suite :

$$\text{Ind Val}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100 \text{ Où}$$

$$A_{ij} = N_{ij} / N_j$$

$$B_{ij} = N_{site_{ij}} / N_{site_j}$$

Avec :

Ind Val = valeur indicatrice de l'espèce i dans l'habitat j

A_{ij} = mesure de la spécificité

B_{ij} = mesure de la fidélité

N_{ij} = nombre moyen des individus de l'espèce i dans toutes les parcelles de l'habitat j

N_j = somme des nombres moyens total de l'espèce i pour tous les habitats

N_{siteij} = nombre de parcelles de l'habitat j où l'espèce i est présente

N_{sitej} = nombre total de parcelles dans l'habitat j

La significativité de cette valeur indicatrice a été testée à partir de la simulation de Monte Carlo au seuil $\alpha = 0,05$ au moyen du logiciel PC-ORD 4.0.

3-4-1-3) Estimation de la biomasse aérienne des lianes et des arbres (AGB: Above Ground Biomass)

La biomasse aérienne des lianes et des arbres correspond à la masse de matière végétale des lianes et des arbres sèche par unité de surface. Cette biomasse aérienne a été obtenue à partir de la somme des biomasses de toutes les lianes et tous les arbres se trouvant dans les types d'habitats, lesquelles ont été estimées en kg à partir du diamètre (D) en utilisant l'équation allométrique développée par (Schnitzer *et al.*, 2006) pour ce qui est des lianes de diamètres supérieurs à 6 cm et (Gerwing et Farias, 2000) pour les lianes de diamètres inférieures ou égale à 6 cm et celle développée par (Djomo *et al.*, 2010) en ce qui concerne les arbres. Nous avons utilisé l'équation de Djomo *et al.*, 2010 parce que cette équation est la plus récente en zone tropicale et en plus elle a été développée avec les données récoltées au Cameroun tout comme les données collectées dans la présente étude. Nous avons également utilisé la méthode non destructrice parce que les moyens et le temps mis à notre disposition étaient insuffisants et de plus cette méthode cause moins de dégât à l'environnement.

- Equation allométrique pour le calcul de la Biomasse des lianes de diamètres supérieurs à 6 cm

$$AGB = \exp [-1,484 + 2,657 \ln (DHP)]$$

- Equation allométrique pour le calcul de la Biomasse des lianes de diamètres inférieurs ou égale à 6 cm

$$AGB = \exp [0,07 + 2,17 \ln (DHP)]$$

- Equation allométrique pour le calcul de la Biomasse des arbres

$$AGB = \exp [-2.1801 + 2.5624 \ln (D)]$$

Avec: **DHP** = Diamètre à Hauteur de Poitrine en Cm

AGB = Above Ground Biomass (Kg)

La biomasse estimée à partir des différentes équations a été convertie en stock de carbone correspondant en la multipliant par 0,47 selon le GIEC (2006).

CHAPITRE 4: RESULTATS ET DISCUSSION

4-1) Diversité et composition des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

Un total de 6896 tiges de lianes de diamètre ≥ 1 cm a été inventorié représentant 50 espèces appartenant à 30 genres et 19 familles (Annexe 1). *Manniophyton fulvum* , *Neuropeltis acuminatas* , *Combretum sp*, *Millettia barteri* et *Landolphia violaceae* étaient les espèces les plus abondantes dans les différents habitats. La famille des Apocynaceae était la famille la plus riche spécifiquement (10) suivie des Fabaceae (6), des Connaraceae (5), des Euphorbiaceae (4) et des Loganiaceae (4). La famille des Euphorbiaceae était la plus dominante en termes de nombre d'individus (32,28%), suivie des Convolvulaceae (14,01%), des Apocynaceae (13,02), des Fabaceae (8,66) et les Combretaceae (6,57%) (Tableau 1)

Tableau 1 **Tableau 2 : Pourcentage total de tiges et d'espèces de lianes inventoriées par familles**

Familles	Nombre d'espèces	Nombre de tiges	Pourcentage espèce (%)	Pourcentage tige (%)
Euphorbiaceae	4	2226	8	32,28
Convolvulaceae	1	966	2	14,01
Apocynaceae	10	898	20	13,02
Fabaceae	6	597	12	8,66
Combretaceae	1	453	2	6,57
Loganiaceae	4	414	8	6,00
Dilleniaceae	2	382	4	5,54
Linaceae	1	267	2	3,87
Vitaceae	1	194	2	2,81
Connaraceae	5	142	10	2,06
Mimosaceae	2	110	4	1,60
Lamiaceae	3	81	6	1,17
Annonaceae	1	78	2	1,13
Non identifié	3	29	6	0,42
Icacinaceae	1	23	2	0,33
Dichapetalaceae	1	17	2	0,25
Rutaceae	1	15	2	0,22
Tiliaceae	1	2	2	0,03
Malpighiaceae	1	1	2	0,01
Ochnaceae	1	1	2	0,01
Total général	50	6896	100	100,00

Il y'a eu 1760 tiges de lianes dans les forêts secondaire âgées représentant 44 espèces, 26 genres et 18 familles. Dans les forêts secondaires jeunes nous avons obtenu un total de 4182 individus appartenant à 46 espèces, 24 genres et 15 familles. Dans les raphiales, il y avait 391 individus appartenant à 33 espèces, 27 genres et 17 familles. Dans les forêts ripicoles nous avons recensé 563 individus appartenant à 35 espèces, 22 genres et 15 familles. *Manniophyton fulvum* étaient l'espèce la plus abondante dans les quatre types d'habitats avec 30,19% des individus inventoriés (Annexe 1). Malgré cette grande diversité au sein des espèces, les familles des Tiliaceae (0.01%), des Vitaceae (0,01), des Rutaceae (0,03%), des Ochnaceae (0,22%) et des Malpighiaceae (0,25 %) étaient faiblement représentées en terme d'espèces et du nombre d'individus (Annexe1.). Une grande proportion de liane était de faible diamètre (1-5 cm) avec 57,36% des tiges inventoriées.

La composition et la famille dominant sont les mêmes que celles trouvées dans plusieurs études menées dans les forêts tropicales (Mbatchou, 2004; Kuzee *et al.*, 2005; Swaine *et al.*, 2005; Panda *et al.*, 2013). Padalia *et al.* (2004) trouvent également dans une étude menée en Inde que la famille des Euphorbiaceae fait partie des familles les plus dominantes dans tous les types d'habitats sauf dans les mangroves. La dominance d'une famille peut être attribuée à l'adaptation des habitats et aux conditions environnementales favorables qui encouragent la pollinisation, la dispersion et l'établissement des espèces (Egbe *et al.*, 2012; Panda *et al.*, 2013). Ces familles et ces espèces les plus abondantes sont également largement distribuées dans la partie supérieure de la Guinée (Natta *et al.*, 2005; Addo-Fordjour *et al.*, 2008) indiquent que les forêts d'Afrique de l'Ouest et Centrale ont des compositions taxonomiques similaires dans leurs composition en lianes.

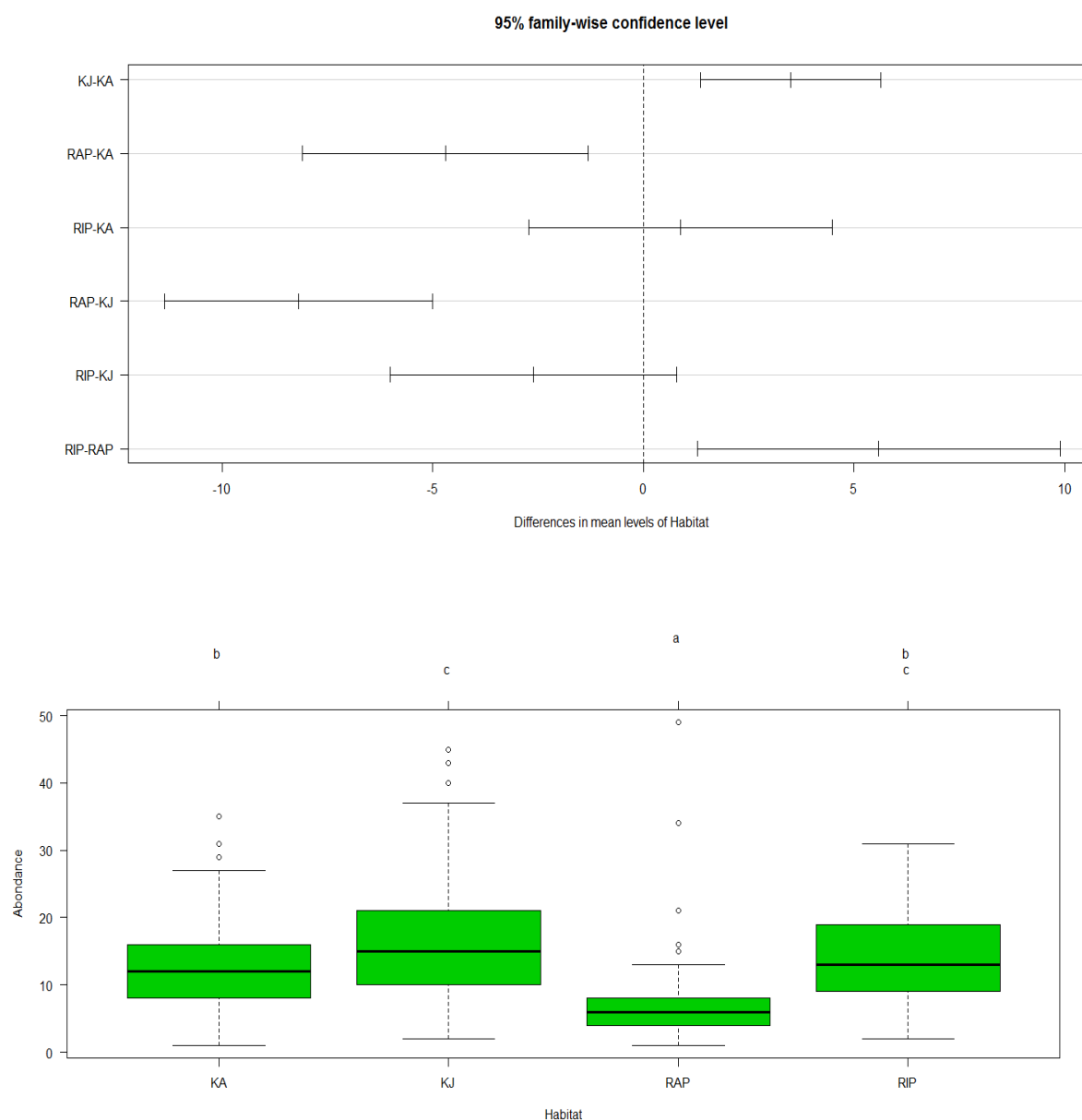
Le Tableau 2 présente les résultats du test de l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur pour la comparaison de l'abondance des lianes dans les types d'habitats.

Tableau 2: Résultat du test d'analyse de la variance à un facteur pour la comparaison de l'abondance des lianes dans les différents types d'habitats

	ddl	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Habitat	3	3186	1061.9	17.22	1.23e-10
Residuals	478	29471	61.7		

Le Tableau 2 montre qu'il existe une différence significative en terme d'abondance des lianes dans les différents habitats ($F = 17,22$; $p = 1,3.10^{-10}$). Etant donné que le test est significatif

dans tous les habitats, le test de Turkey a été utilisé pour comparer les habitats deux à deux et les résultats sont présentés à la Figure 4.



KA = Forêts secondaires âgées, KJ = Forêts secondaires jeunes, RAP = Raphiales, RIP = Forêts ripicoles.

Figure 4: Test de comparaison multiple entre les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

La Figure 4 montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les compositions floristiques des forêts ripicoles et des forêts secondaires âgées ($p = 0,9213$) ainsi qu'entre les compositions floristiques des forêts ripicoles et des forêts secondaires jeunes ($p = 0,1990$). Par contre, il existe une différence significative entre les compositions floristiques des forêts secondaires jeunes et des forêts secondaires âgées ($p = 0,001$); entre les compositions

floristiques des raphiales et des forêts secondaires âgées ($p = 0,0022$), entre les compositions floristiques des raphiales et des forêts secondaires jeunes ($p = 0,0000$) et entre les compositions floristiques des forêts ripicoles et des raphiales ($p = 0,0049$). La différence entre les compositions floristiques des raphiales et des forêts secondaires âgées et entre les compositions floristiques des raphiales et les forêts secondaires jeunes étant négative, il en ressort que les lianes sont plus abondantes dans les Forêts secondaires âgées et les Forêts secondaires jeunes que dans les raphiales. De plus, la différence entre les Forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires âgées étant positive, nous pouvons dire que les lianes sont plus abondantes dans les forêts secondaires jeunes que dans les Forêts secondaire âgées. Par ailleurs, la différence entre les forêts ripicoles et les raphiales étant également significativement positive nous pouvons dire que les lianes sont plus abondantes dans les forêts ripicoles que dans les raphiales. Nous pouvons conclure que l'abondance des lianes dans les forêts secondaires jeunes serait probablement liée au fait que dans ces types de forêts, la canopée est assez ouverte pour permettre la pénétration de la lumière dans le sous bois et favoriser le développement des lianes qui sont des plantes héliophiles (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2003). Ces résultats corroborent avec ceux de plusieurs autres études qui rapportent que dans les forêts humides les densités des lianes sont plus élevées dans les forêts jeunes (Dewalt *et al.*, 2000; Schnitzer et Bongers, 2002; Schnitzer *et al.*, 2005; Madeira *et al.*, 2009). La faible abondance des lianes dans les raphiales et les forêts ripicoles serait probablement due au fait que les lianes sont plus adaptées au habitat de terre ferme à savoir les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes qu'à ceux de terre inondée comme les raphiales .

4-2) Relation entre l'abondance en liane et la richesse spécifique

Dans les différents habitats, les parcelles les plus abondantes en lianes étaient également les plus riches spécifiquement comme présenté à la Figure 5.

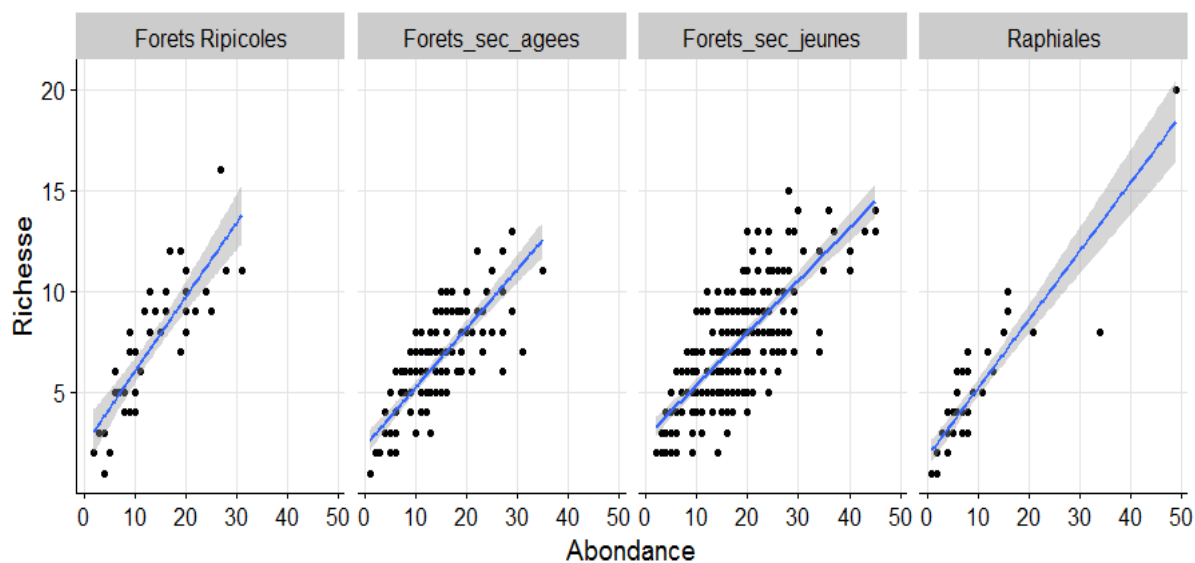


Figure 5: Régression linéaire entre la richesse spécifique et l'abondance des tiges

Les résultats de la régression linéaire montrent une influence significative de l'abondance sur la richesse spécifique dans les habitats ($F = 132,2$; $t = 4,06$; $P = 2,2 \times 10^{-16}$; $R^2 = 0,6564$). Ce résultat indique que de manière générale, la diversité des lianes pourraient contribuer jusqu'à 65% à la diversité totale d'un habitat ($\text{Richesse spécifique} = 3,51 + 0,28 \text{ abondance}$). Etant donné que l'abondance variait en fonction des habitats (Figure 4), les habitats ayant une abondance élevée en lianes seraient les plus riches spécifiquement.

4-2-1) Influence des types d'habitats sur la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson

La figure 6 présente les courbes d'estimation de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson dans les différents types d'habitats.

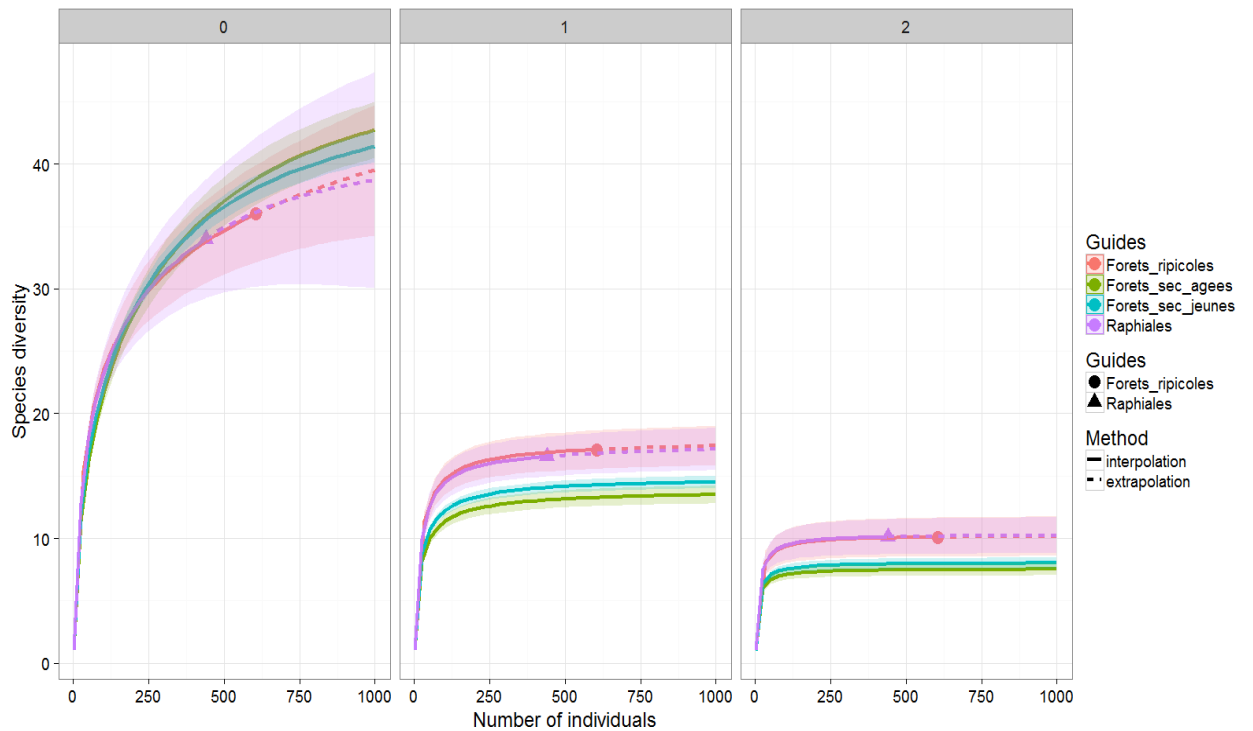


Figure 6: Courbes d'estimation de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

La première courbe (Richesse spécifique) montre que la richesse spécifique ne diffère pas significativement en fonction du type d'habitat. La deuxième et la troisième courbe quant à elles montrent que les indices de Shannon et de Simpson ne sont pas significativement différents aussi bien dans les forêts secondaires âgées que dans les forêts secondaires jeunes ainsi que dans les raphiales et les forêts ripicoles. Par contre, ces indices sont plus élevés dans les raphiales et les forêts ripicoles que dans les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes. Ainsi, les raphiales et les forêts ripicoles sont significativement plus diversifiées que les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes. On observe également que les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes sont plus riches spécifiquement que les raphiales et les forêts ripicoles bien que cette différence ne soit pas significative.

4-2-2) Analyse de l'homogénéité entre les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

L'homogénéité entre les types d'habitats est présentée à la Figure 7

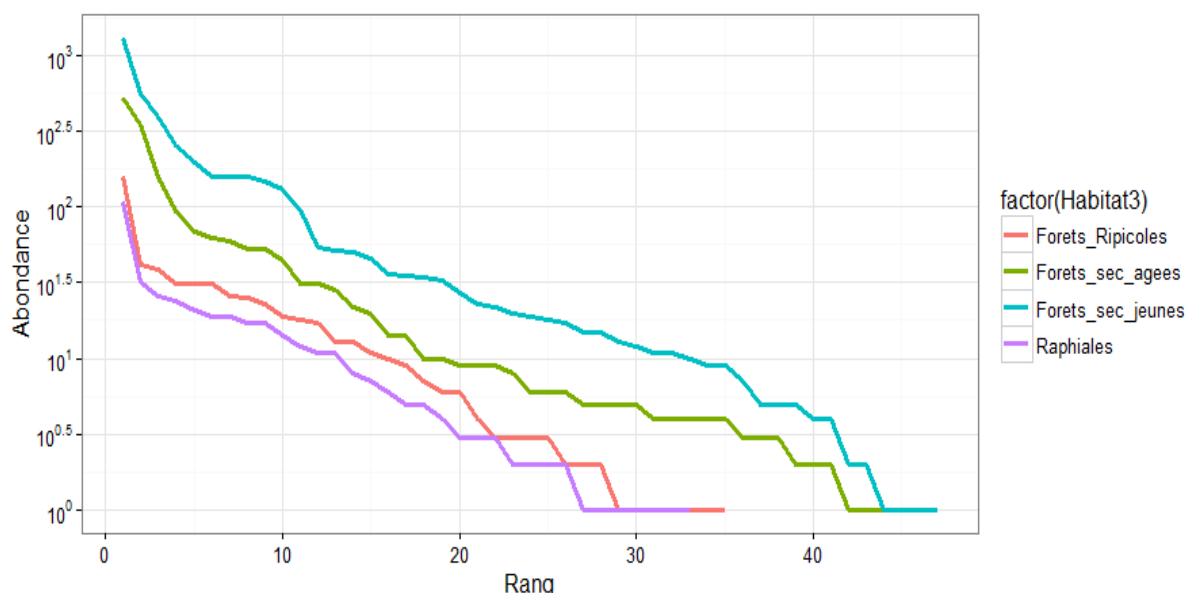


Figure 7: Courbes présentant l'homogénéité entre les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

La Figure 7 montre que les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes sont plus homogènes que les raphiales et les forêts ripicoles alors que les raphiales et les forêts ripicoles sont similaires entre elles ainsi que les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes en termes d'homogénéité. Notons que les parcelles ont été inégalement réparties entre les habitats et que l'abondance a été standardisée par rapport au nombre de parcelle par habitat. Bien que la richesse ne soit pas significativement différente entre les habitats, la répartition de l'abondance des espèces n'était pas la même dans ces habitats.

4-2-3) Rareté dans les différents types d'habitats

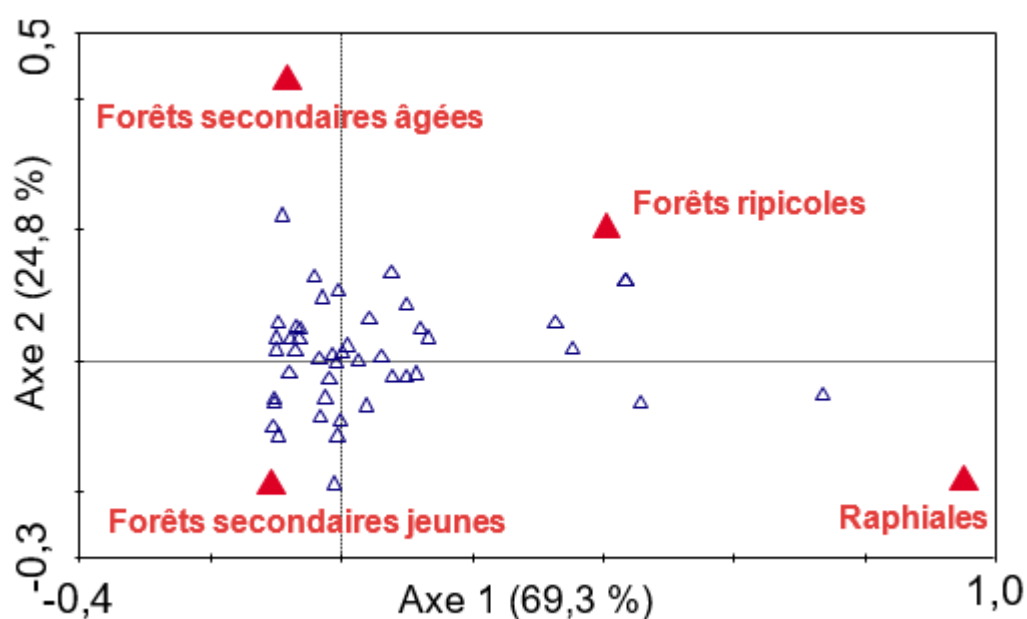
L'indice de rareté (Tableau 3) était faible dans les raphiales (0,4242) et les forêts ripicoles (0,4285) comparé aux forêts secondaires âgées (0,6666) et forêts secondaires jeunes (0,6808). Ce résultat explique pourquoi la diversité était plus élevée dans les raphiales et les forêts ripicoles que dans les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes (figure 6) bien que le nombre d'espèces observées par habitat soit plus élevé dans les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes que dans les raphiales et les forêts ripicoles.

Tableau 3: Indice de rareté par habitat

	Forêts secondaires âgées	Forêts secondaires jeunes	Raphiales	Forêts Ripicoles.
Nombre de tiges	1760	4182	391	563
Nombre d'espèces	44	46	33	35
Indice de rareté	0,6666	0,6808	0,4242	0,4285

4-2-4) Influence des types d'habitats sur la composition et l'abondance des lianes

L'analyse de la correspondance canonique montre que les différents habitats influencent significativement sur la distribution des espèces lianes ($F = 9.11$; $p = 0.002$) (Figure 8)



Axe 1 et 2 : Pourcentage de données analysées

Figure 8: Composition des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

Nous pouvons déduire de la Figure 8 qu'il existe deux catégories d'espèces: Les espèces de terre ferme et les espèces de terre inondée. Les résultats montrent que certaines espèces ont été inventoriées uniquement dans les forêts secondaires âgées (*Landolphia sp1* et *Campylospermum elongatum*) d'autres dans les forêts secondaires jeunes (*Landolphia owariensis*, *Millettia sanagana*), dans les raphiales (*Acridocarpus sp.*) et dans les forêts

ripicoles (*Landolphia sp2* et *Landolphia landolphioides*) Ainsi, nous pouvons déduire que le type d'habitat a une influence significative sur la composition et la distribution des espèces (test de l'analyse des correspondances canonique: $F = 9.11$; $p = 0.002$).

La séparation entre les habitats a été mesurée par le test statistique T. Plus T était négatif, plus la séparation était forte. Les résultats du test non Paramétrique Multi-Response Permutation Procedure utilisés sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4: Comparaison des différents types d'habitats en termes de composition et d'abondance des espèces

Comparaisons	T	Valeurs de p
Tous les types d'habitats	-38,04152	0,00000000*
Forêts secondaires âgées – Forêts secondaires jeunes	-16,33386	0,00000000*
Forêts secondaires âgées – Raphiales	-32,83125	0,00000000*
Forêts secondaires âgées – Forêts Ripicoles	-7,70222	0,00000296*
Forêts secondaires jeunes – Raphiales	-43,66848	0,00000000*
Forêts secondaires jeunes - Forêts Ripicoles	-12,16921	0,00000000*
Raphiales - Forêts Ripicoles	-7,890568	0,00000109*

*significativité

D'après le Tableau 4, Les résultats du test non Paramétrique Multi-Response Permutation Procedure (MRPP) montrent qu'il existe une différence significative dans la composition des lianes entre les différents types d'habitats ($T = -38.04152$; $p < 0,00000000$). La différence significative entre les forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires âgées montre que les successions forestières influence la structure horizontale de la communauté des lianes.

Ces résultats indiquent également qu'il y'a une différence évidente dans la composition de la communauté des lianes dans les différents habitats ce qui est similaire à l'étude de Dewalt *et al.* (2000) menée au Panama qui trouve que certaines espèces grandissent exclusivement dans les forêts primaires et d'autres dans les forêts secondaires spécialement jeune. La variation dans la composition des lianes dans les différents habitats démontre une grande différence écologique au sein de la communauté des lianes.

4-2-5) Espèces et familles de lianes indicatrices des différents types d'habitats de la Reserve de Biosphère du Dja

Sur les 50 espèces de lianes inventoriées, seulement 11 espèces ont des valeurs indicatrices significatives (Tableau 5).

Tableau 5 : Espèces de lianes indicatrices pour chaque type d'habitat de la Réserve de Biosphère du Dja

Habitats	Noms scientifique	Familles	VI	Moyenne	Ecart-Type	Valeur de P
Forêts Ripicoles	<i>Landolphia violacea</i>	Apocynaceae	18,5	14,4	2,25	0,062
	<i>Hugonia platysepala</i>	Linaceae	16,9	12,8	2,11	0,0457*
	<i>Landolphia jumellei</i>	Apocynaceae	16	7,4	1,9	0,0043*
	<i>Indigofera sp</i>	Fabaceae	14,9	12,1	2,15	0,1053
	<i>Baissea mortehanii</i>	Apocynaceae	14,7	6,4	1,77	0,0030*
	<i>Landolphia maxima</i>	Apocynaceae	14,4	12	2,2	0,1273
	<i>Artabotrys thomsonii</i>	Annonaceae	9,4	6,1	1,72	0,052
	<i>Milletia sp</i>	Fabaceae	8,7	10,2	2,05	0,7703
	<i>Macaranga paxii</i>	Euphorbiaceae	6,3	4,1	1,6	0,0903
	<i>Vitex myrmecophila</i>	Lamiaceae	4,9	3,9	1,54	0,1857
	<i>dalbergia melanoxyton</i>	Fabaceae	4,4	2,8	1,32	0,1127
	<i>Landolphia glabra</i>	Apocynaceae	3,5	3,5	1,52	0,3707
	<i>Liane_inconnue épineuse</i>	Inconnue	2,9	2,6	1,31	0,2877
	<i>Landolphia landolphioides</i>	Apocynaceae	2,4	2	1,15	0,2283
Forêts secondaires âgées	<i>Neuropeltis acuminata</i>	Convolvulaceae	32,9	20,9	1,97	0,0003*
	<i>Strychnos angolensis</i>	Loganiaceae	21,6	11,5	2,24	0,0030*
	<i>Strychnos elaeocarpa</i>	Loganiaceae	3,2	3,8	1,46	0,601
	<i>Tetracera alnifolia</i>	Dilleniaceae	2,4	3	1,33	0,6217
	<i>Lavigeria macrocarpa</i>	Icacinaceae	2,3	2,7	1,33	0,529
	<i>Dichapetalum sp</i>	Dichapetalaceae	1,8	2,5	1,24	0,628
	<i>Strychnos ternata</i>	Loganiaceae	1,6	2	1,19	0,559
	<i>Clerodendron capitatum</i>	Lamiaceae	1,5	2	1,14	0,6783
	<i>Liane_Inconnue 3</i>	Inconnue	1,2	1,3	0,8	0,7413
	<i>Landolphia sp2</i>	Apocynaceae	1,1	2,1	1,15	0,8463
	<i>Campylospermum</i>	Ochnaceae	0,7	0,8	0,7	0,4687

Forêts secondaires jeunes	<i>elongatum</i>					
	<i>Landolphia sp1</i>	Apocynaceae	0,7	0,8	0,67	0,4657
	<i>Combretum sp</i>	Combretaceae	40,2	12,3	2,22	0,0003*
	<i>Manniophyton fulvum</i>	Euphorbiaceae	30,3	24,8	1,74	0,0067*
	<i>Tetracera podotricha</i>	Dilleniaceae	17,8	12,5	2,19	0,0297*
	<i>Cissus dinklagei</i>	Vitaceae	12,6	10,3	2,06	0,1293
	<i>Acacia pennata</i>	Mimosaceae	6,2	4,7	1,68	0,1513
	<i>Agelaea paradoxa</i>	Connaraceae	6,2	6,3	1,76	0,4207
	<i>Macaranga occidentalis</i>	Euphorbiaceae	4,7	3,9	1,55	0,2173
	<i>Clerodendron carnulosum</i>	Lamiaceae	4,5	2,6	1,29	0,086
	<i>Fagara claessensii</i>	Rutaceae	2,7	2,2	1,18	0,249
	<i>Agelaea pseudobliqua</i>	Connaraceae	2,5	2,8	1,37	0,4587
	<i>Strychnos aculeata</i>	Loganiaceae	2,3	2,3	1,23	0,346
	<i>Alchornia cordifolia</i>	Euphorbiaceae	1,8	1,9	1,13	0,3943
	<i>Landolphia mannii</i>	Apocynaceae	0,4	1,3	0,76	1
	<i>Landolphia owariensis</i>	Apocynaceae	0,4	0,8	0,7	1
	<i>Liane_Inconnue 1</i>	Inconnue	0,4	0,8	0,7	1
	<i>Millettia sanagana</i>	Fabaceae	0,4	0,8	0,7	1
Raphiales	<i>Entada purseatha</i>	Mimosaceae	18	4,1	1,51	0,0003*
	<i>Mucuna flagellipes</i>	Fabaceae	16,5	2,9	1,37	0,0003*
	<i>Millettia barteri</i>	Fabaceae	15,7	6,1	1,81	0,0017*
	<i>Cnestis corniculata</i>	Connaraceae	3,1	1,5	0,86	0,0853
	<i>Acridocarpus sp.</i>	Malpighiaceae	2,1	0,9	0,71	0,1977
	<i>Rourea solanderi</i>	Connaraceae	1,7	2,4	1,23	0,653
	<i>Grewia hookerana</i>	Tiliaceae	1,5	1,1	0,73	0,3273
	<i>Roureopsis obliquifoliolata</i>	Connaraceae	1,5	2,2	1,17	0,741

*Significativité

Le Tableau 5 montre que dans les forêts secondaires âgées, douze (12) espèces ont présenté des valeurs indicatrices assez élevées pour lesquelles deux espèces seulement ont des valeurs indicatrices significatives: *Neuropeltis acuminata* (VI= 32,90; $p = 0,0003$) et *Strychnos angolensis* (VI = 21,60; $p = 0,0030$) appartenant à la famille des Convolvulaceae et des Loganiaceae respectivement. Ce même tableau montre également que seize (16) espèces dans les forêts secondaires jeunes dont trois (03) espèces seulement ont des valeurs indicatrices significatives *Combretum sp* (Combretaceae) (VI=40,20; $p = 0,0003$), *Manniophyton fulvum* (Euphorbiaceae) (VI = 30,30; $P= 0,0067$) et *Tetracera podotricha* (Dilleniaceae) (VI = 17,80; $p = 0,0297$) ; Huit (8) espèces dans les raphiales dont trois (03) espèces également ont des valeurs indicatrices significatives *Entada purseatha* (Mimosaceae) (VI = 18,00 ; $p = 0,0003$), *Millettia barteri* (Fabaceae) (VI = 15,70 ; $p = 0,0017$) et *Mucuna flagellipes* (Fabaceae) (VI= 16,50 ; $p = 0,0003$) et quatorze (14) espèces dans les forêts ripicoles avec trois (03) espèces à valeurs indicatrices significatives : *Baissea mortehanii* (Apocynaceae) (VI = 14,70 ; $p = 0,0030$), *Hugonia platysepala* (Linaceae) (VI=16,90; $p = 0,0457$) et *Landolphia jumellei* (Apocynaceae) (VI = 16,00 ; $p = 0,0043$).

L'analyse similaire avec les familles montre neuf indicateurs significatifs (Tableau 6)

Tableau 6: Familles de lianes indicatrices par type d'habitat

Habitats	Familles	VI	Moyenne	Ecart-type	Valeur de P
Forêts Ripicoles	Apocynaceae	30,3	20,9	2,01	0,0017*
	Fabaceae	27,3	18,7	2,25	0,0053*
	Linaceae	16,9	12,8	2,04	0,0457*
	Annonaceae	9,4	6	1,73	0,051
Forêts secondaires âgées	Convolvulaceae	32,9	21	2,02	0,0003*
	Loganiaceae	25,4	13,2	2,2	0,0007*
	Icacinaceae	2,3	2,7	1,36	0,513
	Dichapetalaceae	1,8	2,5	1,25	0,6533
	Ochnaceae	0,7	0,8	0,67	0,4753
Forêts secondaires jeunes	Combretaceae	40,2	12,4	2,33	0,0003*
	Euphorbiaceae	31,1	25,1	1,66	0,0057*
	Dilleniaceae	18,6	13,1	2,31	0,0330*
	Vitaceae	12,6	10,3	2,14	0,1437
	Connaraceae	7,9	8,4	1,91	0,525
	Lamiaceae	7,6	5,7	1,75	0,1247
	Rutaceae	2,7	2,3	1,22	0,2613
Raphiales	Mimosaceae	15,8	7,1	1,86	0,0030*
	Malpighiaceae	2,1	0,8	0,69	0,1803
	Tiliaceae	1,5	1,1	0,72	0,3087

*Significativité

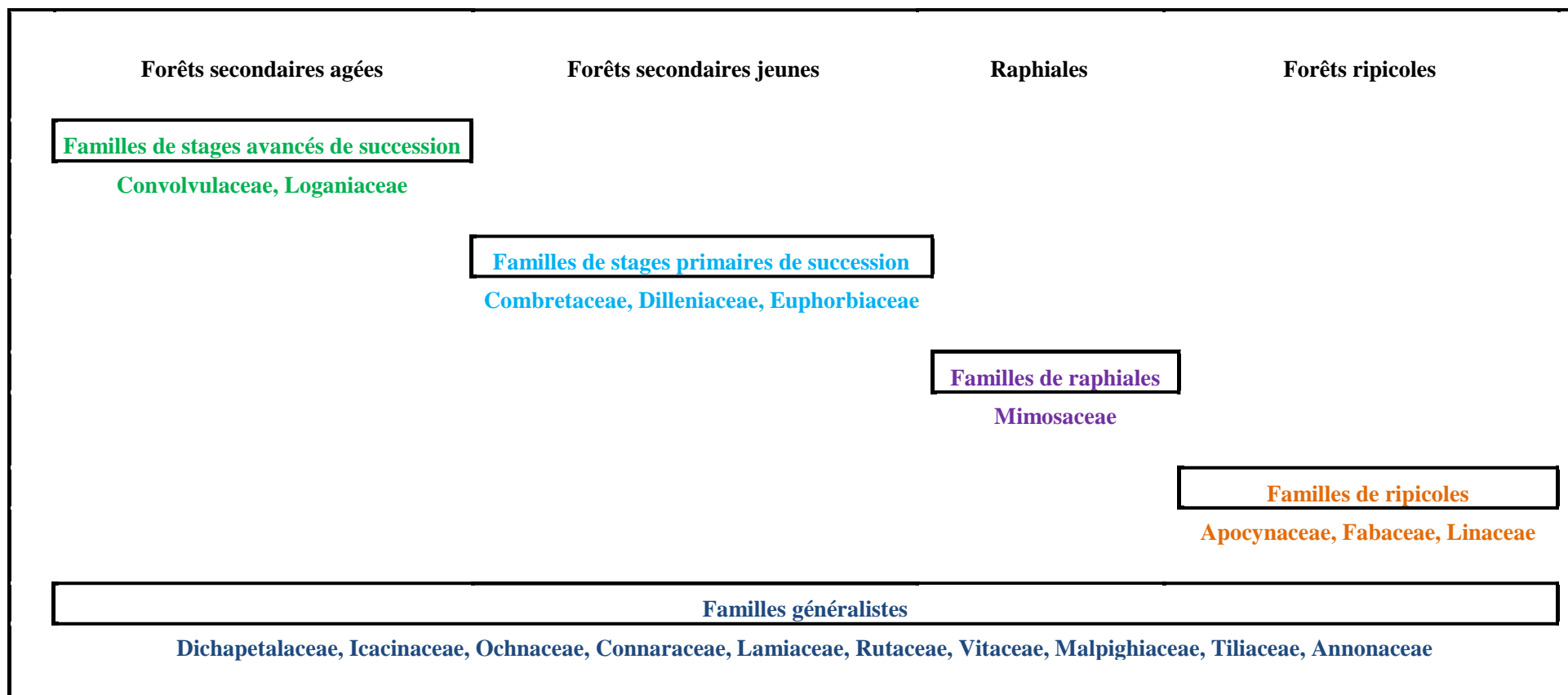


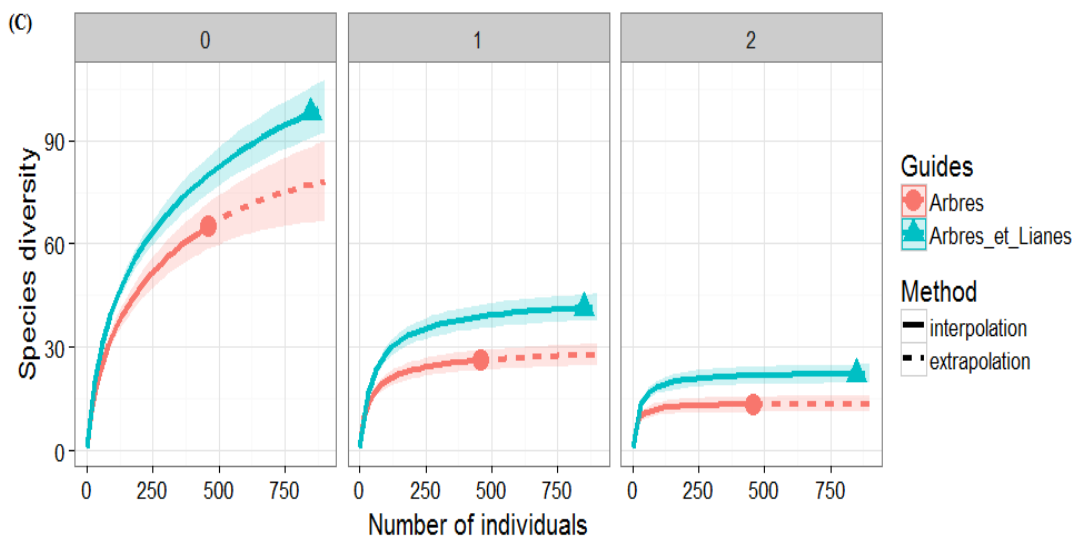
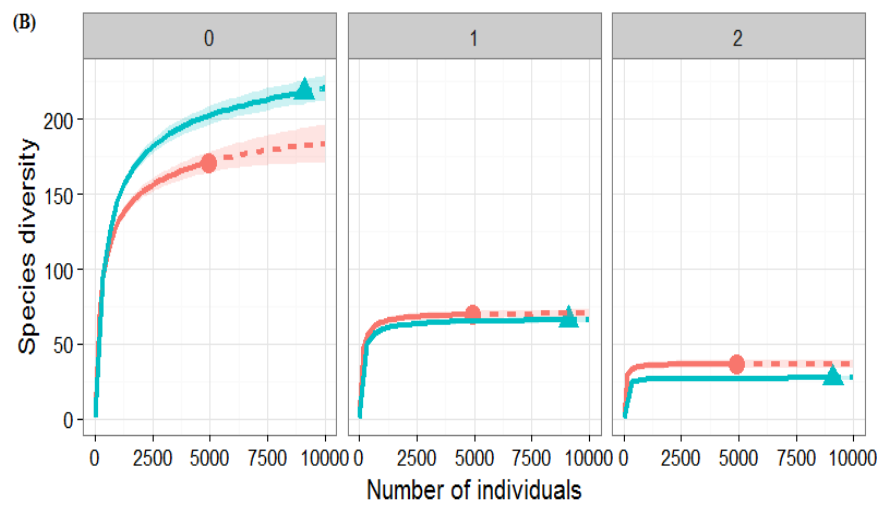
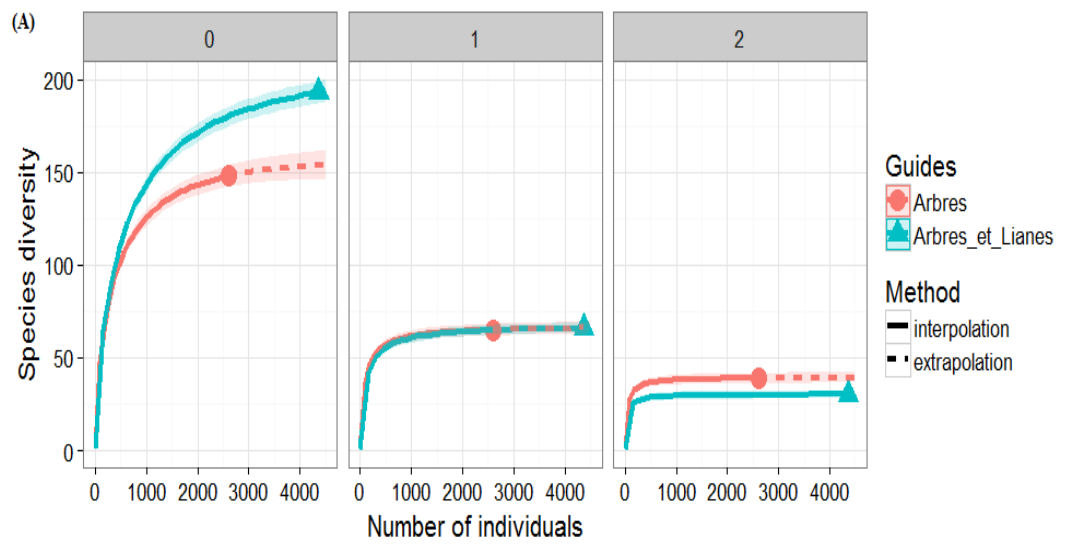
Figure 9 : Graphe de différenciation floristique montrant les familles des lianes indicatrices dans les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

Le Tableau 6 et la Figure 9 montre que des dix-neuf familles inventoriées, deux (02) familles indiquent les forêts secondaires âgées (les Convolvulaceae et les Loganiaceae); trois (03) familles indiquent les forêts secondaires jeune (les Combretaceae, les Dilleniaceae et les Euphorbiaceae); une (1) seule famille indique les rapiales (les Mimosaceae) et trois (03) familles indiquent les Forêts ripicoles (les Apocynaceae, les Fabaceae et les Linaceae) et les dix (10) familles restantes sont des familles généralistes. En considérant les deux stades de succession forestière (forêts secondaires jeunes et forêts secondaires âgées) les familles indicatrices passent des Combretaceae, des Dilleniaceae et des Euphorbiaceae aux Convolvulaceae et Loganiaceae.

La présence de certaines espèces et de certaines familles dans seulement un type d'habitat peut refléter les différents degrés de vulnérabilité des espèces de lianes et familles aux perturbations. Ceci pourrait aussi être un indicateur sévère des différents degrés de perturbations anthropiques (Addo-Fordjour *et al.*, 2009).

4-3) Importance des lianes dans la diversité des plantes ligneuses de la Réserve de Biosphère du Dja

Lors de la présente étude, nous avons inventorié 8781 arbres individuels appartenant à 188 espèces et 46 familles. Ce qui a permis de faire une comparaison entre la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson entre les arbres seuls et les arbres et les lianes (Figure 10) dans le but d'évaluer la contribution des lianes à la diversité des ligneux.



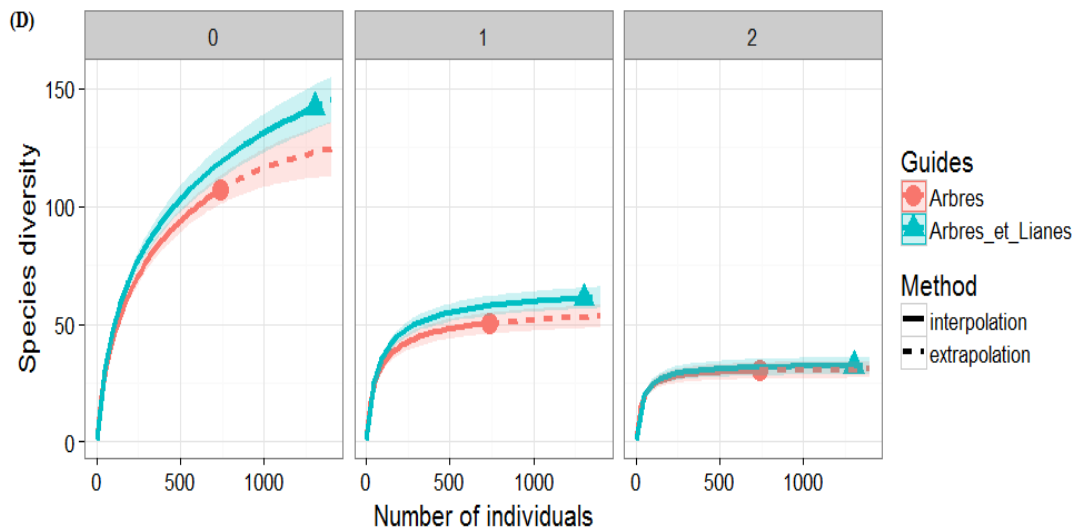


Figure 10: Comparaison de la richesse spécifique, la diversité de Shannon et la dominance de Simpson, entre les arbres seuls, et les arbres et les lianes (A= Forêts secondaires âgées, B= Forêts secondaires jeunes, C= Raphiales, D= Forêts ripicoles)

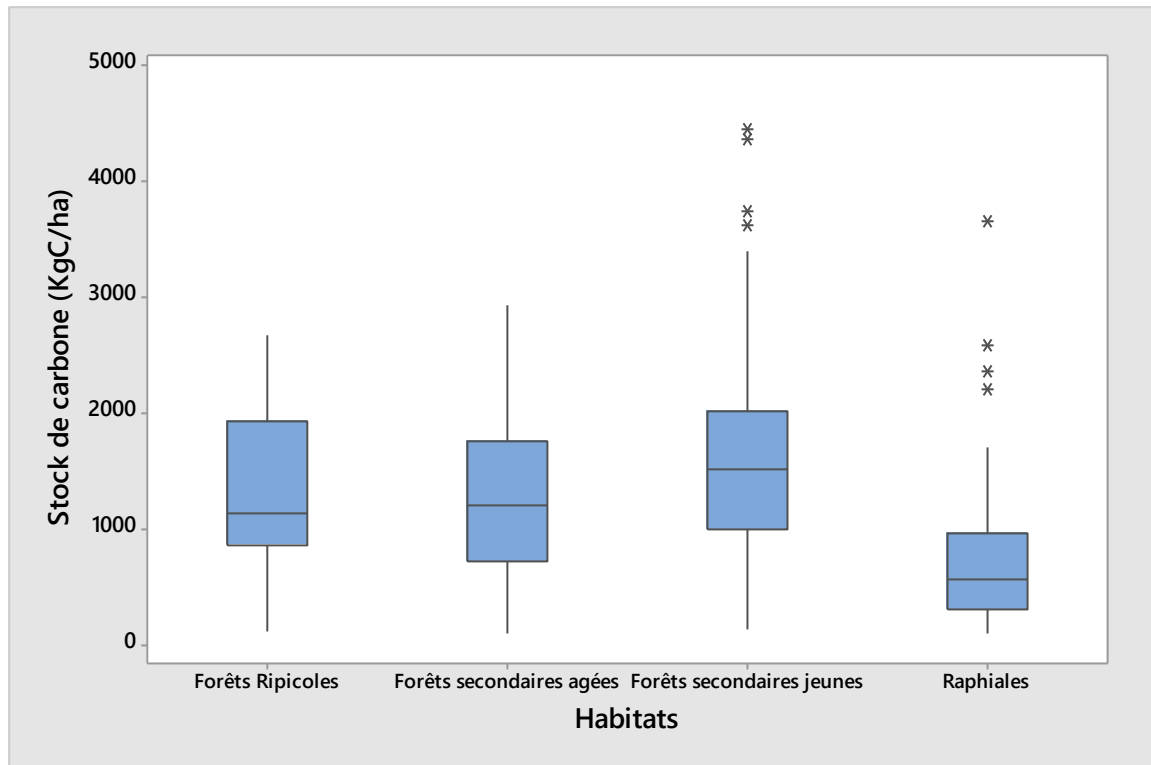
La Figure 10 montre que les lianes augmentent la richesse spécifique dans tous les types d'habitats sauf dans les forêts ripicoles. De plus, elles n'améliorent pas significativement l'indice de Shannon dans les forêts secondaires âgées et les forêts ripicoles, le réduit dans les forêts secondaires jeunes et l'augmentent dans les raphiales. Par ailleurs elles diminuent l'indice de Simpson dans les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes, l'augmentent dans les raphiales et n'ont aucun effet significatif sur cet indice dans les forêts ripicoles. Ainsi, ces résultats montrent que les lianes augmentent la richesse spécifique en général dans tous les types d'habitat sauf dans les raphiales où elles n'ont pas d'effet significatif. Néanmoins elles augmentent la diversité de Shannon et de Simpson dans les raphiales et n'améliorent pas ces indices dans les forêts secondaires âgées et les forêts secondaires jeunes. Donc les lianes contribuent à l'augmentation de la richesse spécifique bien que l'augmentation dans les forêts ripicoles ne soit pas significative. De manière générale, la présente étude montre que les lianes augmentent de 21,01% le nombre d'espèces ligneuses et de 43,98% le nombre d'individus d'espèces ligneuses.

Ces résultats corroborent à ceux de plusieurs auteurs qui trouvent que les lianes contribuent à l'augmentation de la richesse spécifique (10–25%) (Putz, 1984; Gentry et Dodson, 1987; Corlett, 1990; Gentry, 1991; Muthuramkumar et Parthasarathy, 2001; Nabe-Nielsen, 2001). Les lianes constituent une composante clé dans les forêts du monde et contribuent à l'écologie, la diversité et la dynamique de la forêt et contribuent également à la fermeture de la canopée après la chute des arbres (Schnitzer et Bongers, 2002).

4-4) Contribution des lianes au stockage du carbone

4-4-1) Estimation du stock de carbone des lianes dans les différents habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

La présente étude a permis de montrer que les lianes stockent jusqu'à 22,419 tC / ha. Etant donné que l'abondance varie en fonction des types d'habitats la variation des stocks de carbone a été évaluée dans les différents habitats. L'estimation du stock de carbone varie en fonction des différents types d'habitats (Kruskal-Wallis Test: $H = 57,16$ DF = 3 ; $p = 0,000$) (Figure 11).



**Valeurs extrêmes*

Figure 11: Stock de carbone des lianes dans les différents types d'habitats de la Réserve de Biosphère du Dja

Les résultats du test de comparaison du stock de carbone dans les différents types d'habitats sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7: Comparaison du stock de carbone entre les différents habitats (résultat du test de Mann-withney)

Habitats	Valeurs de p	Différences	Intervalle de confiance
Raphiales - Forêts secondaires jeunes	0,0000*	-847,8	(-1059,7;-631,6)
Raphiales -Forêts secondaires âgées	0,0000*	-542,6	(-767,2;-321,8)
Raphiales - Forêts ripicoles	0,0000*	-617,1	(-863,3;-360,3)
Forêts secondaires jeunes - Forêts secondaires âgées	0,0001*	311,6	(155,6;469,2)
Forêts secondaire jeunes-Forêts ripicoles	0,0684	237,8	(-19,6 ; 478,8)
Forêts secondaires âgées- Forêts ripicoles	0,5183	-82,5	(-331,5;170,0)

* *significativité*

Le tableau 7 montre qu'il existe une différence significative entre les quantités de carbone stockées dans les raphiales et les forêts secondaires jeunes ($p = 0,0000$) et dans les raphiales et les forêts secondaires âgées ($p = 0,0000$), ainsi qu'entre les quantités de carbone stockées dans les raphiales et les forêts ripicoles ($p = 0,0000$) et dans les forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires âgées ($p = 0,0001$). Tandis que les quantités de carbone stockées dans les forêts secondaires jeunes et les forêts ripicoles ($p = 0,0681$) et entre les forêts secondaires âgées et les forêts ripicoles n'étaient pas significativement différentes ($p = 0,5183$). Les différences de stockage de carbone entre les raphiales et les forêts secondaires jeunes, entre les raphiales et les forêts secondaires âgées et entre les raphiales et les forêts ripicoles donnent des valeurs négatives (-847,8, -542,6 et -617,1) et leurs intervalles de confiance sont faits des valeurs négatives ((-1059,7;-631,6), (-767,2;-321,8), (-863,3;-360,3)) ce qui signifie que les forêts secondaires jeunes, les forêts secondaires âgées et les forêts ripicoles stockent plus de carbone que les raphiales. Par contre, la différence de stockage de carbone entre les forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires âgées donne une valeur positive (311,6 et 237,8) et son intervalle de confiance donne deux valeurs positives (155,6;469,2), dont nous pouvons dire que les forêts secondaires jeunes stockent plus de carbone que les forêts secondaires âgées.

De plus, Les différence de stockage entre les forêts secondaires jeunes et les forêts ripicoles et entre les forêts secondaires âgées et les forêts ripicoles donnent respectivement une valeur positive et une valeur négative (237,8 -82,5) et leurs intervalles de confiance donnent respectivement une valeur positive et une valeur négative ((-19,6;478,8), (-331,5;170,0)) dont nous pouvons dire les quantités de carbone stockées dans les forêts

secondaires jeunes ne sont pas significativement différentes de celles stockées dans les forêts ripicoles ; il en est de même entre les forêts secondaires âgées et les forêts ripicoles.

Dont nous pouvons dire que les forêts secondaires jeunes stockent plus de carbone suivi des forêts ripicoles et des forêts secondaires âgées. Ceci serait probablement être lié au fait que l'abondance des lianes décroît des forêts secondaires jeunes aux forêts ripicoles et aux forêts secondaires âgées.

4-4-2) Carbone stocké par les lianes en fonction des classes de diamètre

La Figure 12 représente la variation du stock de carbone par classe de diamètre.

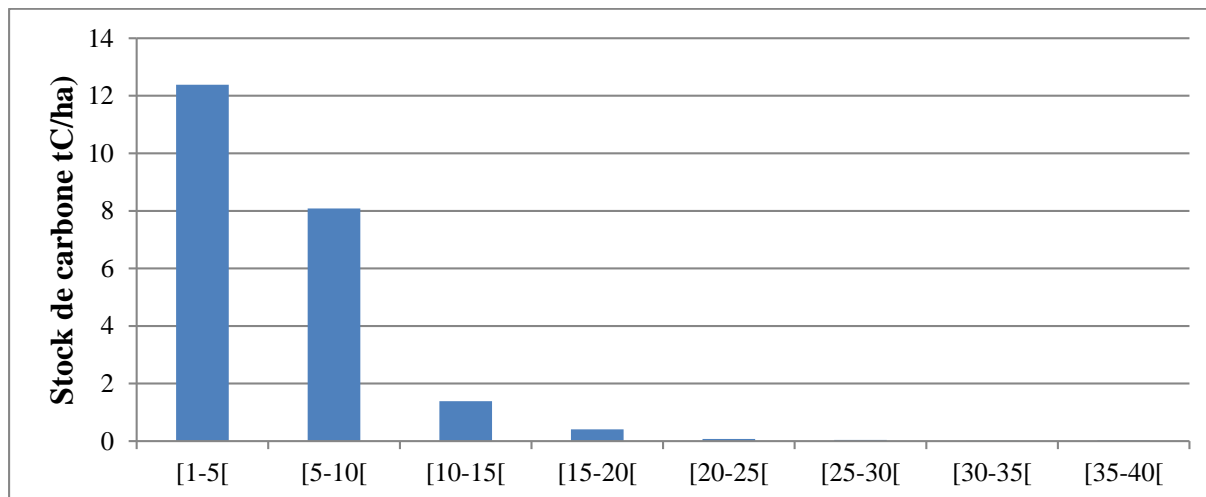


Figure 12: Variation de stock de carbone en fonction des classes de diamètre

La Figure 12 montre que le stock de carbone des lianes varie en fonction des différentes classes de diamètre. Les résultats montrent que les petites tiges stockent plus de carbones que les plus grosses. Ainsi, les classes de diamètre 1-5 cm, 5-10 et 10-15 stockent plus de carbone que toutes les autres classes. Ces résultats pourraient probablement être dû au fait que ces trois classes représentent les classes les plus abondantes en termes de tiges avec respectivement 57,36%, 35,41% et 5,43% des individus inventoriés.

4-4-3) Proportion de stockage de carbone en fonction des familles

La Figure 13 met en évidence les proportions de stockage du Carbone des dix-neuf (19) familles identifiées.

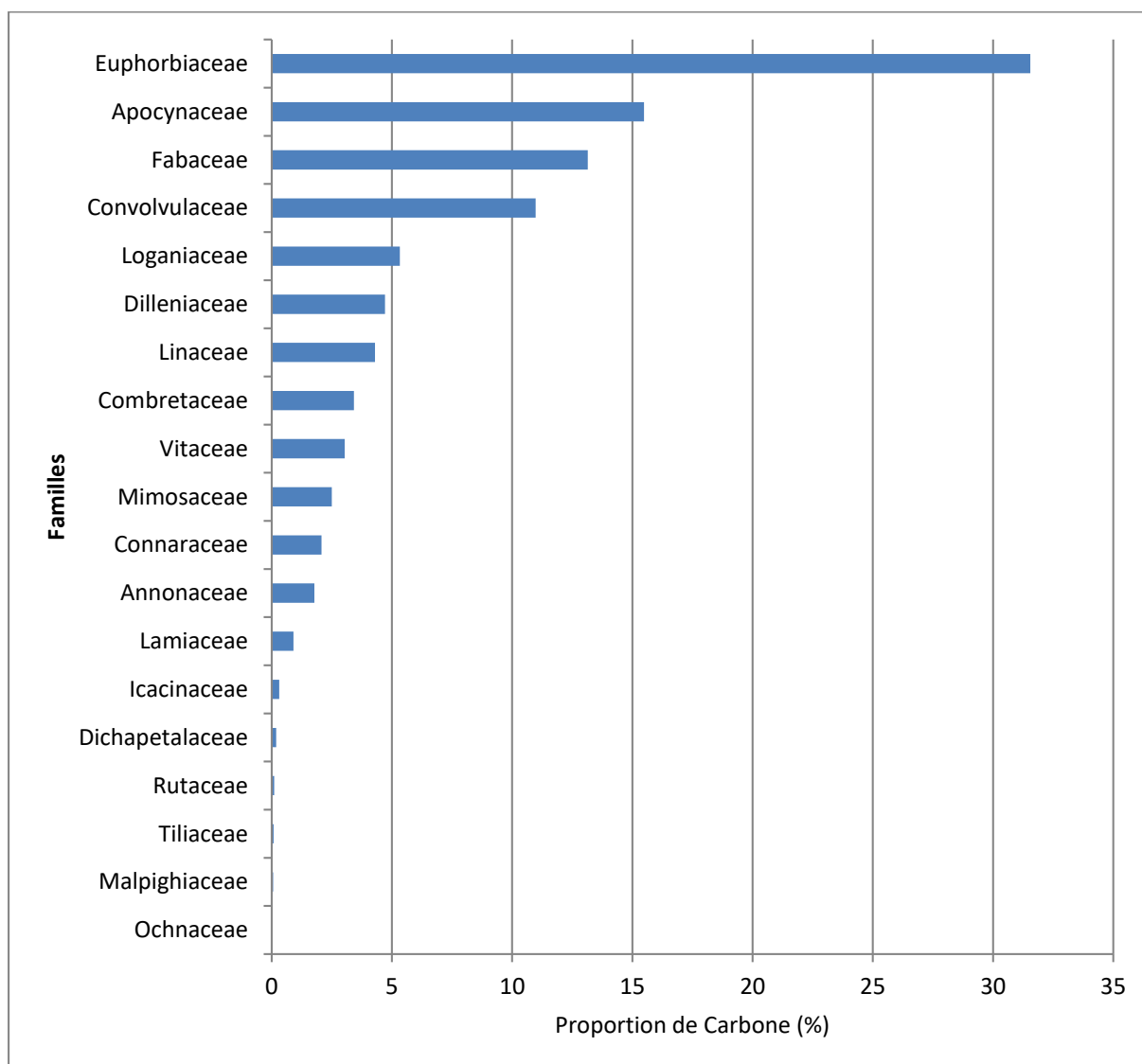


Figure 13: Proportion de stockage de carbone des familles botaniques identifiées

La Figure 13 montre que les familles des Euphorbiaceae, des Apocynaceae et des Fabaceae ont les plus fortes proportions de séquestration du Carbone avec respectivement 32%, 16% et 14% suivi des convolvulaceae (11%), des Loganiaceae (6%). Ceci serait probablement dû au fait que ces familles étaient les plus abondantes.

4-4-4) Carbone des Arbres et carbone des lianes

4-4-4-1) Pourcentage de carbone stocké dans les lianes et les arbres par habitat

Le pourcentage de carbone stocké varie avec les types d'habitats. Il est plus élevé dans les forêts secondaires jeunes (40,91) et les raphiales (39,28%) que dans les forêts ripicoles (38,17) et les forêts secondaires âgées (33,12) (Figure 14).

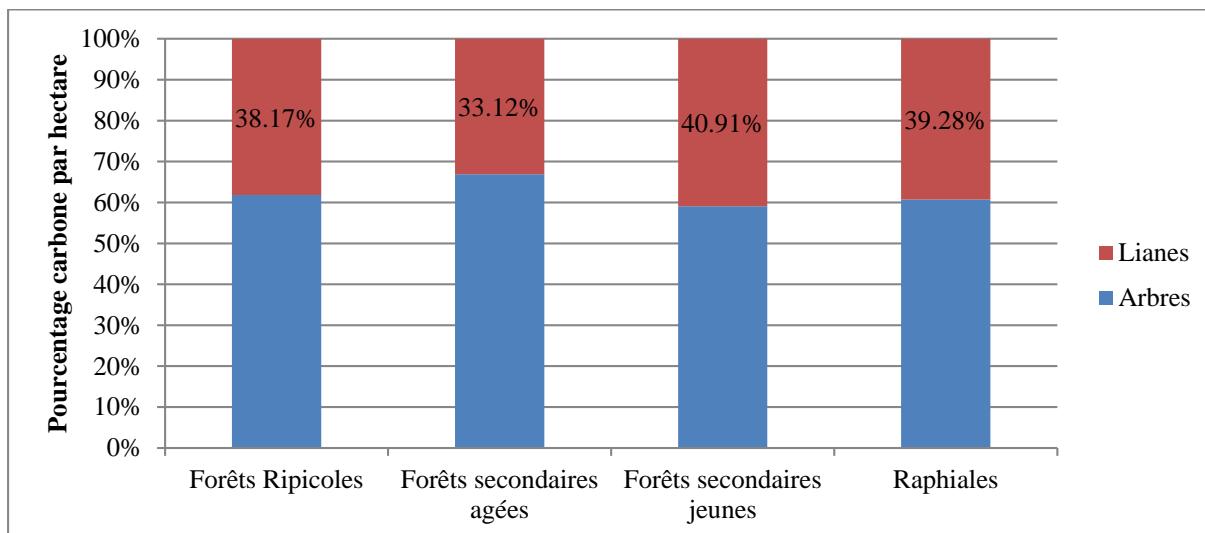
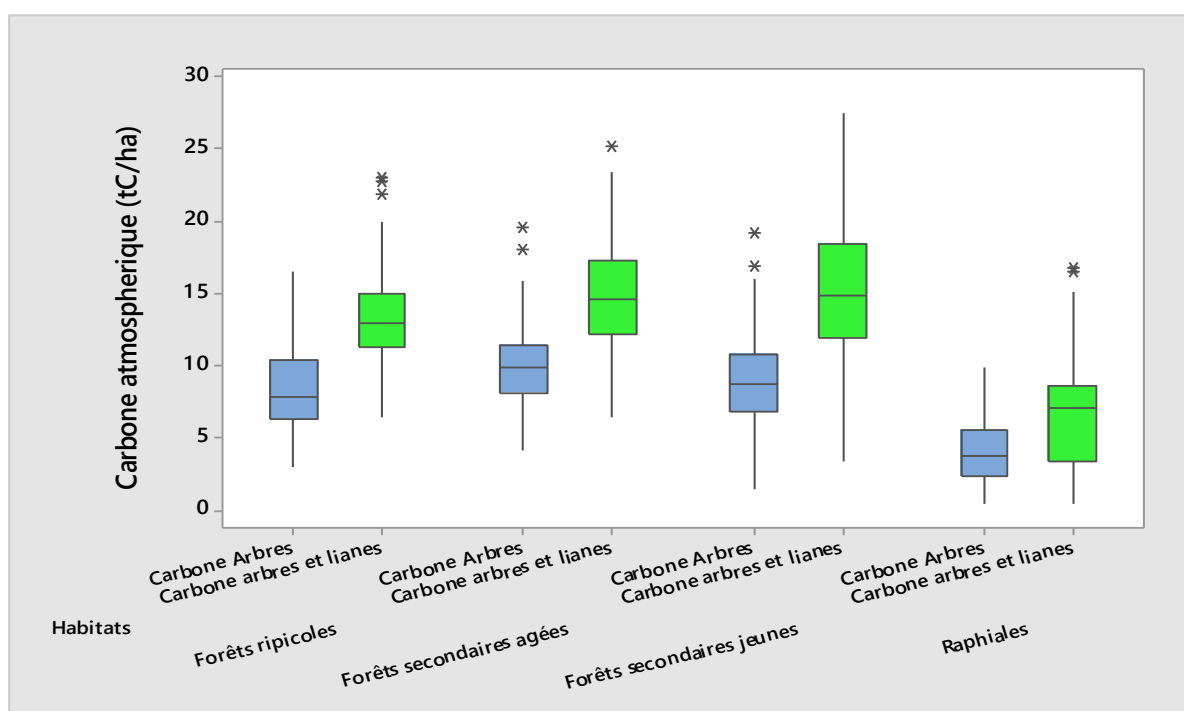


Figure 14: Pourcentage de carbone stocké par les lianes par rapport aux arbres par habitats

La Figure 14 montre que les lianes sont capables de stocker jusqu'à 40,91% de carbone contenue dans les plantes ligneuses.

4-4-4-2) Influence des lianes sur la quantité de carbone stockée par les plantes ligneuses par habitats

La Figure 15 présente la distribution des stocks de carbone par les arbres et les espèces ligneuses (arbres et lianes)



*Valeurs extrêmes

Figure 15: Distribution des stocks de carbone par les plantes ligneuses

La Figure 15 montre que le stock de carbone des plantes ligneuses est relativement plus faible quand seuls les arbres sont pris en compte.

Le test de Student pour données appariées (Tableau 8) confirme que en considérant les lianes dans le calcul des stocks de carbone, on observe une augmentation considérable (Figure 15) et significative pour tous les habitats ($P = 0,000$) (Tableau 8)

Tableau 8 : Comparaison du stock de carbone des arbres seuls et du stock de carbone des arbres-lianes dans les différents habitats (résultat du test Student)

Habitat	Valeur de t	Valeur de p
Forêts secondaires âgées	21,82	0,000
Forêts secondaires Jeunes	31,65	0,000
Raphiales	7,01	0,000
Forêts ripicoles	13,22	0,000

Les valeurs de t trouvées dans le Tableau 8 ont été trouvées en considérant les stocks de carbones des espèces ligneuses incluant les lianes moins les stocks de carbones des arbres. Ainsi, ces valeurs positives indiquent une augmentation du stock de carbone lorsque les lianes sont considérées. Donc les lianes jouent un rôle considérable dans le stockage du carbone (Schnitzer et Bongers, 2002).

CHAPITRE 5: CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES

5-1) Conclusion

La présente étude avait pour objectif de déterminer la contribution des lianes à la diversité biologique et au stockage du carbone dans la périphérie nord de la Reserve de Biosphère du Dja.

Les différents types d'habitats ont eu des influences significatives sur l'abondance des espèces, la richesse spécifique, la diversité de Shannon, la dominance de Simpson et l'homogénéité. Les lianes ont été plus abondantes dans les forêts secondaires jeunes et plus diversifiées dans les forêts ripicoles. De plus, les lianes ont contribué à hauteur de 21,01% à la richesse spécifique des plantes ligneuses de la RBD. Un total de 6896 tiges de lianes a été inventorié représentant 50 espèces appartenant à 30 genres et 19 familles. *Manniophyton fulvum*, *Neuropeltis acuminatas*, *Combretum sp*, *Millettia barteri* et *Landolphia violaceae* étaient les espèces les plus abondantes dans les différents habitats. La famille des Apocynaceae était la famille la plus abondante en termes de richesse spécifique suivi des Fabaceae, des Connaraceae, des Euphorbiaceae et des Loganiaceae. La famille des Euphorbiaceae était la plus dominante en termes de nombre d'individus suivi des Convolvulaceae et des Apocynaceae. Par ailleurs, les lianes ont significativement augmentées la quantité de carbone stocké dans les différents habitats. L'estimation de carbone stocké par les lianes était de 22,419 tC / ha contre 36,12 tC / ha pour les arbres dans les différents habitats. Les lianes se trouvant dans les forêts secondaires jeunes ont stocké relativement plus de carbone suivi des raphiales, des forêts ripicoles et des forêts secondaires âgées. Les lianes de faible classe de diamètre (1-5 cm) ont stocké plus de carbone dans les différents types d'habitats. Les familles des Euphorbiaceae, des Apocynaceae et des Fabaceae ont eu un fort pourcentage de stockage du carbone.

En définitive les lianes sont une composante importante dans la biodiversité de la forêt tropicale et au stockage du carbone. Les lianes devraient donc être prises en considération non seulement lors de l'établissement des aires protégées mais aussi lors de l'établissement des plans d'aménagements des concessions forestières et de l'estimation des stocks de carbone forestier. Ainsi, La gestion des réserves doit être perçue comme une approche intégrée pour réduire les facteurs de déforestation et de dégradation des écosystèmes forestiers et pour maintenir et conserver la biodiversité et préserver les stocks de carbones de ces milieux.

5-2) Perspectives de recherches

Au terme de la présente étude, nous proposons comme perspectives de recherche de:

- Evaluer l'influence des perturbations sur la composition et l'abondance des lianes dans les terres inondées;
- Inclure les arbres de diamètres inférieurs à 10 cm dans le calcul du stock de carbone;
- De faire des études similaires dans le but de voir la contribution des lianes dans le régime alimentaire de la faune sauvage.
- Mener des études similaires dans d'autres zones à fin de contribuer à meubler la base de donnée sur la biodiversité et le carbone forestier dans le but d'assurer une gestion rationnelle et durable de l'écosystème forestier.

BIBLIOGRAPHIE

- Addo-Fordjour, P., Anning, A. K., Atakora, E. A. et Agyei, P. S.** (2008). Diversity and distribution of climbing plants in a semi-deciduous rain forest, KNUST Botanic Garden, Ghana. *International Journal of Botany*, **4**, 186-195.
- Addo-Fordjour, P., Anning, A. K., Larbi, J. A. et Akyeampong, S.** (2009). Liana species richness, abundance and relationship with trees in the Bobiri forest reserve, Ghana: Impact of management systems. *Forest Ecology and Management*, **257**, 1822-1828.
- Agyeman, V., Swaine, M. et Thompson, J.** (1999). Responses of tropical forest tree seedlings to irradiance and the derivation of a light response index. *Journal of Ecology*, **87**, 815-827.
- Aide, T. M.** (1987). Limbfalls: a major cause of sapling mortality for tropical forest plants. *Biotropica (USA)*, **19**, 284-285.
- Al Bassatneh, M. C.** (2006). *Facteurs du milieu, gestion sylvicole et organisation de la biodiversité: les systèmes forestiers de la montagne de Lure (Alpes de Haute-Provence, France)*. Thèse Doct, Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III,
- Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., D. Inouye, B., Freestone, A. L., Sanders, N. J., Cornell, H. V., Comita, L. S., Davies, K. F., Harrison, S. P., Kraft, N. J. B., et, J. C. S. et Swenson, N. G.** (2011). Navigating the multiple meanings of beta diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, **14**, 19-28.
- Austin, M., Groves, R., Fresco, L. et Kaye, P.** (1985). Relative growth of six thistle species along a nutrient gradient with multispecies competition. *The Journal of Ecology*, **73**, 667-684.
- Baars, R., Kelly, D. et Sparrow, A. D.** (1998). Liane distribution within native forest remnants in two regions of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* **22**(2), 71-85.
- Balfour, D. et Bond, W.** (1993). Factors limiting climber distribution and abundance in a southern African forest. *Journal of Ecology* **81**, 93-100.
- Bamba, I., Mama, A., Neuba, D., Koffi, K. J., Traore, D., Visser, M., Sinsin, B., Lejoly, J. et Bogaert, J.** (2008). Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (RD Congo). *Sciences & Nature*, **5**, 49-60.
- Barbault, R.** (1995). *Ecologie des peuplements : structure et dynamique de la biodiversité*. Masson éd., Paris.

- Bastien, Y. et Gauberville, C.** (2011). *Vocabulaire forestier: écologie, gestion et conservation des espaces boisés*. Forêt privée française.
- Bogaert, J. et Mahamane, A.** (2005). Ecologie du paysage: cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, **7**, 39-68.
- Bonnefille, R.** (2010). Cenozoic vegetation, climate changes and hominid evolution in tropical Africa. *Global and Planetary Change*, **72**, 390-411.
- Broughton, D. A. et McAdam, J. H.** (2002). A red data list for the Falkland Islands vascular flora. *Oryx*, **36**, 279-287.
- Budowski, G.** (1965). Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes *Turrialba*, **15**, 40-42.
- Budowski, G.** (1970). The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American lowlands. *Tropical Ecology*, **11**, 44-48
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T., Sander, E. L., Ma, K., Colwell, R. K. et Ellison, A. M.** (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, **84**, 45-67.
- Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E. et Hobbie, S. E.** (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, **405**, 234-242.
- Chase, J. M. et Leibold, M. A.** (2003). *Ecological niches: linking classical and contemporary approaches*. University of Chicago Press, Chicago.
- Chave, J.** (2004). Neutral theory and community ecology. *Ecology Letters*, **7**, 241-253.
- Chave, J.** (2005). Ecologie des communautés en forêt tropicale. *Université Paul Sabatier, Toulouse, France*, 81.
- Chave, J., Riéra, B. et Dubois, M.-A.** (2001). Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 79-96.
- Choler, P. et Michalet, R.** (2002). Niche differentiation and distribution of *Carex curvula* along a bioclimatic gradient in the southwestern Alps. *Journal of Vegetation Science*, **13**, 851-858.
- Christy, P.** (1996). *Inventaire ornithologique de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun)*, Rapport technique: projet ECOFAC.
- Corlett, R. T.** (1990). Flora and reproductive phenology of the rain forest at Bukit Timah, Singapore. *Journal of Tropical Ecology*, **6**, 55-63.

- Crawley, M. J.** (1997). The structure of plant communities. *Plant Ecology, Second Edition*, 475-531.
- Crawley, M. J.** (2007). Plant population dynamics. Dans: *Theoretical Ecology: Principles and Applications* (édité par May, R. M. et Mclean, A. R.). Oxford University Press Inc., New York, pp. 62-83.
- De Vries, H., De Jager, C. et De Vries, C.** (1987). Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering. *Atomic data and nuclear data tables*, **36**, 495-536.
- Dewalt, S. J., Schnitzer, S. A. et Denslow, J. S.** (2000). Density and Diversity of Lianas along a Chronosequence in a Central Panamanian Lowland Forest. *Journal of Tropical Ecology*, **16**, 1-19.
- DeWalt, S. J., Ickes, K., Nilus, R., Harms, K. E. et Burslem, D. F.** (2006). Liana habitat associations and community structure in a Bornean lowland tropical forest. *Plant Ecology*, **186**, 203-216.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. S. et Tilman, D.** (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biol*, **4**, 1300-1305.
- Djomo, A. N., Ibrahima, A., Saborowski, J. et Gravenhorst, G.** (2010). Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *Forest Ecology and Management*, **260**, 1873-1885.
- Djoufack, S. D.** (2003). *Contribution à la caractérisation de la végétation et à l'étude de la distribution des nids de gorilles (Gorilla gorilla gorilla) dans la périphérie nord de la Réserve de Faune du Dja*. Université de Yaoundé 1, Cameroun.
- Dufrêne, M. et Legendre, P.** (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, **67**, 345-366.
- Dupain, J., Guislain, P., Nguenang, G. M., De Vleeschouwer, K. et Van Elsacker, L.** (2004). High chimpanzee and gorilla density in a non-protected area on the northern periphery of the Dja Faunal Reserve, Cameroon. *Oryx*, **38**, 1-8.
- Egbe, E., Chuyong, G., Fonge, B. et Namuene, K.** (2012). Forest disturbance and natural regeneration in an African rainforest at Korup National Park, Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **4**, 377-384.
- Epanda, M. A.** (2004). *Projet intégré de conservation et de développement: chasse contrôlée pour une protection intégrale à la périphérie Nord de Réserve de Biosphère du Dja (RDB), Rapport préliminaire.*

- Fayolle, A.** (2008). *Structure des communautés de plantes herbacées sur les grands causses: stratégies fonctionnelles des espèces et interactions interspécifiques*. Montpellier Supagro-Centre International d'Etudes supérieures en Sciences agronomiques, Montpellier, France,
- Fomete, N. T. et Tene, A.** (1998). *Monographie du Dja*, La gestion des écosystèmes forestiers du Cameroun à l'aube de l'an 2000. Vol 2. UICN. Gland, Switzerland.
- Gallenmüller, F., Müller, U., Rowe, N. et Speck, T.** (2001). The growth form of *Croton pullei* (Euphorbiaceae)-Functional morphology and biomechanics of a neotropical liana. *Plant Biology*, **3**, 50-61.
- Garland, S.** (1989). *La conservation des écosystèmes forestiers d'Afrique*, UICN programme pour les forêts tropicales.
- Garshelis, D. L.** (2000). Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Dans: *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences* (édité par Boitani, L. et Fuller, T. K.). Columbia University Press, New York, USA, pp. 111-164.
- Gehring, C., Park, S. et Denich, M.** (2004). Liana allometric biomass equations for Amazonian primary and secondary forest. *Forest Ecology and Management*, **195**, 69-83.
- Gentry, A. H.** (1991). The distribution and evolution of climbing plants. Dans: *The Biology of Vines* (édité par Putz, F. E. et Mooney, H. A.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 3-49.
- Gentry, A. H. et Dodson, C.** (1987). Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* **19**, 149-156.
- Gentry, A. H., Putz, F. E. et Mooney, H. A.** (1991). The distribution and evolution of climbing plants. Dans: *The biology of vines*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 3-50.
- Gerwing, J. J.** (2001). Testing liana cutting and controlled burning as silvicultural treatments for a logged forest in the eastern Amazon. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 1264-1276.
- Gerwing, J. J.** (2004). Life history diversity among six species of canopy lianas in an old-growth forest of the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, **190**, 57-72.
- Gerwing, J. J. et Farias, D. L.** (2000). Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of total aboveground biomass for an eastern Amazonian forest. *Journal of tropical ecology*, **16**, 327-335.

- Gerwing, J. J. et Vidal, E.** (2002). Changes in liana abundance and species diversity eight years after liana cutting and logging in an eastern Amazonian forest. *Conservation Biology*, **16**, 544-548.
- Gerwing, J. J., Schnitzer, S. A., Burnham, R. J., Bongers, F., Chave, J., DeWalt, S. J., Ewango, C. E. N., Foster, R., Kenfack, D., Martínez-Ramos, M., Parren, M., Parthasarathy, N., Pérez-Salicrup, D. R., Putz, F. E. et Thomas, D. W.** (2006). A Standard Protocol for Liana Censuses. *Biotropica*, **38**, 256-261.
- Ghazoul, J. et Sheil, D.** (2010). *Tropical rain forest ecology, diversity, and conservation*. Oxford University Press, New York, USA.
- GIEC** (2006). Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autre usage des terres. Dans. Institute for Global Environmental Strategies Japon, pp. 46-52.
- Glowka, L., Burhenne-Guilmin, F., Synge, H., McNeely, J. et Gündling, L.** (1994). *A Guide to the Convention on Biological Diversity*, IUCN, Gland and Cambridge. xii + 161pp.
- Gotelli, N. J. et Colwell, R. K.** (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, **4**, 379-391.
- Hegarty, E. E. et Caballe ´, G.** (1991). Distribution and abundance of vines in forest communities. Dans: *The Biology of Vines* (édité par Putz, F. E. et Mooney, H. A.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 313–335.
- Henry, M.** (2010). *Carbon stocks and dynamics in Sub-Saharan Africa*. Paris Institute of Technology for Life, Food and Environmental Sciences (AgroParisTech) Speciality: ecosystems,
- Hodgson, J. G.** (1986). Commonness and rarity in plants with special reference to the Sheffield flora Part I: The identity, distribution and habitat characteristics of the common and rare species. *Biological Conservation*, **36**, 199-252.
- Houghton, R., Lawrence, K., Hackler, J. et Brown, S.** (2001). The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*, **7**, 731-746.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. et Chao, A.** (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 10.1111/2041-210X.12613

- Hughes, R. F., Kauffman, J. B. et Jaramillo, V. J.** (1999). Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico. *Ecology*, **80**, 1892-1907.
- Ingwell, L. L., Joseph Wright, S., Becklund, K. K., Hubbell, S. P. et Schnitzer, S. A.** (2010). The impact of lianas on 10 years of tree growth and mortality on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Ecology*, **98**, 879-887.
- Jackson, P., Cavelier, J., Goldstein, G., Meinzer, F. et Holbrook, N.** (1995). Partitioning of water resources among plants of a lowland tropical forest. *Oecologia*, **101**, 197-203.
- Jaouen, G.** (2008). *Etude des stratégies biomécaniques de croissance des jeunes arbres en peuplement hétérogène tropical humide*. AgroParisTech,
- Kerharo, L. et Ferrier, E.** (2006). *Description d'un écosystème forestier tropical: la réserve naturelle volontaire trésor*. LPPE.
- Kitajima, K.** (1994). Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. *Oecologia*, **98**, 419-428.
- Kuzee, M., Bongers, F., Parren, M. et Traoré, D.** (2005). Climber abundance, diversity and colonisation in degraded forests of different ages in Côte d'Ivoire. *Forest climbing plants of West Africa: diversity, ecology and management*, 73-91.
- Laclavière, G.** (1999). *Atlas de la République unie du Cameroun*. Jeune Afrique, Paris.
- Laurance, W. F., Laurance, S. G., Ferreira, L. V., Rankin-de Merona, J. M., Gascon, C. et Lovejoy, T. E.** (1997). Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science*, **278**, 1117-1118.
- Lejoly, J.** (1996). *Synthèse régionale sur la biodiversité végétale des ligneux dans six sites du projet ECOFAC en Afrique centrale*, Rapport ECOFAC. AGRECO/ CIRAD-Forêt.
- Letouzey, R.** (1968). *Etude phytogéographique du Cameroun*. Le chevalier, Paris.
- Letouzey, R.** (1985). *Notice de la carte photographique du Cameroun au 1/500000*. Institut de la carte internationale de la végétation, Toulouse, France.
- Leuschner, C. et van der Maarel, E.** (2005). Vegetation and ecosystems. *Vegetation Ecology*, 85-105.
- Lévêque, C. et Mounolou, J.** (2001). *Biodiversité: Dynamique biologique et conservation*. 2^{ème} édition, Dunod, Paris.
- Levin, S. A., Muller-Landau, H. C., Nathan, R. et Chave, J.** (2003). The Ecology and Evolution of Seed Dispersal: A Theoretical Perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **34**, 575-604.

- Lugo, A. E. et Scatena, F.** (1995). Ecosystem-Level Properties of the Luquillo Experimental Forest with Emphasis on the Tabonuco Forest. Dans: *Tropical forests: management and ecology*. Springer, pp. 59-108.
- Madeira, B. G., Espírito-Santo, M. M., Neto, S. D. Â., Nunes, Y. R., Azofeifa, G. A. S., Fernandes, G. W. et Quesada, M.** (2009). Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, **201**, 291-304.
- Magurran, A. E.** (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Malenky, R. K., Wrangham, R., Chapman, C. A. et Vineberg, E. O.** (1993). Measuring Chimpanzee food Abundance. *Tropics*, **2**, 231-244.
- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T. R., Wright, J., Phillips, O. L., Cochrane, T., Meir, P., Chave, J., Almeida, S., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T. J., Laurance, S. G., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Monteagudo, A. N., David, A., Vargas, P. N., Pitman, N. C. A., Quesada, C. A., Salomão, R., Silva, M., J. N., Lezama, A. T., Terborgh, J., MartíÑez, , VÁSquez, R. et Vinceti, B.** (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*, **12**, 1107-1138.
- Martin, A.** (1996). Germination et dispersion des graines chez *Glaucium flavum* Crantz (Papaveraceae). *Acta Botanica Malacitana*, **21**, 71-78.
- Mascaro, J., Schnitzer, S. A. et Carson, W. P.** (2004). Liana diversity, abundance, and mortality in a tropical wet forest in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, **190**, 3-14.
- Matías, L., Quero, J. L., Zamora, R. et Castro, J.** (2012). Evidence for plant traits driving specific drought resistance. A community field experiment. *Environmental and Experimental Botany*, **81**, 55-61.
- Mbatchou, T. G. P.** (2004). *Plant diversity in a Central African rain forest: implications for biodiversity conservation in Cameroon*, Wageningen: Wageningen Universiteit 208p
- Mbock, G.** (2009). *Incidence des activités anthropiques et de la disponibilité des fruits sur l'abondance et l'alimentation des grands singes: Cas du gorille de plaines de l'Ouest (Gorilla g. gorilla) et du Chimpanzé de Centre (Pan t. troglodytes)*. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun.
- McCune, B. et Grace, J. B.** (2002). *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

- McGill, B. J.** (2011). Species Abundance Distribution. Dans: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment* (édité par Magurran, A. E. et McGill, B. J.). Oxford University Press, New York, United States of America, pp. 105-122.
- Meinzer, F. C., Andrade, J. L., Goldstein, G., Holbrook, N. M., Cavelier, J. et Wright, S. J.** (1999). Partitioning of soil water among canopy trees in a seasonally dry tropical forest. *Oecologia*, **121**, 293-301.
- Michelot, A., Gachet, S., Legay, M. et Landmann, G.** (2013). L'autécologie des essences forestières et son intégration dans les outils d'aide à la décision: synthèse et évaluation. 44.
- Molles, M. c.** (2008). *Ecology concept and application*, 4 edn. McGraw-Hill, New York.
- Molto, Q.** (2012). *Estimation de la biomasse en forêt tropicale humide: propagation des incertitudes dans la modélisation de la distribution spatiale de la biomasse en Guyane Française*. Thèse pour le doctorat en physiologie et biologie des organismes, populations, interactions, Antilles-Guyane,
- Morin, P. J.** (2011). *Community Ecology*, 2^{ème} edn. Blackwell Science, Inc., Chichester, United Kingdom.
- Muthuramkumar, S. et Parthasarathy, N.** (2001). Tree-liana relationships in a tropical evergreen forest at Varagalaia, Anamalais, Western Ghats, India. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 395-409.
- Nabe-Nielsen, J.** (2001). Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 1-19.
- Nabe-Nielsen, J., Kollmann, J. et Peña-Claros, M.** (2009). Effects of liana load, tree diameter and distances between conspecifics on seed production in tropical timber trees. *Forest Ecology and Management*, **257**, 987-993.
- Natta, A., Sinsin, B., Bongers, F., Parren, M. et Traoré, D.** (2005). Taxonomic diversity of climbers of riparian forests in Benin. *Forest climbing plants of West Africa: diversity, ecology and management*, 123-136.
- Neba, S. G., Kanninen, M., Atyi, R. E. a. et Sonwa, D. J.** (2014). Assessment and prediction of above-ground biomass in selectively logged forest concessions using field measurements and remote sensing data: Case study in South East Cameroon. *Forest Ecology and Management*, **329**, 177-185.
- Ngueunang, G. et Dupain, J.** (2002). Typologie et description morpho-structurale de la mosaïque forestière du Dja : Cas du site d'étude sur la socio-écologie des grands

- singes dans les villages Malen V, Doumo-Pierre et Minpala (Est Cameroun). In, p. 40. Société Royale Zoologique d'Anvers, Anvers, Belgique.
- Nyaga, Y. A.** (2004). *Analyse des facteurs socio-économiques et culturels qui conditionnent la gestion communautaire de la chasse villageoise: cas des villages Malen V, Doumo_pierre et Mimpala à la périphérie Nord de la Réserve de Biosphère du Dja (RBD)*. Université de Dschang, Cameroun.
- Observatoire du Sahara et du Sahel** (2013). *Guide méthodologique: Estimation du potentiel de sequestration du carbone au mali*. Gestion intégrée de la terre et de l'eau pour l'adaptation a la variabilité et au changement climatique au Mali
- Padalia, H., Chauhan, N., Porwal, M. et Roy, P.** (2004). Phytosociological observations on tree species diversity of Andaman Islands. *Current Science*, **87**, 799-806.
- Panda, P. C., Mahapatra, A. K., Acharya, P. K. et Debata, A. K.** (2013). Plant diversity in tropical deciduous forests of Eastern Ghats, India: A landscape level assessment. *International Journal*, **5**, 625-639.
- Parizeau, M.-H.** (2001). *La biodiversité: tout conserver ou tout exploiter?*, Science/Ethique/Sociétés edn.
- Parmesan, C. et Yohe, G.** (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, **421**, 37-42.
- Parren, M. et Bongers, F.** (2001). Does climber cutting reduce felling damage in southern Cameroon? *Forest Ecology and Management*, **141**, 175-188.
- Parthasarathy, N.** (2015). *Biodiversity of Lianas*. Springer.
- Parthasarathy, N., Muthuramkumar, S. et Reddy, M. S.** (2004). Patterns of liana diversity in tropical evergreen forests of peninsular India. *Forest Ecology and Management*, **190**, 15-31.
- Pérez-Salicrup, D. R.** (2001). Effect of liana cutting on tree regeneration in a liana forest in Amazonian Bolivia. *Ecology*, **82**, 389-396.
- Pérez-Salicrup, D. R., Schnitzer, S. et Putz, F. E.** (2004). Community ecology and management of lianas. *Forest Ecology and Management*, **190**, 1-2.
- Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. et Vasquez, R.** (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **91**, 2805-2809.
- Phillips, O. L., Martínez, R. V., Arroyo, L., Baker, T. R., Killeen, T., Lewis, S. L., Malhi, Y., Mendoza, A. M., Neill, D. et Vargas, P. N.** (2002). Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature*, **418**, 770-774.

- Pickett, S. T. A. et White, P. S.** (1985). *The Ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando.
- Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L. et Brooks, T. M.** (1995). The future of biodiversity. *Science*- **269**, 347-349.
- Poncy, O., Rie ´ra, B., Larpin, D., Belbenoit, P., Jullien, M., Hoff, M. et Charles-Dominique, P.** (1998). The permanent field research station ‘Les Nouragues’ in the tropical rainforest of French Guiana: current projects and preliminary results on tree diversity, structure, and dynamics. Dans: *Forest Biodiversity in North, Central, and South America and the Caribbean* (édité par Dallmeier, F., Comiskey J.A.). UNESCO and the Parthenon Publishing Group, Pearl River, NY, USA, pp. 385–410.
- Purvis, A. et Hector, A.** (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, **405**, 212-219.
- Putz, F. E.** (1984). The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, **65**, 1713-1724.
- Putz, F. E.** (2012). Vine ecology. *Ecology. info*, **24**
- Putz, F. E. et Chai, P.** (1987). Ecological studies of lianas in Lambir national park, Sarawak, Malaysia. *The Journal of Ecology*, 523-531.
- Putz, F. E. et Mooney, H. A.** (1991). *The Biology of Vines*. Cambridge University Press, Cambridge, UK,
- Raaimakers, D., Boot, R., Dijkstra, P. et Pot, S.** (1995). Photosynthetic rates in relation to leaf phosphorus content in pioneer versus climax tropical rainforest trees. *Oecologia*, **102**, 120-125.
- Roche, P.** (1998). Dynamique de la biodiversité et action de l’homme. In. Rapport ENV-SRAE–94233, Paris, France. 6 pp
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Castro, K., Rivard, B., Kalascka, M. et Harriss, R. C.** (2003). Remote sensing research priorities in tropical dry forest environments. *Biotropica*, **35**, 134-142.
- Saouache, Y., Doumandji, S., Ouchtati, N., Saatkamp, A., Affre, L., Poschlod, P., Roche, P., Deil, U., Dutoit, T. et Ahmed, D. A.** (2010). Revue internationale d’écologie méditerranéenne International Journal of Mediterranean Ecology. *ecologia mediterranea*, **36**
- Schnitzer, S. A. et Carson, W. P.** (2001). Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest. *Ecology*, **82**, 913-919.
- Schnitzer, S. A. et Bongers, F.** (2002). The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology & Evolution*, **17**, 223-230.

- Schnitzer, S. A. et Bongers, F.** (2011). Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms. *Ecology Letters*, **14**, 397-406.
- Schnitzer, S. A., Dalling, J. W. et Carson, W. P.** (2000). The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology*, **88**, 655-666.
- Schnitzer, S. A., Parren, M. P. et Bongers, F.** (2004). Recruitment of lianas into logging gaps and the effects of pre-harvest climber cutting in a lowland forest in Cameroon. *Forest Ecology and Management*, **190**, 87-98.
- Schnitzer, S. A., Kuzee, M. A. et Bongers, F.** (2005). Disentangling above- and belowground competition between lianas and trees in a tropical forest. *Journal of Ecology*. **93**, 1115-1125.
- Schnitzer, S. A., DeWalt, S. J. et Chave, J.** (2006). Censusing and Measuring Lianas: A Quantitative Comparison of the Common Methods. *Biotropica*, **38**, 581-591.
- Schnitzer, S. A., Rutishauser, S. et Aguilar, S.** (2008). Supplemental protocol for liana censuses. *Forest Ecology and Management*, **255**, 1044-1049.
- Schnitzer, S. A., Mangan, S. A., Dalling, J. W., Baldeck, C. A., Hubbell, S. P., Ledo, A., Muller-Landau, H., Tobin, M. F., Aguilar, S., Brassfield, D., Hernandez, A., Lao, S., Perez, R., Valdes, O. et Yorke, S. R.** (2012). Liana Abundance, Diversity, and Distribution on Barro Colorado Island, Panama. *PLoS ONE*, **7**, e52114.
- Schnitzler, A. et Heuzé, P.** (2006). Ivy (*Hedera helix* L.) dynamics in riverine forests: effects of river regulation and forest disturbance. *Forest ecology and management*, **236**, 12-17.
- Silvertown, J. et Law, R.** (1987). Do plants need niches? Some recent developments in plant community ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, **2**, 24-26.
- Smith, A. P.** (1973). Stratification of temperature and tropical forests. *American Naturalist*, **107**, 671-683.
- Sonke, B.** (1998). *Etude floristique et structurale des forêts de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun)*. Université libre de Bruxelles, Belgique.
- Stroud, J. T., Bush, M. R., Ladd, M. C., Nowicki, R. J., Shantz, A. A. et Sweatman, J.** (2015). Is a community still a community? Reviewing definitions of key terms in community ecology. *Ecology and evolution*, **5**, 4757-4765.
- Swaine, M., Hawthorne, W., Bongers, F., Toledo Aceves, M., Parren, M. et Traoré, D.** (2005). Climbing plants in Ghanaian forests. *Forest climbing plants of West Africa: diversity, ecology and management*, 93-108.

- Tchatchou, B., Chia, E. L., Kankeu, R. S., Terán, A. S. P., Tiani, A. M., Sonwa, D. J., Kengoum, F., Locatelli, B., Mekou, Y. B., Munoh, A. et Kenfack, C.** (2015). *Changement climatique dans le Bassin du Congo: Informations et connaissances échangées entre les acteurs*. CIFOR.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F., De Siqueira, M. F., Grainger, A. et Hannah, L.** (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, **427**, 145-148.
- Thuiller, W.** (2004). Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*, **10**, 2020-2027.
- Tilman, D.** (1983). Plant succession and gopher disturbance along an experimental gradient. *Oecologia*, **60**, 285-292.
- Toledo-Aceves, T. et Swaine, M. D.** (2008). Above-and below-ground competition between the liana *Acacia kamerunensis* and tree seedlings in contrasting light environments. *Plant Ecology*, **196**, 233-244.
- UICN** (1994). Guidelines for Protected Area Management Categories. 83.
- UICN** (2010). *Rapport préliminaire sur l'état de l'environnement en Afrique centrale*. UICN, Yaoundé.
- van der Heijden, G. M. F. et Phillips, O. L.** (2008). What controls liana success in Neotropical forests? *Global Ecology and Biogeography*, **17**, 372-383.
- Vellend, M.** (2010). Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly review of biology*, **85**, 183-206.
- Viana, V. M. et Tabanez, A. A. J.** (1996). Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. Dans: *Forest Patches in Tropical Landscapes* (édité par Schelhas, J. et Greenberg, R.). Island Press, Washington DC, pp. 151–167.
- Vidal, E., Johns, J., Gerwing, J. J., Barreto, P. et Uhl, C.** (1997). Vine management for reduced-impact logging in eastern Amazonia. *Forest ecology and management*, **98**, 105-114.
- Villagra, B. L. P., Gomes, E. P. C., Burnham, R. J. et Neto, S. R.** (2013). Diversity and abundance of climbers from the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, **22**, 2505–2517.
- Wardle, P., Ezcurra, C., Ramírez, C. et Wagstaff, S.** (2001). Comparison of the flora and vegetation of the southern Andes and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, **39**, 69-108.

- Wasseige, C., D Devers, Marcken, P., Eba'A, A. R., Nasi, R. et Mayaux, P.** (2009). *Les Forêts du Bassin du Congo—État des Forêts 2008*. Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg.
- White, F.** (1983). *The vegetation of Africa*, UNESCO, Paris. 683p.
- White, L. J. T. et Edwards, A.** (2000). *Conservation research in the african rain forest: a technical handbook*, Wildlife Conservation Society, New York. 444 pp., many illustrations.
- Whitney, K., D., Fogiel, M., K., Kimberly, M., A., Holbrook, D., J., Parker, V., T. et Smith, T., B.** (1998). Seed dispersal by *Ceratogymna* hornbills in the Dja Reserve, Cameroun. *Journal of Tropical Ecology*, **14**, 351-371.
- Williamson, E., A. et Usongo, L.** (1995). *Recensement des populations des primates et inventaire des grands mammifères: Réserve de Faune du Dja*, Rapport ECOFAC-Cameroun, Bruxelles. 136p.
- Willie, J.** (2006). *Contribution à l'évaluation de l'indice de la chasse sur les populations de céphalophes de la périphérie Nord de la Réserve de Biosphère du Dja*. Université de Dschang, Cameroun.
- Willie, J., Petre, C.-A., Tagg, N. et Lens, L.** (2012a). Evaluation of species richness estimators based on quantitative performance measures and sensitivity to patchiness and sample grain size. *Acta Oecologica*, **45**, 31-41.
- Willie, J., Petre, C.-A., Tagg, N. et Lens, L.** (2012b). Density of herbaceous plants and distribution of western gorillas in different habitat types in south-east Cameroon. *African Journal of Ecology*, **51**, 111-121.
- Wright, S. J.** (1992). Seasonal drought, soil fertility and the species density of tropical forest plant communities. *Trends in ecology & evolution*, **7**, 260-263.

ANNEXES

Annexe 1 : liste des espèces de lianes de diamètre ≥ 1 cm inventoriées dans 495 parcelles de 25 m x 25 m dans les différents types d'habitats dans la périphérie Nord de la réserve de Biosphère du Dja

Familles	Espèces	Nombre de lianes	Pourcentage (%)	Types habitats			
				Forêts secondaires âgées	Forêts secondaires jeunes	Raphiales	Forêts ripicoles
Annonaceae	<i>Artabotrys thomsonii</i>	78	1,13	20	34	11	13
Apocynaceae	<i>Landolphia violacea</i>	347	5,03	94	197	17	39
	<i>Landolphia maxima</i>	275	3,99	53	159	32	31
	<i>Landolphia jumellei</i>	122	1,77	36	61	5	20
	<i>Baissea mortehanii</i>	89	1,29	28	35	8	18
	<i>Landolphia glabra</i>	36	0,52	9	22	1	4
	<i>Landolphia sp2</i>	12	0,17	0	0	0	2
	<i>Landolphia landolphioides</i>	11	0,16	0	0	0	2
	<i>Landolphia mannii</i>	3	0,04	1	2	0	0
	<i>Landolphia owariensis</i>	2	0,03	0	2	0	0
	<i>Landolphia sp1</i>	1	0,01	1	0	0	0
Combretaceae	<i>Combretum sp2</i>	453	6,57	53	395	3	2
	<i>Agelaea paradoxa</i>	85	1,23	22	54	2	7
	<i>Agelaea pseudobliqua</i>	24	0,35	6	17	0	1
	<i>Rourea solanderi</i>	17	0,25	4	9	3	1
	<i>Roureopsis obliquifoliolata</i>	12	0,17	4	5	2	1
	<i>Cnestis corniculata</i>	4	0,06	2	0	2	0
Convolvulaceae	<i>Neuropeltis acuminata</i>	966	14,01	347	565	12	42

Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum sp</i>	17	0,25	6	0	10	1
Dilleniaceae	<i>Tetracera podotricha</i>	358	5,19	60	258	14	26
	<i>Tetracera alnifolia</i>	24	0,35	8	15	0	1
Euphorbiaceae	<i>Manniophyton fulvum</i>	2082	30,19	529	1287	109	157
	<i>Macaranga paxii</i>	64	0,93	10	36	7	11
	<i>Macaranga occidentalis</i>	58	0,84	5	46	4	3
	<i>Alchornia cordifolia</i>	22	0,32	0	20	2	1
Fabaceae	<i>Indigofera sp</i>	270	3,92	68	160	11	31
	<i>Milletia sp</i>	177	2,57	45	96	19	17
	<i>Millettia barteri</i>	86	1,25	14	23	26	23
	<i>Mucuna flagellipes</i>	38	0,55	0	1	24	13
	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	22	0,32	5	5	6	6
	<i>Millettia sanagana</i>	4	0,06	0	4	0	0
Icaciniaceae	<i>Lavigeria macrocarpa</i>	23	0,33	10	11	1	1
Lamiaceae	<i>vitex myrmecophila</i>	49	0,71	9	33	1	6
	<i>Clerodendron carnulosum</i>	21	0,30	3	18	0	0
	<i>Clerodendron capitatum</i>	11	0,16	4	7	0	0
Linaceae	<i>Hugonia platysepala</i>	267	3,87	62	157	17	31
Loganiaceae	<i>Strychnos angolensis</i>	336	4,87	155	149	5	25
	<i>Strychnos elaeocarpa</i>	44	0,64	14	27	0	3
	<i>Strychnos aculeata</i>	19	0,28	4	15	0	0
	<i>Strychnos ternata</i>	15	0,22	6	9	0	0
Malpighiaceae	<i>Acridocarpus sp.</i>	1	0,01	0	0	1	0
Mimosaceae	<i>Acacia pennata</i>	66	0,96	9	51	3	3
	<i>Entada purseatha</i>	44	0,64	3	13	19	9
Inconnue	<i>Liane_inconnue épineuse</i>	25	0,36	2	19	1	3
	<i>Liane_Inconnue 3</i>	3	0,04	2	1	0	0
	<i>Liane_Inconnue 1</i>	1	0,01	0	1	0	0

Ochnaceae	<i>campylospermum</i>	1	0,01	1	0	0	0
	<i>elongatum</i>						
Rutaceae	<i>Fagara claessensii</i>	15	0,22	3	12	0	0
Tiliaceae	<i>Grewia hookerana</i>	2	0,03	1	0	1	0
Vitaceae	<i>Cissus dinklagei</i>	194	2,81	31	132	21	10
Total		6896	100,00	1760	4182	391	563

Chercheur.....Assistants.....
Date.....Cellule N°.....Végétation.....
Longitude.....Latitude.....

86

Annexe 3: Fiche d'identification des espèces botaniques

Chercheur Assistants Date.....

Code d'individu..... Lieu de Collecte.....

Coordonnées : Longitude.....Latitude.....

Critère	Description
Hauteur	
Base	
Ecorce	
Tranche de l'écorce	
Exsudat	
Fut	
Cime	
Feuillage	
Feuilles	
Fleurs	
Fruit	
Branches	
Remarques	

Identification

Nom scientifique.....

Famille.....

Nom Badjoué