

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
*THE UNIVERSITY OF
YAOUNDE I*



FACULTÉ DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE

**CENTRE DE RECHERCHE ET DE FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES DE
LA VIE, SANTE ET ENVIRONNEMENT**

*UNITE DE RECHERCHE ET DE FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES DE LA
VIE*

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

**ETUDE DE LA BIODIVERSITE ET DE LA
STRUCTURE DE LA FORET
SUBMONTAGNARDE DU MASSIF KALA
(1156 M), REGION DE YAOUNDE**

**Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat/Ph.D en Biologie des
Organismes Végétaux**
Option: Botanique–Ecologie
par

MADIAPEVO Stéphane-Nazaire
DEA ès Sciences
Matricule 05Y381

Sous la direction de
Pr NOUMI Emmanuel
Maître de conférences



Année académique 2018

LISTE PROTOCOLAIRE

UNIVERSITE DE YAOUNDE I FACULTE DES SCIENCES Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		The University of Yaoundé I Faculty of Science Division of Programming and follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS	LIST OF PERMENENT TEACHING STAFF	

ANNEE ACADEMIQUE 2017/2018
(Par Département et par Grade)

ADMINISTRATION

DOYEN : AWONO ONANA Charles, Professeur

VICE-DOYEN / DPSAA : DONGO Etienne, Professeur

VICE-DOYEN / DSSE : OBEN Julius ENYONG, Professeur

VICE-DOYEN / DRC : MBAZE MEVA'A LUC Léonard, Maître de Conférences

Chef Division Affaires Académiques, Scolarité et Recherche : ABOSSOLO Monique,
Chargé de Cours

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., Maître de
Conférences

1- DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (40)

N°	NOMS ET PRENOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BENG née NINTCHOM PENLAP V.	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	MBACHAM Wilfried	Professeur	<i>Coordo URFD-SV</i>
4	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
5	OBEN Julius ENYONG	Professeur	V-D/ DSSE, <i>Coordo CRFD-STG</i>
6	BIGOGA DIAGA Jude	Maître de Conférences	En poste
7	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
8	FOKOU Elie	Maître de Conférences	En poste
9	KANSCI Germain	Maître de Conférences	En poste
10	MINKA Samuel	Maître de Conférences	En poste
11	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
12	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
13	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
14	WAKAM née NANA Louise	Maître de Conférences	En poste
15	BELINGA née NDOYE FOE Marie C. Florentine	Maître de Conférences	<u>Chef DAF / FS</u>
16	ACHU Merci BIH	Chargé de Cours	En poste

17	ATOGHO Barbara Mma	Chargé de Cours	En poste
18	DEMMANO Gustave	Chargé de Cours	En poste
19	DJOKAM TAMO Rosine	Chargé de Cours	En poste
20	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Chargé de Cours	En poste
21	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargé de Cours	En poste
22	EFFA ONOMO Pierre	Chargé de Cours	En poste
23	EVEHE BEBANDOUÉ Marie – Solange	Chargé de Cours	<i>En disponibilité</i>
24	EWANE Cécile Anne	Chargé de Cours	En poste
25	KOTUE TAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
26	MBONG ANGIE MOUGANDE Mary Ann	Chargé de Cours	En poste
27	MOFOR née TEUGWA Clauilde	Chargé de Cours	<i>IA4/MINESUP</i>
28	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
29	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargé de Cours	En poste
30	AKINDEH MBUH NJI	Assistant	En poste
31	BEBEE FADIMATOU	Assistant	En poste
32	BEBOY EDJENGUELE Sara Nathalie	Assistant	En poste
33	DAKOLE DABOY Charles	Assistant	En poste
34	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Assistant	En poste
35	FONKOUA Martin	Assistant	En poste
36	LUNGA Paul KAILAH	Assistant	En poste
37	MANANGA Marlyse Joséphine	Assistant	En poste
38	MBOUCHE FANMOE Marcelline Joëlle	Assistant	En poste
39	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Assistant	En poste
40	TIENTCHEU DJOKAM Léopold	Assistant	En poste

2- DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (B.P.A.) (44)

1	BILONG BILONG Charles Félix	Professeur	Chef de Département
2	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
3	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
4	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	En poste
5	MIMPFOUNDI REMY	Professeur	En poste
6	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
7	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
8	NOLA Moïse	Professeur	En poste
9	TAN Paul Vernyuy	Professeur	En poste
10	TCHUEM TCHUENTE Louis	Professeur	<i>Coord. Progr. MINSANTE</i>
11	AJEAGAH Gidéon AGHAINDOUM	Maître de Conférences	<i>CS-DPER</i>
12	DJIETO Lordon Champlain	Maître de Conférences	En poste
13	DZEUFIET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
14	ESSOMBA née NTSAMA MBALLA	Maître de Conférences	<i>VDRC/Chef dépt FMSB</i>
15	FOTO MENBOHAN Samuel	Maître de Conférences	<i>CT2 MIN. ENERGIE</i>
16	KAMGANG René	Maître de Conférences	<i>C.E. MINRESI</i>
17	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
18	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
19	MONY NTONE Ruth	Maître de Conférences	En poste

20	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Maître de Conférences	En poste
20	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours	En poste
21	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
22	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
23	BILANDA Danielle Claude	Chargé de Cours	En poste
24	DJIOGUE Séfirin	Chargé de Cours	En poste
25	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargé de Cours	En poste
26	JATSA MEGAPTCHE Hermine	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
27	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
28	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
29	MOUGANG NGAMENI Luciane	Chargé de Cours	En poste
30	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Chargé de Cours	En poste
31	NGOULATEU KENFACK Omer BEBE	Chargé de Cours	En poste
32	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours	En poste
33	NGUEMBOCK	Chargé de Cours	En poste
34	NJUA Clarisse YAFI	Chargé de Cours	En poste
35	TADU Zéphirin	Chargé de Cours	En poste
36	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours	En poste
37	YEDE	Chargé de Cours	En poste
38	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
39	KANDEDA KAVAYE Antoine	Assistant	En poste
40	KOGA MANG'Dobara	Assistant	En poste
41	METCHI DONGFACK Mireille Flore	Assistant	En poste
40	NOAH E. O. Vivien	Assistant	En poste
41	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Assistant	En poste

3-DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES (B. P. V.) (27)

1	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
2	AMBANG Zachée	Professeur	Vice-Doyen/FSE
3	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
4	BELL Joseph Martin	Maître de Conférences	En poste
5	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences	En poste
6	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
7	MBOLO Marie.	Maître de Conférences	<i>Coordo. Programme MINFOF</i>
8	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	<i>CE / MINRESI</i>
9	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences	En poste
10	ANGONI Hyacinthe	Chargé de Cours	En poste
11	BIYE Elvire Hortense	Chargé de Cours	En poste
12	MAHBOU SOMO TOUKAM Gabriel	Chargé de Cours	En poste
13	MALLA Armand William	Chargé de Cours	En poste
14	MBARGA BINDZI Marie Alain.	Chargé de Cours	<i>Inspecteur académ. N°1 MINESUP</i>
15	NGALLE Hermine BILLE	Chargé de Cours	En poste
16	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Chargé de Cours	En poste
17	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy Léonard	Chargé de Cours	En poste
18	NGOOU Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste

19	NSOM ZAMO Annie Claude ép. Pial	Chargé de Cours	<i>Expert national./UNESCO</i>
20	ONANA Jean Michel	Chargé de Cours	En poste
21	TONFACK Libert Brice	Chargé de Cours	En poste
22	TSOATA Esaïe	Chargé de Cours	En poste
23	DJEUANI Astride Carole	Assistant	En poste
24	GONMADGE Christelle	Assistant	En poste
25	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Assistant	En poste
26	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistant	En poste
27	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Assistant	En poste

4-DEPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (C.I.) (35)

1	KETCHA MBADCAM Joseph	Professeur	Chef de Département
2	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
3	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>Doyen/ UDS</i>
4	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Directeur Cabinet PM</i>
5	LAMINSI Samuel	Professeur	En poste
6	MELO née CHINJE Uphie F.	Professeur	<i>Recteur Univ. Ndere</i>
7	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Insp Génér.MINPMEA</i>
8	NANSEU Charles Péguy	Professeur	En poste
9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	BABALE DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	En poste
11	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
12	ELIMBI Antoine	Maître de Conférences	En poste
13	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
14	NDIKONTAR Maurice KOR	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen/Ubda</i>
15	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences	<i>Recteur Univ. Buea</i>
16	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
17	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
18	CHEUMANI YONA Arnaud	Chargé de Cours	En poste
19	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
20	GWET Simon – Pierre	Chargé de Cours	En poste
21	KAMGANG YOUNBI Georges	Chargé de Cours	En poste
22	KEUMEGNE MBOUGUEM Jean Claude	Chargé de Cours	En poste
23	KENNE DEDZO Gustave	Chargé de Cours	En poste
24	MBEY Jean Aimé	Chargé de Cours	En poste
25	NDI Julius NSAMI	Chargé de Cours	En poste
26	NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargé de Cours	En poste
27	NJIOMOU Chantale épouse DJANGANG	Chargé de Cours	En poste
28	NJOYA Dayirou	Chargé de Cours	En poste
29	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargé de Cours	En poste
30	PABOUDAM GBAMBIE Awaou	Chargé de Cours	En poste
31	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
32	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Assistant	En poste
33	KOUOTOU DAOUDA	Assistant	En poste
34	MAKON Thomas Beauregar	Assistant	En poste
35	NCHIMI NONO Katia	Assistant	En poste

5-DEPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (C.O.) (33)

1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen/ DPSAA
2	GHOGOMU TIH ROBERT RALPH	Professeur	<i>Directeur I.B.A. Foumban</i>
3	MBAFOR Joseph	Professeur	En poste
4	NGADJUI TCHALEU B.	Professeur	<i>Chef de dépt FMBS</i>
5	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	<i>Chef de dépt. UDs</i>
6	NKENGFACK Augustin Ephraïm	Professeur	Chef de Département
7	NYASSE Barthélemy	Professeur	<i>Vice- Recteur UBda</i>
8	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur au MINESUP</i>
9	WANDJI Jean	Professeur	En poste
10	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	<i>C Div. Rectorat/ UYI</i>
11	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
14	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
15	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
16	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Vice-Recteur. UYII</i>
17	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
18	TCHUENDEM KENMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
19	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
20	AMBASSA Pantaleon	Chargé de Cours	En poste
21	EYONG Kenneth OBEN	Chargé de Cours	En poste
22	FOTSO WABO Ghislain	Chargé de Cours	En poste
23	KAMTO Eutrophe Ledoux	Chargé de Cours	En poste
24	MKOUNGA Pierre	Chargé de Cours	En poste
25	NGO MBING Joséphine	Chargé de Cours	En poste
26	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours	En poste
27	NOTE LOUGBOT Olivier	Chargé de Cours	En poste
28	OUAHOUE WACHE Blandine Marlyse	Chargé de Cours	En poste
29	TABOPDA KUATE Turibio	Chargé de Cours	En poste
30	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
31	ZONDEGOUMBA Ernestine	Chargé de Cours	En poste
32	NGINTEDO Dominique	Assistant	En poste
33	NGOMO Orléans	Assistant	En poste

6-DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (30)

1	TCHUENTE Maurice	Professeur	PCA UB
---	------------------	------------	--------

2	FOTSO Pauline Laure	Professeur	<i>Député à l'Assemblée Nationale</i>
3	FOUDA NDJODO Marcel	Professeur	<i>IGA-MINESUP/Chef Dpt ENS</i>
4	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	Chef de Département <i>Chef Division MINFOPRA</i>
5	NDOUNDAM René	Maître de Conférences	En poste
6	CHEDOM FOTSO Donatien	Chargé de Cours	En poste
7	DJAM Xaviera Youth KIMBI	Chargé de Cours	En poste
8	KOUOKAM KOUOKAM Etienne Appolin	Chargé de Cours	En poste
9	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
10	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
11	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
12	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
13	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
14	ABESSOLO ALO'O Gislain	Assistant	En poste
15	AMINOUE Halilou	Assistant	En poste
16	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
17	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
18	EBELE Serge	Assistant	En poste
19	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
20	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistant	En poste
21	KAMGUEU Patrick Olivier	Assistant	En poste
22	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
23	MAKEMBE S. Fritz Oswald	Assistant	En poste
24	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant	En poste
25	MONTHÉ DJIADEU Valéry Martial	Assistant	En poste
26	NKONDOCK MI BAHANACK Nicolas	Assistant	En poste
27	OLE OLE David Claude	Assistant	En poste
28	TAPAMO KENFACK Hyppolite	Assistant	En poste

7-DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES (MA) (33)

1	BEKOLLE David	Professeur	<i>Vice-Recteur UN</i>
2	BITJONG NDOMBOL	Professeur	En poste
3	DOSSA COSSY Marcel	Professeur	En poste
4	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
5	EMVUDU WONO Yves S.	Maître de Conférences	<i>Chef Division MINESUP</i>
6	NKUIIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
7	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
8	AGHOUEKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	En poste
9	BOGSO Antoine M	Chargé de Cours	En poste
10	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
11	DOUANLA YONTA Hermann	Chargé de Cours	En poste
12	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
13	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste

14	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
15	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
16	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
17	MBEHOU Mohamed	Chargé de Cours	En poste
18	MBELE BEDIMA Martin	Chargé de Cours	En poste
19	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
20	NGUEFACK Bertrand	Chargé de Cours	En poste
21	NGUIMTSA Charles	Chargé de Cours	En poste
22	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
23	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
24	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
25	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
26	TIAYA TSAGUE N. Anne- Marie	Chargé de Cours	En poste
27	DJIADEU NGAHA Michel	Assistant	En poste
28	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
29	NIMPA PEFOUKEU Romain	Assistant	En poste
30	TANG AHANDA Barnabé	Assistant	<i>Chef Serv. MINPLAMAT</i>
31	TETSADJIO TCHILEPECK Mesmin Erick	Assistant	En poste

8-DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MB) (13)

1	ETOA François-Xavier	Professeur	Recteur UD/Chef de Département
2	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
3	ESSIA NGANG Jean Justin	Maître de Conférences	<i>Chef de Division recherche IMPM</i>
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
6	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
7	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	ENO Anna Arey	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain Gabriel	Chargé de Cours	En poste
11	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
12	NJIKI BIKOÏ Jacky	Assistant	En poste
13	TCHIKOUA Roger	Assistant	En poste

9-DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PH) (41)

1	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
2	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
3	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
4	TABOD Charles TABOD	Professeur	<i>Doyen/Ubda</i>
5	WOAFO Paul	Professeur	En poste

6	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	<i>Chef de Département</i>
7	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
8	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
9	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	<i>Dir.Gén. B. MEKIM</i>
10	BEN- BOLIE Germain Hubert	Maître de Conférences	En poste
11	DJUIDJE KENMOE Gemaine épouse ALOYEM KAZE	Maître de Conférences	En poste
12	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Maître de Conférences	<i>Chef Dépt UN</i>
13	EYEBE FOU DA Jean Sire	Maître de Conférences	En poste
14	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
15	MBANE BIOUELE	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
16	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
17	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Maître de Conférences	<i>Chef Serv. MINRESI</i>
18	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences	En poste
19	OUMAROU BOUBA	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
20	SAIDOU	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
21	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
22	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
23	BODO Bernard	Chargé de Cours	En poste
24	ENYEGUE A NYAM Françoise épouse BELINGA	Chargé de Cours	En poste
25	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
26	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	En Poste
27	HONA Jacques	Chargé de Cours	En poste
28	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En Poste
29	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
30	NDOP Joseph	Chargé de Cours	En poste
31	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	<i>Dir.acad/Univ.Int.Etat Cam-Congo</i>
32	SIMO Elie	Chargé de Cours	En poste
33	TABI Conrad Bertrand	Chargé de Cours	En poste
34	TCHOFFO Fidèle	Chargé de Cours	En poste
35	VONDOU DERBETINI Appolinaire	Chargé de Cours	En Poste
36	WAKATA née BEYA Annie	Chargé de Cours	<i>Chef Serv. MINESUP</i>
37	WOULACHE Rosalie Laure	Chargé de Cours	En poste

38	ABDOURAHIMI	Assistant	En Poste
39	CHAMANI Roméo	Assistant	En Poste
40	MEL'I Jorelle Larissa	Assistant	En Poste
41	MVOGO Alain	Assistant	En Poste
10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (44)			
1	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
2	BITOM Dieudonné Lucien	Professeur	<i>Doyen / UN</i>
3	NDJIGUI Paul-Désiré	Professeur	<i>Chef de Département CSMM</i>
4	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Maître de Conférences	En poste
5	KAMGANG Pierre	Maître de Conférences	En poste
6	MEDJO EKO Robert	Maître de Conférences	<i>Dir/IUT Bois Mbalmayo</i>
7	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/MINMIDT</i>
8	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Maître de Conférences	En poste
9	NGOS III Simon	Maître de Conférences	<i>D.A.A.C./UM</i>
10	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
11	NKOUMBOU Charles	Maître de Conférences	En poste
12	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
13	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Cellule MINTP</i>
14	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Chargé de Cours	Chef DAARS
15	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	<i>Barage Memve'ele</i>
16	BISSO Dieudonné	Chargé de Cours	<i>Directeur Projet Barage Memve'ele</i>
17	EKOMANE Emile	Chargé de Cours	<i>Délégué Régional/MINMIDT</i>
18	ESSONO Jean	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
19	EYONG John TAKEM	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
20	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
21	GANNO Sylvestre	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
22	GHOGOMU Richard TANWI	Chargé de Cours	<i>Chef de Dépt IMIP/Maroua</i>
23	LAMILLEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
24	MBIDA YEM	Chargé de Cours	<i>CS/LABOGENIE</i>
25	MINYEM Dieudonné	Chargé de Cours	<i>Chef de Dépt IMIP/Maroua</i>
26	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours	En poste
27	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargé de Cours	En poste
28	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargé de Cours	En poste
29	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours	CEA MINRESI
30	NJOM Bernard de Lattre	Chargé de Cours	En poste
31	NYECK Bruno	Chargé de Cours	En poste
32	ONANA Vincent	Chargé de Cours	En poste
33	TCHAKOUNTE Jacqueline ép. NUMBEM	Chargé de cours	<i>CEA MINRESI</i>
34	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Chargé de Cours	En poste
35	ZO'O ZAME Philémon	Chargé de Cours	<i>S.G. MINTP</i>
36	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
37	ANABA ONANA Achille Basile	Assistant	<i>En Poste</i>
38	BINELI BETSI Thierry Olivier	Assistant	<i>En Poste</i>
39	METANG Victor	Assistant	<i>En poste</i>
40	NOMO NEGUE Emmanuel	Assistant	En poste

41	SABABA Elisé	Assistant	En Poste
42	TCHAPTCHET TCHATO De Pesquidoux I	Assistant	En poste
43	TEHNA Nathanaël	Assistant	CS/ MINMIDT

Répartition chiffrée des enseignants permanents par Département (janvier 2017)

Département	Nombre d'enseignants				
	Pr	MC	CC	ASS	Total
BC	5 (1)	8 (3)	16 (9)	14 (6)	40 (19)
BPA	10 (0)	9 (1)	14 (6)	11 (4)	44 (11)
BPV	3 (0)	7 (1)	12 (3)	7 (6)	29 (10)
C.I.	6 (1)	8 (0)	14 (3)	7 (2)	35 (6)
C.O.	9 (0)	10 (3)	12 (3)	2 (0)	33 (6)
IN	3 (1)	2 (0)	7 (0)	18 (4)	30 (5)
MA	3 (0)	6 (0)	17 (1)	7 (0)	33 (1)
MB	1 (0)	4 (1)	6 (2)	2 (0)	13 (3)
PH	8 (0)	10 (1)	18 (2)	5 (2)	41 (4)
ST	3 (0)	10 (1)	20 (4)	10 (0)	44 (5)
Total	51 (3)	73 (11)	136 (33)	83 (24)	339 (70)

Soit un total de:	341 (70) dont
- Professeurs	51 (3)
- Maîtres de Conférences	73 (10)
- Chargés de Cours	136 (33)
- Assistants	83 (24)

Le DOYEN de la faculté des Sciences

Pr AWONO ONANA Charles

DEDICACE

A

- la mémoire de mon père Jérôme MADIAPEVO que son âme repose en paix ;
- l'endroit de la famille MADIAPEVO, mon épouse GUERET YANDO Cynthia et mes enfants MADIAPEVO Noémy Précieux, MADIAPEVO Etervie Guilaina.

REMERCIEMENTS

Dans le cadre de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin ont participé à son aboutissement. Je pense à :

- Pr NOUMI Emmanuel, Maître de Conférences au Département des Sciences Biologiques de l'E.N.S. et directeur de ce mémoire, qui a accepté de diriger ce mémoire de doctorat. J'ai ainsi pu bénéficier de son expérience aiguisée et de ses précieux conseils pour la rédaction de cette thèse ;
- la mémoire du Pr AMOUGOU AKOA, dont les enseignements ont été d'une grande utilité ;
- Pr YOUMBI Emmanuel, Chef de Département et à tous les enseignants du Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé I avec qui j'ai pu bénéficier des connaissances ;
- tous les membres de jury pour avoir accepté d'en faire partie et pour y avoir consacré l'attention indispensable à l'amélioration du document ;
- Dr KITIO Etienne qui m'a reçu dans son laboratoire et qui n'a ménagé aucun effort pour m'accompagner sur le terrain du massif Kala. Je lui témoigne ma profonde gratitude ;
- Dr MAKEMTEU Junelle, dont les remarques et les suggestions ont été précieuses pour l'accomplissement de ce mémoire ;
- ceux qui ont partagé mon quotidien en forêt. Je citerai mes camarades de l'Université de Yaoundé I ;
- mes frères et sœurs pour leurs encouragements, ce mémoire en témoignage de ma profonde affection ;
- mes remerciements s'adressent aussi à l'Ecole Normale Supérieure (ENS) et aux services de l'Herbier National du Cameroun ;
- MADIPEVO Noël et MADIPEVO Jimmy pour leur soutien financier. Leurs aides m'ont été précieuses et j'espère qu'en retour chacun d'eux trouvera satisfaction à ce travail.
- tous mes camarades de promotion, du laboratoire de Biologie pour leurs encouragements dans les moments de faiblesse ;
- tous ceux qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin, à la réalisation de cette œuvre, je leur transmets mes profonds remerciements.

SOMMAIRE

	Pages
LISTE PROTOCOLAIRE.....	ii
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS	ii
DEDICACE.....	xii
REMERCIEMENTS	xiii
SOMMAIRE.....	xiv
LISTE DES TABLEAUX.....	xix
LISTE DES FIGURES.....	xx
LISTE DES ABREVIATIONS	xxi
RESUME.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiv
Chapitre I. GENERALITES	1
I.1. Introduction	2
I.1.1. Contexte de l'étude.....	2
I.1.2. Problématique.....	3
I.1.3. Limites du sujet	4
I.1.4. Hypothèse générale	5
I.1.4.1. Hypothèse de recherche.....	5
I.1.5. Objectifs de l'étude.....	5
I.2. Revue de la littérature.....	6
I.2.1. Dynamisme forestier du massif Kala	6
I.2.2. Typologie des forêts	8
I.2.3. Forêts ombrophiles sempervirentes	10
I.2.4. Forêts tropophiles	11
I.2.5. Etude écologique et floristique de la végétation.....	12
I.2.6. Définition des variables et leurs modalités.....	13
I.2.6.1. Variable dépendante (VD).....	14
I.2.6.2. Variable indépendante (VI)	14
I.2.6.3. Variable de contrôle (VC)	14
I.2.7. Elaboration des hypothèses	15
Chapitre II. MATERIEL ET METHODES.....	16
Chapitre II. MATERIEL ET METHODES	17
II.1. Délimitation de l'étude	17
II.2. Choix du site de l'étude.....	17
II.3. Présentation du site d'étude.....	18

II.3.1. Situation géographique	18
II.3.2. Géologie	20
II.3.3. Climatologie	21
II.3.3.1. Pluviosité.....	22
II.3.3.2. Environnement climatique	22
II.3.3.3. Température	23
II.3.3.4. Humidité atmosphérique	23
II.3.3.5. Nébulosité et brouillard.....	24
II.3.3.6. Vents.....	25
II.3.3.7. Continentalité relative	26
II.3.3.8. Rôle du massif.....	26
II.3.3.9. Synthèse des données climatiques	27
II.4. Méthodologie.....	27
II.4.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala.....	27
II.4.1.1. Echantillonnage floristique	28
II.4.1.1.1. Opération du layonnage.....	28
II.4.1.1.2. Collecte des données	29
II.4.1.1.3. Identification botanique.....	29
II.4.1.2. Analyse des caractéristiques de la flore du massif kala	30
II.4.1.2.1. Spectres physiologiques	30
II.4.1.2.1.1.Types biologiques (TB).....	30
II.4.1.2.1.2.Types de diaspores (TD)	31
II.4.1.2.1.3.Types de dimensions foliaires (TF).....	32
II.4.1.2.1.4.Groupes écosociologiques	32
II.4.1.2.1.4.1. Classe des <i>Strombosio-parinarietea</i> Lebrun et Gilbert 1954.....	32
II.4.1.2.1.4.2. Classe des <i>Musango-Terminalietea</i> Lebrun et Gilbert 1954.....	33
II.4.1.2.1.4.3. Classe des <i>Mitragynetea</i> Schmitz 1963.....	33
II.4.1.2.1.4.4. Classe des <i>Ruderali-Manihotetea</i> Emed. Hoff et Brisse 1983.....	33
II.4.1.2.1.4.5. Classe des <i>Phragmitetea</i> Tüxen et Preising 1942.....	33
II.4.1.2.1.4.6. Classe des <i>Pycnanthetea</i> Schnell 1952.....	34
II.4.1.2.1.4.7. Classe des <i>Soncho-Bidentetea pilosi</i> Hoff, Brisse et Grandjouan 1985.....	34
II.4.1.2.1.4.8. Classe des <i>Hyparrhenietea</i> Schmitz 1963	34
II.4.1.2.1.4.9. Classe des <i>Oleo-Podocarpetea</i> Schmitz 1988.....	34
II.4.1.3. Etude de la structure des ligneux de la forêt du massif Kala	34
II.4.1.3.1. Densité des espèces	35
II.4.1.3.2. Coefficient de similitude de Sorensen (1948).....	35
II.4.1.3.3. Recouvrement.....	35

II.4.1.3.4. Distribution des espèces en classe de diamètres.....	35
II.4.1.3.5. Classification morphologique des espèces	36
II.4.1.3.6. Analyse floristique des données	37
II.4.1.3.6.1. Diversité floristique	37
II.4.1.3.6.2. Fréquence	37
II.4.1.3.6.3. Abondance.....	37
II.4.1.3.6.4. Dominance.....	38
II.4.1.3.6.5. Richesse spécifique	38
II.4.1.3.6.6. Diversité spécifique	38
II.4.1.3.6.6.1. Indice de SHANNON	38
II.4.1.3.6.6.2. Indice d'équitabilité de PIELOU	39
II.4.1.3.6.6.3. Indice de SIMPSON	39
II.4.1.3.6.6.4. Indice de diversité de Hill.....	39
II.4.1.3.6.6.5. Indice de Régularité.....	40
II.4.1.3.6.6.6. Diversité générique.....	40
II.4.1.3.6.6.7. Indice de CURTIS et Mc INTOCH.....	40
II.4.1.3.6.6.8. Indice de Margalef.....	41
II.4.1.4. Courbe aire-espèces cumulées	41
II.4.2. Caractérisation des groupements végétaux de la forêt Kala.....	43
II.4.2.1. Méthode d'analyse multivariée	43
II.4.2.2. Détermination des groupements végétaux et Cluster analysis (dendrogrammes)	43
II.4.2.3. Caractérisation des groupements végétaux	44
II.4.3. Description des nouveaux syntaxons éventuels au niveau du massif Kala	45
II.4.3.1. Distribution phytogéographique.....	45
II.4.3.1.1. Espèces à large distribution phytogéographique	45
II.4.3.1.2. Espèces de liaison.....	46
II.4.3.1.3. Espèces guinéennes	46
II.4.3.2. Affinités altitudinales des espèces ou types d'habitat.....	47
Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSION	48
Chapitre III. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	49
III.1. Résultats	49
III.1.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala	49
III.1.1.1. Présentation de la flore.....	49
III.1.1.2. Echantillonnage des espèces de la classe de diamètre $1 \leq dbh < 10$ cm sur 5,25 ha .	50
III.1.1.3. Echantillonnage ($dbh > 10$ cm) sur 5,25 ha	51
III.1.1.3.1. Structure	51
III.1.1.3.2. Distribution des espèces de la classe de diamètre $10 \leq dbh < 30$ cm.....	52

III.1.1.3.3. Distribution des espèces de la classe de diamètre $30 \leq dbh < 70$ cm.....	52
III.1.1.3.4. Distribution des espèces de la classe de diamètre $70 \leq dbh < 140$ cm.....	53
III.1.1.4. Composition floristique.....	53
III.1.1.4.1. Diversité des familles	53
III.1.1.4.2. Diversité des espèces	55
III.1.1.4.3. Diversité des genres.....	56
III.1.1.5. Caractéristiques synthétiques de la flore.....	56
III.1.1.5.1. Type biologique.....	56
III.1.1.5.2. Type de dimension foliaire.....	57
III.1.1.5.3. Type de diaspores	58
III.1.1.5.4. Unité écosociologique	58
III.1.1.6. Etude de la structure des ligneux de la forêt du massif Kala	59
III.1.1.6.1. Densité des espèces	59
III.1.1.6.2. Indices de diversité	59
III.1.1.6.3. Classification morphologique des espèces	60
III.1.1.6.4. Distribution phytogéographique.....	61
III.1.1.6.5. Variation altitudinale	62
III.1.2. Caractérisation des groupements végétaux de la forêt Kala.....	63
III.1.2.1. Détermination des groupements végétaux	63
III.1.2.2. Déterminisme écologique des groupements végétaux individualisés.....	64
III.1.2.3. Diversité biologique des groupements végétaux	65
III.1.2.4. Identification des groupes écosociologiques.....	66
III.1.3. Description de l'association submontagnarde à <i>Garcinia</i> spp. et <i>Aulacocalys</i> spp. de la pente abrupte de Nord-Est de Nkol byon	71
III.1.3.1. Définition	71
III.1.3.2. Composition floristique.....	71
III.1.3.3. Description des espèces de l'association.....	74
III.1.3.4. Structure verticale et physionomie.....	76
III.1.3.5. Etude des spectres	77
III.1.3.5.1. Spectres biologiques.....	77
III.1.3.5.2. Spectres des types de diaspores	77
III.1.3.5.3. Spectres des types de dimension foliaires	78
III.1.3.5.4. Spectre phytogéographique	78
III.1.3.5.5. Spectres des affinités altitudinales	79
III.1.3.5.6. Spectres des unités écosociologiques	80
III.2. Discussion.....	81
III.2.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala.....	81

III.2.1.1.Diversité spécifique.....	81
III.2.1.2.Diversité générique	84
III.2.1.3.Diversité des familles	85
III.2.2. Etude des groupements.....	87
III.2.3. Position phytosociologique et distribution de l'association à <i>Garcinia</i> spp. et <i>Aulacocalyx</i> spp. : <i>Garcinio-aulacocalysetum</i> ass. nov.	91
Chapitre IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	93
IV.1. Conclusion.....	94
IV.2. Perspectives	95
BIBLIOGRAPHIE	96
ANNEXE.....	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les variables avec leurs indicateurs et modalités.....	14
Tableau II : Moyennes mensuelles des précipitations, température et indices d'aridité	22
Tableau III : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle à Yaoundé.....	23
Tableau IV : Variation de l'humidité relative moyenne journalière à Yaoundé	23
Tableau V : Variation de la nébulosité au cours de l'année 2005	24
Tableau VI : Les différentes classes de diamètres.....	36
Tableau VII : Classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint.	36
Tableau VIII: Système de classification CEPS	45
Tableau IX : Nombre des espèces, genres et familles des types morphologiques.	50
Tableau X : Synthèse des 10 familles les plus abondantes de chaque paramètre relatif	53
Tableau XI : Synthèse des 10 espèces les plus abondantes de chaque paramètre relatif	55
Tableau XII : Spectre des groupes phytosociologiques.....	58
Tableau XIII : Synthèse des données floristiques du massif Kala.	59
Tableau XIV : Les valeurs des indices de diversité biologique	60
Tableau XV. Indices de diversité biologique des groupements végétaux dans la forêt Kala.	66
Tableau XVI. Valeurs de similarité de Sørensen	66
Tableau XVII : Test d'homogénéité cumulé	68
Tableau XVIII : Quelques espèces caractéristiques de la classe des <i>Erythrophleetea africana</i> Schmitz 1963 présentes sur le massif Kala.	70
Tableau XIX. Composition floristique globale de l'association	71
Tableau XX : Spectres des types biologiques	77
Tableau XXI : Spectres des types de diaspores	78
Tableau XXII : Spectres des types de dimension foliaires	78
Tableau XXIII : Spectres des groupes phytogéographiques	79
Tableau XXIV : Spectre des affinités altitudinales	80
Tableau XXV : Spectres des unités phytosociologiques.	81
Tableau XXVI : Indice de diversité dans quelques sites d'Afrique.	83
Tableau XXVII : Indices taxonomiques de quelques sites d'Afrique tropicale.	83
Tableau XXVIII : Nombre d'espèces de genres et valeurs du quotient spécifique dans quelques sites d'Afrique.	84
Tableau XXIX : Représentation des genres dans le cortège floristique.	85
Tableau XXX : Diversité spécifique des familles les plus représentées dans quelques sites en Afrique.	86

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Forêt néphéliophile de Kala.	17
Fig. 2. Carte de la localisation géographique du site d'étude.	18
Fig. 3. Localisation du massif Kala et ses principaux sommets.	19
Fig. 4. Bloc de rocher au sommet du massif Kala.	21
Fig. 5. Diagramme ombro-thermique.	23
Fig. 6. Une vue de la diversité biologique des groupements végétaux de Kala.	25
Fig. 7. Dispositif d'inventaire des espèces végétales.	29
Fig. 8. Diversité spécifique de quelques familles recensées.	49
Fig. 9. Courbes de distribution des individus à $1 < dbh < 10$ cm et $dbh > 10$ cm.	51
Fig. 10. Graphe de distribution des individus par classe de diamètre.	52
Fig. 11. Composition des 3 facteurs composant les FIV des 10 familles les plus importantes.	54
Fig. 12. Répartition des différentes espèces par type biologique.	57
Fig. 13. Répartition des différentes espèces par type foliaire.	57
Fig. 14. Répartition des espèces par type de diaspores.	58
Fig. 15. Répartition des espèces par type phytogéographique.	62
Fig. 16. Répartition des espèces suivant les variations altitudinales.	63
Fig. 17. Disposition des 3 groupements individualisés de la forêt Kala sur un dendrogramme.	64
Fig. 18. Représentation de la répartition des groupements végétaux dans le plan des axes 1 et 2 de la DCA.	64
Fig. 19. Groupement de forêt ombrophile submontagnarde.	67
Fig. 20. Forêt éclaircie (trophophile) de Nkol nlong.	67
Fig. 21. Courbe aire-espèces cumulées sur une surface de 5,25 ha de la forêt trophophile de Nkol nlong.	68
Fig. 22. Coloration très vive des jeunes organes foliaires.	69
Fig. 23. Forêt secondaire issue de la dégradation de la forêt ombrophile submontagnarde.	70
Fig. 24. Courbe aire-espèces cumulées sur un relevé de 3,75 ha dans la forêt trophophile submontagnarde de Nkol nlong comparativement à 7 autres courbes aires-espèces cumulées des forêts de l'Afrique centrale atlantique.	89

LISTE DES ABREVIATIONS

AFC: Analyse Factorielle de Correspondance
CEPS: Central European Phytosociology
CHA: Classification Hiérachique Ascendante
DCA: Detrended Correspondance Analysis
FIT: Front InterTropical
FIV: Family Importance Value
IVI: Importance Value Index
MVPS: Multi-Variate Statistical Package
NE-SO : Nord Est-Sud-Ouest
RM : Recouvrement Moyen
SO-NE : Sud-Ouest- Nord Est
Twinspan: Two Way Indicator Species Analysis
UPGMA: Unweighted Pair Group Method of Agregation
ZFH: Zone de Forêt Humide

RESUME

L'objectif principal de cette étude menée entre décembre et avril 2015 est de décrire la biodiversité et l'hétérogénéité spatiale de la végétation de la forêt submontagnarde du Massif Kala au Cameroun à travers l'identification et la caractérisation de la flore et des groupements végétaux en présence. Cette étude met également en évidence l'organisation sociologique de la végétation de la forêt et contribue à élargir les connaissances phytosociologiques qui restent encore élémentaires sur la végétation des écosystèmes forestiers des hautes terres du Cameroun. Les relevés sont faits par placeaux de 100 m x 25 (2500 m²) et les listes des ensembles spécifiques des individus dont le diamètre est supérieur ou égal à 1 cm, et de ceux dont le diamètre à hauteur de poitrine (dhp) \geq 10 cm, sont établies. Les analyses sont basées sur les données issues de 21 relevés phytosociologiques, réalisés à travers les faciès de la végétation du massif Kala.

Cet inventaire a permis de recenser 4519 individus à dbh \geq 1 cm dbh regroupés en 211 espèces, 154 genres et 46 familles différentes. La diversité spécifique appréciée grâce aux calculs donne les indices de Shannon (ISH = 6,88 bits), de Simpson (D = 0,01) et d'équitabilité de Pielou (EQ = 0,89) et l'indice générique (IG = 1,38).

Les 10 familles dont les valeurs de « Family Importance Value » élevées sont *Leguminosae* (32,65), *Clusiaceae* (23,88), *Sterculiaceae* (22,74), *Annonaceae* (21,72), *Meliaceae* (20,70), *Rubiaceae* (20,28), *Euphorbiaceae* (20,26), *Myristicaceae* (14,03), *Burseraceae* (12,87), *Apocynaceae* (12,31).

Les 10 espèces qui ont les valeurs de « Importance Value Index » élevées sont *Allanblackia gabonensis* (16,30), *Anonidium mannii* (09,29), *Santiria trimera* (09,20), *Tabernaemontana crassa* (08,14), *Pycnanthus angolensis* (07,58), *Coelocaryon preussii* (06,36), *Aulacocalyx jasmiflora* (05,45), *Cola attiensis* (05,15), *Cola ballayi* (04,82), *Cola verticillata* (04,80).

Les analyses des spectres écologiques ont révélé une large prédominance des mésophanérophyles (57,55 %) dans le spectre de types biologiques, des sarcochores (60,38 %) dans le type des diaspores, des mésophylles (82,55 %) dans le type foliaire et des espèces guinéo-congolaises (76,42 %) dans le spectre phytogéographique.

Sur la base de la partition des relevés par Detrended Correspondance Analysis et une Classification Hiérarchique Ascendante, trois groupements végétaux ont été respectivement individualisés, caractérisés et classés dans les syntaxons supérieurs (classe, ordre et alliance). Dans la forêt du massif Kala, la typologie de la végétation obéit à un gradient d'humidité et d'anthropisation et l'effet lisière marque nettement la diversité biologique des trois

groupements végétaux. La classe de *Strombosio-Parinarietea* Lebon & Gilbert 1954 du groupement des forêts ombrophiles guinéennes. Elle représente la forêt vierge à *Garcinia* et *Aulacocalyx*, de la pente abrupte du versant nord-est du sommet Nkol byon. Sa description en fait un groupement individualisable d'une association nouvelle : le *Garcinio-Aulacocalysetum* as. nov. La classe des *Erythrophleetea africana* Schmitz 1963 des forêts tropophiles guinéennes et soudano-zambéziennes. Elle est représentée par des espèces caractéristiques comme *Brachystegia cynemetroides*, *Brachystegia laurentii*, *Erythrophleum ivorense*, *Uapaca esculenta*, *Julbernarda pellegriniana* (*Paraberlinia bifoliolata* Pellegr). La classe des *Musango-Terminalietea* Lebon & Gilbert 1954 des forêts secondaires du groupe de liaison guinéo-malgache avec une large pénétration soudano-zambéziène avec entre autres *Pycnanthus angolensis*, *Anthocleista schweinfurthii*.

L'importance du genre *Cola* et de la famille des *Leguminosae* fait de cette forêt submontagnarde : « une forêt à *Cola* et *leguminosae* ». Les groupements végétaux individualisés expliquent l'hétérogénéité spatiale de la forêt submontagnarde du massif Kala.

Mots-clés : Massif Kala, Forêt submontagnarde, Diversité biologique, Hétérogénéité spatiale, Anthropisation.

ABSTRACT

This survey which took place between December and April 2015 had as main objective to describe the floristic diversity, structure and spatial heterogeneity of the vegetation of the submountainous forest of the Kala Massif in Cameroon. This was realised through the identification and characterization of the flora and the plant communities. This study also highlights and broadens the phytosociological knowledge on highland forest ecosystems in Cameroon which is still elementary. A total of 21 surveys each made of 100 m x 25 plots (2500m²) and species lists were established for all individuals with diameters ≥ 1 cm and for those with a breast height diameter (dbh) ≥ 10 cm.

A total of 4519 individuals with dbh ≥ 1 cm were censused, belonging to 211 species, 154 genera and 46 families. The specific diversity of the forests was thus: Shannon = 6.89; Simpson = 0.01; equitability of Pielou = 0.89 and the generic diversity = 1.38.

The 10 most important plant families according to the Family Importance Value were *Leguminosae* (32.65), *Clusiaceae* (23.88), *Sterculiaceae* (22.74), *Annonaceae* (21.72), *Meliaceae* (20.70), *Rubiaceae* (20.28), *Euphorbiaceae* (20.26), *Myristicaceae* (14.03), *Burseraceae* (12.87) and *Apocynaceae* (12.31).

Considering the Importance Value Index, the ten most important species were *Allanblackia gabonensis* (16.30), *Anonidium mannii* (09.29), *Santiria trimera* (09.20), *Tabernaemontana crassa* (08.14), *Pycnanthus angolensis* (07.58), *Coelocaryon preussii* (06.36), *Aulacocalyx jasmiflora* (05.45), *Cola attiensis* (05.15), *Cola ballayi* (04.82) and *Cola verticillata* (04.80).

The analyses of the ecological or spectra revealed a predominance of mesophanerophytes (57.55%) in the biological spectra, of sarcochorie (60.38%), of mesophyllie (82.55%) and of Guinea – Congolese species (76.42%) in the phytogeographical spectra.

Discrimination groups on the basis of statements by partition Detrended Correspondence Analysis and Ascending Hierarchical Classification was divided into three subsets. The subset of the low and medium altitudes forest ascending to the submontane, the subset of the submontane forest on softened slope and the subset of the submontane forest on steep slope which form the new association that is the *Garcinia-Aulacocalysetum*.

The importance of kind *Cola* and family of *Leguminosae* made this submountainous forest: « a forest at *Cola* and *Leguminosae* ».

Keywords. Kala massif, Submontaneous, Biology diversity, Spatial heterogeneous, Anthropization.

Chapitre I. GENERALITES

CHAPITRE I. GENERALITES

I.1. Introduction

I.1.1. Contexte de l'étude

La forêt tropicale humide centrafricaine couvre 280 millions d'hectares et est la plus grande forêt de ce type existant au monde, après celle de l'Amazonie (Talbot, 1993; FAO, 1995). A l'intérieur de cette région, la zone de forêt humide (ZFH) du Cameroun, qui couvre 26 millions d'hectares, contient des écosystèmes qui sont parmi les plus diversifiés d'Afrique (Alpert, 1993). Sur le plan altitudinal, ces forêts sont classées en forêts de basse et moyenne altitudes, forêts submontagnardes et forêts montagnardes (Letouzey, 1985). En outre, le Cameroun présente une topographie irrégulière constituée des plaines, plateaux et montagnes.

Au Cameroun, comme dans beaucoup d'autres pays tropicaux, les 20 dernières années ont été marquées par des taux élevés de déforestation et de dégradation des forêts, résultant de la combinaison de plusieurs facteurs liés à l'expansion de l'agriculture, à la croissance démographique et aux activités de développement en général (Talbot, 1993; FAO, 1995; Oyono, 1997). A côté de l'action de l'homme, le changement climatique joue un rôle majeur en influençant la distribution et la constitution des écosystèmes et provoquant l'érosion des sols (Walther *et al.*, 2002 ; Thomas *et al.*, 2004 ; Schröter *et al.*, 2005 ; Thuiller *et al.*, 2006).

Le milieu naturel forestier est en pleine régression dans le monde. Dans la plupart des cas pour les forêts de basse et moyenne altitude, cette régression est due à l'exploitation forestière à travers l'extraction du bois d'œuvre et l'agriculture. Pour le milieu altitudinal, l'agriculture et l'élevage sont en grande partie à l'origine de cette régression. Dans le massif de Kala, la superficie du secteur forestier est en parfaite diminution. En effet, le massif renferme une végétation de haute altitude aux alentours de 1000 m, une zone de transition que l'on peut à la suite de Letouzey (1968) qualifier d'étage submontagnard (Achoundoung, 1996).

Le milieu altitudinal est un milieu très mixte où se développent divers types de végétations. Ces types de végétations varient d'une zone géographique à l'autre. La protection des milieux naturels revêt un certain nombre de préalables parmi lesquels la connaissance de :

- différents types de végétation rattachés à ces milieux ;
- la diversité biologique de ces types de végétation ;
- dynamisme écologique de ce milieu vivant.

Dans le cas spécifique du massif de Kala, il est intéressant, dans le cadre de la planification environnementale et de la gestion de l'espace, d'inventorier et de décrire les différents types de végétations ainsi que la biodiversité qui s'y développe avec les types de végétation concernés.

La conservation de la biodiversité constitue un véritable enjeu auquel le Cameroun s'est engagé à travers divers traités internationaux, des débats assurant la confrontation des idées, dont celles que les scientifiques doivent apporter, grâce à une connaissance mais jamais achevée de la diversité. C'est dans cette optique que la présente étude est envisagée. Elle vise à étudier les ligneux de la forêt submontagnarde du massif Kala (1156 m) et à montrer l'originalité de la végétation submontagnarde du massif Kala.

Les relevés sont faits par placeaux de 0,25 hectare. Les ligneux à dbh \geq 1 cm sont dénombrés. Les résultats sont analysés en utilisant le programme Excel et discutés par comparaison avec ceux d'autres travaux faits dans la zone guinéenne. Pour cette étude, le plan suivant a été adopté :

- Chapitre I : Généralités ;
- Chapitre II : Matériel et Méthodes ;
- Chapitre III : Résultats et discussion ;

Chapitre IV : Conclusion et perspectives.

I.1.2. Problématique

Une formation végétale est un groupement de plantes rassemblées par l'attraction non réciproque qu'exercent sur eux les divers facteurs du milieu (Noumi, 2008). L'intitulé de théorie hypothético-déductive de la recherche en Botanique-Ecologie est libellé comme suit : « percevoir une formation végétale comme un groupement d'êtres vivants rassemblés par l'attraction non réciproque qu'exercent sur eux les divers facteurs du milieu et établir les relations espèce-végétales-milieu de vie ». La relation entre une espèce végétale et le milieu de vie ou biotope est une relation de dépendance créant des ensembles ou groupements végétaux dans lesquels l'espèce caractéristique matérialiserait un groupement phytogéographique ou phytosociologique. Celle-ci établit les ensembles spécifiques qui caractérisent une végétation donnée. Placés dans les séries évolutives, ces groupements forment des épisodes qui permettent « d'introduire les séquences dans une succession et de développer la dynamique forestière avant le stade actuel ». C'est un des objectifs majeurs de cette étude. Cette théorie postulée par Noumi (2008) a permis de tracer :

- les formations végétales climaciques au stade actuel (Noumi, 1998 ;Noumi, 2012, Tchoua et Noumi, 2016) ;
- les successions végétales (Makemteu et Noumi, 2015) ;
- les formations syngénétiques (Noumi et Tagne, 2016).

La philosophie qui est l'étude rationnelle de la pensée humaine, menée du double point de vue de la connaissance et de l'action est : établir à partir des données les espèces caractéristiques des groupements, organiser chronologiquement ces groupements en série évolutives et tracer la dynamique de la formation végétale avant le stade actuel.

Face aux limites sus-évoquées, il est évident qu'un certain nombre de préoccupations soient signifiées. C'est ainsi que nous voulons corriger l'insuffisance dans la connaissance du secteur forestier de Kala par une description de la flore au niveau des indices de la biodiversité et des différentes valeurs quantitatives de la structure, ainsi que les types de végétation de ce secteur. De cette nouvelle approche, découle le questionnement suivant :

- le massif Kala, à la limite supérieure de l'étage de basse et moyenne altitude, renferme-t-il une biodiversité caractéristique et des groupements végétaux significatifs de l'étage submontagnard ?
- peut-on observer un effet d'élévation de masse de Van Steenis (1935) sur le massif Kala par rapport à un sommet isolé comme le mont Messa, dans le centre-ville de Yaoundé ?
- les éléments de la flore pourront-ils nous permettre de parler de formations végétales en succession ou climaciques ?

I.1.3. Limites du sujet

Par rapport aux résultats obtenus des études antérieures, il se dégage fréquemment des perspectives de recherches qui devraient être entreprises dans un proche avenir. Les démembrements de la thématique étudiée ont été faits dans la problématique ci-dessus. Ne pouvant couvrir tous ses aspects dans cette étude, nous avons envisagé limiter notre investigation à la première question suivante : le massif Kala, à la limite supérieure de l'étage de basse et moyenne altitudes, renferme-t-il une biodiversité caractéristique et des groupements végétaux significatifs ?

I.1.4. Hypothèse générale

Pour assurer la cohérence et donner une orientation définitive au présent travail, il faut dès le départ émettre une hypothèse présentant des conséquences vérifiables. L'hypothèse générale, ou ligne directrice de la recherche est la suivante : la diversité biologique dans les écosystèmes le long du gradient altitudinal peut faire apparaître à 800-1800 m, des espèces végétales qui s'érigent en caractéristiques des groupements végétaux.

I.1.4.1. Hypothèse de recherche

L'hypothèse de recherche est une explication provisoire d'une relation fonctionnelle ou supposition qui est avancée pour guider une investigation. Elle permet d'éclairer l'hypothèse générale. Les hypothèses de recherche relatives au présent travail sont les suivantes :

Hypothèse 1 : Des fortes proportions de genres et d'espèces qui existent déjà en forêt de basse et moyenne altitudes, mais qui n'atteignent pas l'étage supérieur, peuvent former dans l'étage submontagnard des caractéristiques de groupements individualisables de forêt submontagnarde.

Hypothèse 2 : L'absence totale ou notable de plusieurs familles de basse et moyenne altitudes peut donner l'occasion à la flore submontagnarde présente, de s'épanouir et s'ériger en caractéristiques de groupements individualisables de forêt submontagnarde.

Hypothèse 3 : L'apparition des genres souvent représentés par des espèces particulières, voire de nombreuses espèces, dans la zone des nuages et des brumes (néphélophilie) est susceptible de faire apparaître des espèces caractéristiques de groupements individualisables de forêt submontagnarde.

Hypothèse 4 : Les plantes plus ou moins inféodées aux milieux saxicole, palustre, ripicole, aquatique en biotope hygro-mésotherme, peuvent faire ressortir des espèces caractéristiques des groupements individualisables de forêt submontagnarde.

I.1.5. Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette étude est d'analyser la biodiversité et l'hétérogénéité spatiale de la végétation de la forêt du massif Kala. Les objectifs spécifiques sont entre autres :

- de caractériser la diversité de la flore ligneuse du massif Kala ;
- de caractériser les groupements végétaux de la forêt du massif Kala ;
- décrire des nouveaux syntaxons éventuels au niveau du massif Kala.

I.2. Revue de la littérature

Pour une meilleure compréhension des idées développées, la revue de littérature est articulée autour des concepts clés.

I.2.1. Dynamisme forestier du massif Kala

La littérature consultée dans le cadre de cette étude aborde la dynamique forestière sous deux aspects à savoir la dynamique des peuplements forestiers. L'un des phénomènes dynamiques le plus évident à l'échelle de la parcelle est le chablis, ou la chute d'un ou plusieurs arbres. Après la création d'un chablis, la surface affectée se reconstitue progressivement en passant par des phases successives d'évolution, dites phases sylvigénétiques (Oldeman, 1990). En réalité, les mécanismes de fermeture de la trouée vont dépendre de la taille de celle-ci. Pour les petites trouées (inférieures à 200 m²), ce sont les individus déjà présents au moment de la chute (ou leurs descendants) qui vont effectuer le comblement. Il n'y a généralement pas intervention d'espèces héliophiles. Lorsque les trouées sont plus importantes (plusieurs centaines à quelques milliers de m²), les modifications des conditions locales sont également plus importantes. Dans ce cas, des espèces héliophiles assurent les premiers stades du comblement. Souvent, ces espèces sont déjà présentes à l'état de graines en attente dans le sol. L'importance relative des espèces héliophiles varie avec la surface de la trouée. La généralisation de cette vision conduit à considérer l'ensemble de la forêt comme une mosaïque d'écounités à des stades différents de leur évolution dynamique. Le pourcentage des différentes phases a également été calculé pour mesurer le "turn over" de la formation (Torquebiau, 1981). Le chablis est considéré dans cette vision comme le moteur exclusif de la sylvigénèse.

La dynamique forestière ne passe pas uniquement par le phénomène de chablis (Pascal, 2003). Près d'un grand arbre sur deux meurt sur pied (Durieu, 1993). L'ouverture du peuplement entraînée par sa disparition est parfois minime. L'arbre est simplement remplacé à terme par son voisin immédiat. C'est le phénomène de substitution (Pascal, 1995, 2003). S'il n'y a pas de voisins dans un rayon de 2 à 3 mètres, les arbres les plus proches développent des branches pour occuper l'espace libéré. D'autres mécanismes plus complexes apparaissent dans les zones plates ou à pentes faibles. Chaque grand arbre organise avec le temps son voisinage en tenant à distance ses voisins. Le résultat de ce processus donne une régularité significative de la distribution spatiale des grands arbres (Pascal, 1995, 2003 ; Pélissier, 1997 ; Pascal, 2003). Il serait aussi nécessaire de tenir compte du rôle de la multiplication végétative,

peu visible en forêt pour les non-spécialistes, mais qui concerne près du quart des espèces (Pascal, 2003). Les différents processus impliqués dans la dynamique forestière ne sont pas équiprobables (Pascal, 2003). Leurs fréquences relatives varient en fonction de la topographie, du type de sol, des conditions du drainage, de l'exposition au vent, etc. Les processus de reconstitution de la forêt sont variables, mais ils font en général intervenir des espèces héliophiles et même le plus souvent des pionnières (Pascal, 2003). On assiste dans certains cas à de véritables successions secondaires avec succession d'espèces aux tempéraments différents : pionnières, héliophiles post-pionnières, semi-tolérantes à l'ombre, sciaphiles (Pascal, 2003). Il peut arriver que la forêt n'ait pas fini de se régénérer avant qu'un nouvel accident intervienne. C'est le cas extrême des îles Salomon où la forêt est maintenue dans un état perpétuel de régénération par le passage trop rapproché des cyclones (Whitmore, 1974). Ces phénomènes constituent un troisième niveau dynamique qui interagit avec les deux précédents. À cette complexité, il faut encore ajouter celle liée aux différences des dynamiques spatiales propres à chaque espèce et les ajustements progressifs de l'écosystème aux changements climatiques à savoir l'avancée ou le recul de la forêt, la modification de la composition floristique, etc. Ces ajustements s'effectuent à une échelle de temps beaucoup plus longue d'où la difficulté de l'observation de la dynamique forestière à l'échelle humaine. C'est la raison pour laquelle de nombreuses équipes se sont investies dans la modélisation de la dynamique forestière qui permet, en simplifiant l'écosystème, d'explorer les effets de tel ou tel mécanisme en maintenant les autres constants, ou encore d'en simuler les interactions, dont les résultantes sont le plus souvent imprévisibles sans cela (Pascal, 2003).

Les changements d'utilisation des terres font parties des phénomènes des changements globaux responsables de l'érosion de la biodiversité dans le monde (Loreau, 2005, Momo, 2009). Ces modifications des paysages ont un impact plus grand sur la biodiversité que les changements climatiques, les dépôts atmosphériques d'azote et les échanges biotiques (Sala et *al.*, 2000). Les forêts tropicales humides figurent parmi les écosystèmes de la planète les plus touchés par la conversion des espaces forestiers en terres agricoles (Achard et *al.*, 2002), notamment en Afrique (Lepers et *al.*, 2005; Mayaux et *al.*, 2005). Les causes des changements d'utilisation du sol et de la déforestation sont complexes et variés à travers le monde (Geist et Lambin, 2002 ; Momo, 2009). Le Cameroun, est caractérisé par une grande diversité de paysages, de climats et d'écosystèmes. Les formations végétales d'altitude s'échelonnent en général le long de la bordure occidentale du territoire et se retrouvent

en majorité sur la « ligne volcanique du Cameroun », qui fait partie des 25 « biodiversity hotspots » identifiés comme zones prioritaires de conservation à l'échelle mondiale (Myers *et al.*, 2000). Cette vaste chaîne, qui est la plus importante de la côte ouest africaine, comprend deux parties : l'une océanique et l'autre continentale (Ngoufo, 1988). Malgré la protection naturelle qu'offrent l'altitude et la pente, le couvert forestier n'a cessé de décroître. Les surfaces déboisées ont été continuellement remplacées par des cultures ou des savanes. L'homme a également profondément modifié les processus de dispersion des espèces en réduisant l'endozoochorie, autrefois assurée par les oiseaux dont l'habitat naturel se réduit et les grands mammifères sauvages chassés et quasiment disparus en augmentant l'épizoochorie par les nombreux troupeaux d'animaux domestiques laissés en libre pâturage dans les forêts (Momo, 2009).

I.2.2. Typologie des forêts

Les montagnes Camerounaises forment un archipel qui se rattache aisément au point de vue floristique, aux autres archipels montagnards de l'Afrique occidentale et orientale (Schnell, 1952). Tous ces archipels comportent des taxa endémiques à l'échelle du genre et de famille identiques à des taxa connus seulement en région tempérée ; les espèces endémiques rencontrées dans ces archipels sont également voisines des espèces des régions tempérées, voir même identiques (Schnell, 1952).

L'étage submontagnard au Cameroun appartient à la région guinéo-congolaise selon les grandes régions phytogéographiques. La limite septentrionale de cette région peut être définie par une ligne s'étirant de la latitude 6°30' vers l'Ouest à la latitude 5° vers l'Est. En altitude, la limite de la région guinéo-congolaise se situe entre 1800 et 2200 m. Cette région englobe essentiellement les savanes péri forestières, les forêts denses humides et également les forêts submontagnardes entre 800-1200 m et 1800-2200 m. l'étage submontagnard intéresse les massifs suivants : mont Cameroun (4100 m), mont Oku (3011 m), mont Bamboutos (2740 m), mont Tchabal Mbabo (2460m), mont Manengouba (2396 m) et mont Tabenken (2222 m) (Letouzey, 1985). Le massif Kala (1156 m) étant belle et bien concernée.

Presque partout, les dégradations dues à l'homme sont considérables. Ces dégradations contribuent à perturber la continuité entre les savanes péri forestières d'altitude et les forêts submontagnardes. En dépit des disparités et ces dégradations, il subsiste encore suffisamment d'îlots parfois assez étendus de ces forêts submontagnardes pour que l'on puisse les étudier assez aisément. Elles diffèrent des

forêts montagnardes par son caractère nettement néphélophile. Physiologiquement, les forêts submontagnardes sont caractérisées par la taille des arbres comprise entre 20 et 30 m et plus, les cimes toujours vertes étagées sur pente, les feuilles des arbres et arbustes à limbe développé. Floristiquement, la délimitation entre la forêt de basse et moyenne altitudes et la forêt submontagnarde d'une part, et entre la forêt submontagnarde et la forêt montagnarde d'autre part, n'est pas toujours aisée. On note dans la forêt submontagnarde, une forte proportion de genres et d'espèces qui existent déjà en forêt de basse et moyenne altitudes mais qui n'atteignent pas l'étagement montagnard compte tenu de la répartition altitudinale plus ou moins large de certaines espèces et également de l'ignorance des optima écologiques. On peut également rencontrer des espèces considérées comme montagnardes dans l'étage submontagnard, tout comme on peut rencontrer les espèces considérées comme submontagnardes dans l'étage montagnard. Ainsi, on peut remarquer que la forêt submontagnarde présente au point de vue floristique, quatre (04) particularités notables (Letouzey, 1985) :

- la forte proportion de genres et d'espèces qui existent déjà dans la forêt de basse et moyenne altitude ;
- l'absence notable de plusieurs familles très bien représentées en plaine ou en moyenne altitude au-dessus de 1000 m, et surtout les *Caesalpinaceae* représentées par quelques espèces particulières strictement orophiles ; on constate que les genres submontagnards sont très souvent représentés par des espèces très particulières et ces genres sont rencontrés en dessous de 1000 m ;
- la présence d'éléments dispersés de la forêt dense semi-décidue guinéo-congolaise qui sont des éléments non néphélophiles.

La phytodiversité est l'ensemble des êtres vivants, de leur patrimoine génétique et des milieux (complexes / systèmes écologique) dans lesquels ils évoluent ou vivent. Elle est souvent étudiée suivant deux paramètres :

- la richesse spécifique ou le nombre d'espèces, quantifiée par l'indice de Shannon ;
- la régulation des individus entre les espèces, évaluée par l'équitabilité de Pielou.

Des travaux antérieurs ont souvent décrit la formation submontagnarde des massifs à partir de 1000 m dans les forêts guinéennes (Schnell, 1952 ; Jaeger et Adam, 1975 et Noumi, 1998).

Cet étage est homologue du foothills zone (800 – 1500 m) que Boughey (1955) décrit au Nigeria et met en parallèle avec les « submontaine zone 1000 – 1500 m » de Van Steennis (1934) en Malaisie.

Au Cameroun, Portere (1946) a reconnu sur les Bamboutos un étage submontagnard différencié à partir de 800-1600 m. Letouzey (1968) l'a si bien observé à propos du Mont Koupé à partir de 1000 m et sur les pentes du Mont Cameroun à partir de 1000-1200 et 1 600-1800 m d'altitude.

Achoundoung (1996) a pu écrire : le massif de Yaoundé porte en effet aux alentours de 1000 m une zone de transition que l'on peut à la suite de Letouzey (1968) qualifier d'étage submontagnard.

La conservation de la biodiversité constitue un véritable enjeu auquel le Cameroun s'est engagé à travers divers traités internationaux, des débats assurant la confrontation des idées, dont celles que les scientifiques doivent apporter, grâce à une connaissance mais jamais achevée de la diversité. C'est dans cette optique que la présente étude est envisagée. Elle vise à étudier les ligneux de la forêt submontagnarde du massif de Kala (1156 m), afin de le documenter. Elle vise aussi à montrer l'originalité de la végétation submontagnarde de Kala.

I.2.3. Forêts ombrophiles sempervirentes

Au point de vue physiognomique, elles sont caractérisées par la densité structurale, la stratification bien marquée et la spécialisation de l'épiphytisme. Aucune période de défoliation concentrée n'apparaît dans le cours des saisons : la forêt demeure toujours en état de croissance, la sempervirente est due au fait que les feuilles à durée de vie limitée, sont régulièrement remplacées par de jeunes éléments. Les essences d'ombre (scaphites tolérants) dominant, tant dans les strates supérieures qu'inférieures. Les strates herbacées ne comportent pas d'espèces xéro-héliophiles, elles sont généralement très discontinues, voire même nulles (Lebrun et Gilbert, 1954). Au point de vue mésologique, le caractère essentiel est la hauteur élevée des précipitations (1 600 mm par an au moins) bien réparties au cours de l'année (régimes équatorial ou subéquatorial). Corrélativement, on note l'humidité relative élevée de la couche atmosphérique confinée à l'intérieur de la forêt et dont le gradient subit de faibles fluctuations et demeure toute l'année orienté de haut en bas (Lebrun et Gilbert, 1954). Parmi les subdivisions que comporte notre entité phytosociologique, on reconnaît les deux Ordres suivants : les forêts ombrophiles équatoriales (*Gilbertiodendretalia dewevrei*) et les forêts ombrophiles de montagne (*Ficalhoeto-*

podocarpetalia). Il existe une transition continue entre les forêts ombrophiles planitiales et montagnardes. A partir de 800-1000 m d'altitude, les forêts ombrophiles s'enrichissent progressivement en espèces à caractère orophile plus ou moins manifeste. L'ensemble de ces "forêts de transition" constitue un ordre autonome celui des *Garcinietales* Noumi 1998, car il semble bien qu'à côté d'un fonds spécifique mixte, ces types forestiers hébergent de nombreuses espèces propres. La physiographie particulière de l'Afrique centrale fait que ces forêts de transition sont localisées sur les flancs occidentaux les plus pluvieux des chaînes montagnardes et, souvent aussi, sur des sols à bonne fertilité native (Lebrun et Gilbert, 1954). Le massif Kala culmine à 1156 m et porte une végétation submontagnarde très perturbée. Cette perturbation due à l'anthropisation a entraîné une forme dégradée de la forêt. Il est donc important de noter que cette dégradation a donné lieu à une forêt tropophile dans le massif Kala.

I.2.4. Forêts tropophiles

Les forêts tropophiles sont des forêts dégradées. Ces forêts sont très répandues en Afrique, beaucoup plus dans le Sud et l'Extrême-nord du Congo. De nombreuses espèces à très large distribution soudano-zambézienne se rencontrent dans ce type forestier (Lebrun et Gilbert, 1954). Ces espèces trouvent un optimum dans des phases d'altération, correspondant à des séries régressives qui conduisent à des savanes herbeuses ou piquetés d'arbustes résiduels. Les forêts tropophiles correspondent à un climat caractérisé par une période sèche (Bultot, 1954) d'une durée de 4 à 7 mois. Ces conditions imposent à la végétation une tropophilie authentique au sens écologique c'est-à-dire une adaptation à un renversement saisonnier très accusé du milieu écoclimatique (nettement humide, relativement peu ensoleillé et « phytophile » durant la saison favorable, très aride, fort ensoleillé et défavorable au développement végétatif durant la saison sèche. La chute du feuillage est une manifestation très irrégulière qui peut aller de la défoliation complète jusqu'au ralentissement plus ou moins manifeste du fonctionnement foliaire avec dessèchement progressif sur place et chute finale très tardive en saison sèche. Ces espèces ou beaucoup d'entre elles apparaissent dans la plupart des paysages savaniques issus de l'ablation de divers types forestiers tropophiles, semi-caducifoliés, voire même sempervirents. Ce noyau d'espèces assez ubiquistes, que l'on retrouve tant au Nord qu'au Sud de l'équateur ne permet pas de fédérer en un ensemble commun la végétation authentique forestière à caractère tropophile (Lebrun et Gilbert, 1954).

I.2.5. Etude écologique et floristique de la végétation

Une étude écologique et floristique de la végétation des collines a permis de décrire une forêt semi décidue entre 800 – 900 m, avec des espèces caractéristiques. Il s'agit entre autres : *Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia superba*, et *Pterygota mildbraedii*. Aux altitudes 900 – 1000 m, on note un étage de transition se définissant par un ensemble d'espèces caractéristiques des forêts sommitales. Parmi elles, on peut citer : *Allanblackia gabonensis*, *Cola verticillata* et *Beilschmiedia obscura*. Ces dernières se reconnaissent par une augmentation de la densité relative et un plus grand recouvrement basal (Achoundong, 1985). On note également au-dessus de 1100 m, d'après le même auteur, des caractères classiques des montagnes à savoir :

- arbres généralement moins grands que dans les forêts des zones plus basses ;
- abondance des épiphytes ;
- sous-bois arbustif sempervirente avec peu d'herbacées ;
- feuillage généralement persistant ;
- richesse moindre en espèces arborescentes ;
- rareté des accotements ailés chez les arbres.

Au niveau de Yaoundé, les forêts sommitales s'individualisent par la présence des plantes qu'on rencontre en montagne (Achoundong, 1985). Ainsi, cinq orophytes ont été recensées : *Crassocephallum mannii*, *Linociera oreophila*, *Vernonia ampla*, *Bridelia speciosa* et *Carapa grandiflora*. Bien que les sites parcourus par cet auteur portent déjà les espèces de montagnes, il est intéressant de savoir que ces travaux ont été menés sous un climat à quatre (04) saisons dit particulier grâce à la petite saison sèche qui y est plus marquée. Il s'agit du "climat subéquatorial à tendance équatoriale, sous type occidental à petite saison sèche accentuée" (Achoundong, 1985). De plus, parmi les collines ayant servi de collecte des données pour ce travail, l'auteur signale que la plus élevée en altitude est celle de Mbam-Minkom avec 1129 m.

En deca de 1000 m d'altitude, l'étude de la végétation des plateaux sableux Teke au Congo couvert d'une mosaïque de forêt et de savane caractéristiques du domaine post-forestier de la région guinéo-congolaises, a permis de relever que les savanes s'intègrent dans un vaste groupement à *Trachypogon thollonii* et *Annana arenaria*. Ce groupement comprend trois (03) sous-groupements : sous-groupement à *Hyparrhenia diplandra* et *Bridelia ferruginea*, à *Loudetia demeusei* et *Hymenocardia acida*, à *Loudetia simplex* et *Monocymbium cerasiiforme*. La flore xérique de ces savanes montre que ces groupements sont soudano-zambéziens intrusifs dans le

domaine guinéen forestier à la faveur des causes diverses : édaphiques, climatiques et anthropiques (Makany, 1976). Sur le plan écologique, floristique et chorologique, les forêts des plateaux Teke appartiennent au domaine guinéen forestier. Le contact forêt-savane a donné lieu à une étude floristique et chorologique qui a permis de définir les groupes d'espèces de contact. Un indice de contact a été défini pour apprécier le dynamisme des deux types de végétation en contact (Makany, 1976).

Sur la végétation du mont Nimba, une étude est réalisée sur le plan structural et dynamique en tenant compte des faits climatique, microclimatique, pédologique et géologique (Schnell, 1952). Il se dégage des points essentiels touchant à l'écologie et à l'évolution des divers groupements végétaux. Particulièrement, les liens qui unissent la végétation au microclimat ont été mis en exergue, de même que ceux issus des caractères du sol, de l'exposition des versants par rapport au vent dominant (Schnell, 1952). Il faut noter que, sur le plan de la dynamique de la végétation, l'orientation vers la savane ou la forêt d'une végétation dégradée par l'homme est fonction de la cuirasse ferrugineuse préexistante. Schnell (1952) met en évidence un certain nombre d'unités phytosociologiques homologues de groupement reconnus au Congo par Lebrun (1935) et en basse Côte d'Ivoire par Mangenot (1955). Selon Schnell (1952), ce travail de phytosociologie n'a permis que d'entrevoir les grands traits d'une systématique de groupement. Les travaux futurs devant permettre de mieux apporter des précisions sur ces groupements. Au niveau des groupements montagnards, l'intérêt de certaines espèces à répartition bipolaire a été souligné (forêt montagnarde et forêt côtière). Ces espèces paraissent avoir des caractéristiques transgressives. Ainsi, on peut rapprocher certaines conditions écologiques comparables du milieu montagnard et du milieu forestier côtier (tension de vapeur, pluviosité...) (Schnell, 1952). Ces résultats sont issus des données collectées dans une région à climat équatorial et sur un relief dont le plus haut sommet est celui du pic Bintumane à Loma : 1947 m d'altitude. Toutefois, sur le massif Kala, la végétation à étudier va jusqu'à 1156 m d'altitude.

I.2.6. Définition des variables et leurs modalités

La variable est un facteur qui se modifie en relation avec d'autres (Gawitz, 1996). La variable est un élément dont la valeur peut changer et prendre plusieurs formes quand on passe d'une observation à l'autre. On distingue généralement trois (03) types de variables notamment la variable dépendante, la variable indépendante et la variable de contrôle.

I.2.6.1. Variable dépendante (VD)

La variable dépendante est celle dont le chercheur essaie d'expliquer les variations (Gawitz, 1996). C'est la variable passive car c'est elle que le chercheur tente d'expliquer. Elle est aussi la variable "conséquente". Dans le cadre de ce travail, les variables dépendantes sont :

- forêt ;
- submontagnarde ou de transition.

I.2.6.2. Variable indépendante (VI)

La variable indépendante est celle dont on essaie de mesurer et de comprendre l'influence sur la variable dépendante (Gawitz, 1996).

C'est la variable active, elle est aussi la variable "cause" dans la relation de "cause à effet". Elle doit être manipulée par le chercheur et est censée avoir une influence sur la variable dépendante. La variable indépendante est la suivante :

- diversité biologique (phytodiversité)

I.2.6.3. Variable de contrôle (VC)

La variable de contrôle est le facteur susceptible d'influencer la relation entre la variable dépendante et la variable indépendante. Cette variable de contrôle est l'activité anthropique. En effet, le paysage de la végétation a été profondément transformé par l'action de l'homme. Le tableau I présente les variables avec leurs indicateurs et modalités

Tableau I : Les variables avec leurs indicateurs et modalités

Variables		Indicateurs	Modalités
Variable dépendante (VD)	Forêt	Formations végétales d'arbres	Groupement individualisable des ligneux
	Submontagnarde ou de transition	Altitude 800-1800 m	zone des nuages et des brumes (néphélophilie)
		Biotope hygromésotherme	milieux saxicole, palustre, rupicole, aquatique
Variable indépendante (VI)	Diversité biologique (phytodiversité)	Richesse spécifique	forte proportion de genres et d'espèces existant déjà dans l'étage inférieur, mais n'atteignant pas l'étage supérieur
		Régularité des individus entre les espèces	absence totale ou notable de plusieurs familles de basse et moyenne altitudes
			genres souvent représentés par des espèces particulières, voire de nombreuses espèces
			Plantes plus ou moins inféodées aux milieux saxicole, palustre, rupicole, aquatique

I.2.7. Elaboration des hypothèses

Le titre du travail est : Etude de la biodiversité et de la structure de la forêt submontagnarde du massif Kala (1156 m), région de Yaoundé. Pour faciliter l'atteinte des objectifs poursuivis, il est important de mettre le thème de recherche sous la forme mathématique : $y = f(x)$, soit :

- forêt submontagnarde = f (biodiversités) ;
- forêt submontagnarde est la variable dépendante (VD) ;
- biodiversité est la variable indépendante (VI).

Cette forme permet de mieux élaborer les hypothèses relatives au présent travail.

L'hypothèse est une interprétation anticipée et rationnelles des phénomènes (Loubet Del Bayle, 1989). Elle est considérée comme une explication provisoire d'une relation. Une hypothèse est une proposition de réponse à la question posée. Elle tend à formuler une relation entre les faits significatifs. Les différentes hypothèses sont obtenues suivant la formulation suivante :

Modalité (VI) + indicateur (VI) combinaison avec modalité + indicateur (VD) conduisent à VD.

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

Chapitre II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Délimitation de l'étude

Le massif Kala culmine à 1156 m d'altitude. La présente étude a été effectuée sur les versants Nord-Sud et Sud- Est. Ce massif situé entre 3°42' et 4°05' de latitude Nord, et 11°17' et 11°35' de longitude Est, est localisé dans la région du Centre Cameroun. Il règne sur ce site un climat subéquatorial à tendance équatoriale sous-type occidental à petite saison sèche peu accentuée (Schnell, 1970).

II.2. Choix du site de l'étude

Le site du massif de Kala n'a pas été choisi de manière hasardeuse pour tenir les présents travaux. En effet, au vu des divers paramètres qui s'offrent à ce milieu, il est extrêmement important d'affiner les études de la végétation dans cette dition. Les multiples raisons qui sous-tendent la sélection de ce site sont les suivantes :

- à l'échelle planétaire, les zones de montagne font partie des écosystèmes à écologie fragile ;
- ce massif présente un sol basaltique très riche convoité par les populations pour l'expansion agricole ;
- vu l'allure avec laquelle le secteur forestier du massif de Kala diminue, il est important d'y mener des investigations sur sa végétation afin d'obtenir le maximum d'information sur les poches de forêt encore naturelle et qu'à travers ces travaux, des pistes d'aménagement soient élaborées en vue de la conservation de la végétation naturelle représentative de la région (Fig. 1).

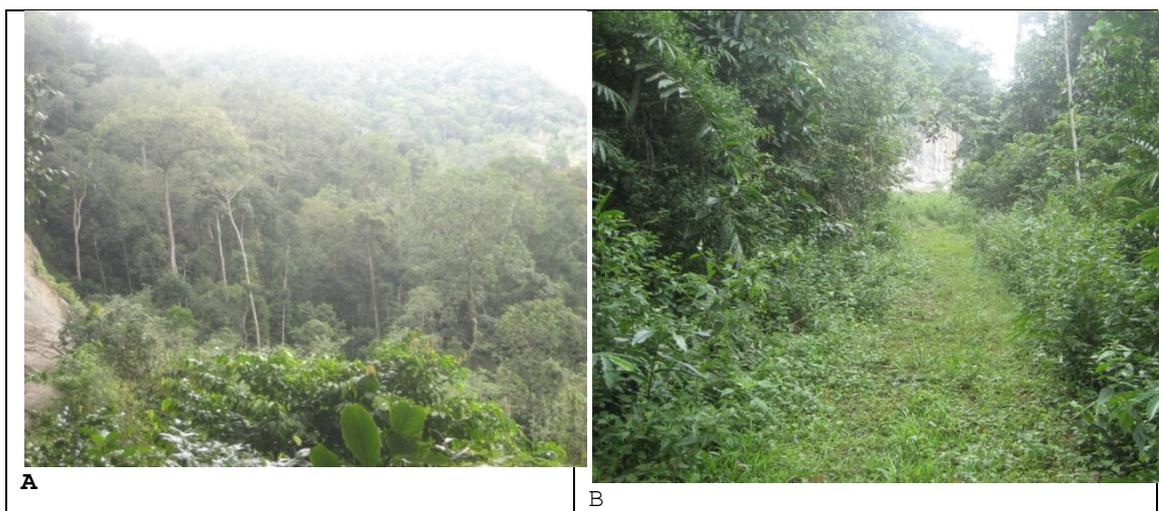


Fig. 1. Forêt néphélophile de Kala.

A : Ecosystème à écologie fragile due aux affleurements des rochers sur lesquels par endroits, la mince couche de sol ne peut supporter qu'une végétation herbacée (1^{er} plan). B : une piste d'aménagement élaborée en vue de la conservation de la végétation naturelle.

II.3. Présentation du site d'étude

II.3.1. Situation géographique

Le Cameroun est situé en Afrique centrale (1°40' et 13°05' N ; 8°30' et 16°10' E) avec une superficie de 475 000 km². Il partage 4700 km avec le Nigeria, la Guinée Equatoriale, le Gabon, le Congo, la République Centrafricaine et le Tchad. (Fig. 2). Le massif de Yaoundé s'étend du Nord au Sud et d'Est en Ouest sur moins d'un degré : 3°42' et 4°05' de latitude Nord, 11°17' et 11°35' de longitude Est (Fig. 2).

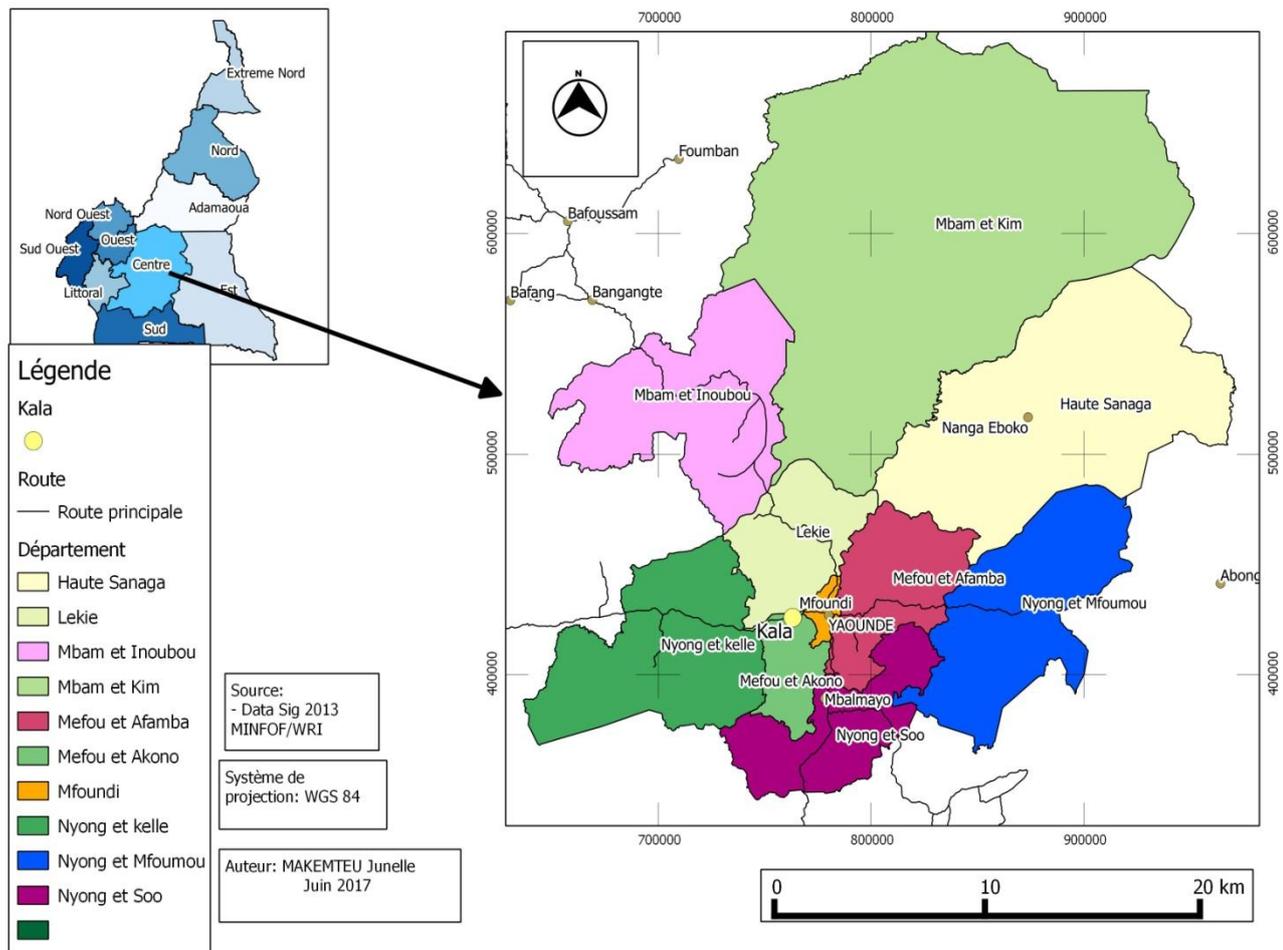


Fig.2. Carte de la localisation géographique du site d'étude.

Le massif Kala présente une topographie assez irrégulière constituant une barrière orographique suscitant des phénomènes d'opposition de versant très significatifs du point de vue botanique. Les affleurements autour de Yaoundé et en particulier les collines de toute cette région sont formés de gneiss embréchites à deux micas ou à biotite seule (Champetier, 1959). Au Sud-ouest de la région de Yaoundé, le massif Kala a une orientation SSW-NNE. Il forme un complexe présentant trois sommets hauts de plus de 1100 m : le mont Kala (1128 m), le mont Nkol nlong ou colline couverte de prairie (1156 m) où un ressortissant Suisse, M. Mesmer, a construit

une case ; le mont Nkol mylon ou colline de palmier rotin (1100 m), allusion faite à sa richesse en *Encystrophyllum* sp. Les pentes de Nkolmylon et de Nkolbyon portent des forêts denses humides, plus ou moins dégradées suivant les versants. Les versants Nord-ouest du Nkolbyon, entre 800-1000 m sont cultivés alors que les versants Nord-est aux pentes plus raides portent une forêt vierge à *Aulacocalyx caudata*. Les plantations et les jachères vont jusqu'à 700 et 800 m d'altitude sur différents versants. Au Sud-est les cacaoyères remontent les pentes douces et fertiles jusqu'à 1000 m (Fig. 3).

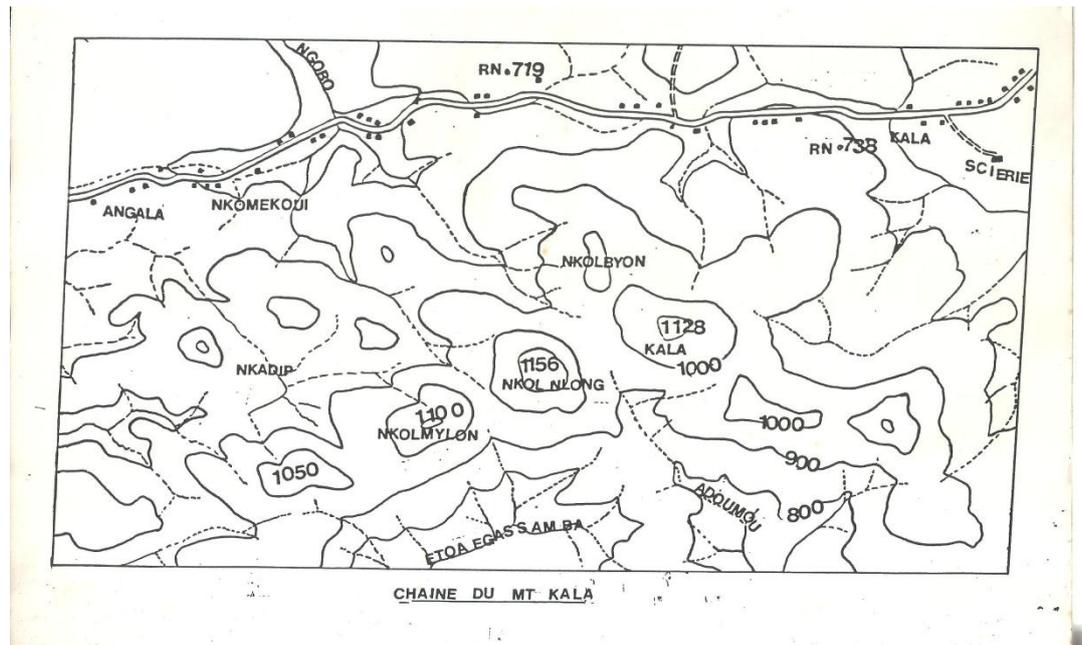


Fig. 3. Localisation du massif Kala et ses principaux sommets.

Le massif de Kala s'étend du Nord au Sud et d'Est à l'Ouest entre 3°42' et 4°05' de latitude Nord, 11°17' et 11°35' de longitude Est. Dans le quadrilatère défini par les coordonnées ci-dessus, il s'allonge suivant la diagonale SSW NNE sur 40 km de longueur et 35 km de largeur. Il constitue à l'Ouest et au Nord-ouest de la capitale un écran haut de plus de 350 m au-dessus du plateau de centre Sud.

Le massif de Mbam minkom fait partie du vaste plateau sud camerounais, à la charnière de la dorsale Nyong – Sanaga et des hauteurs qui dominent les bas plateaux côtiers. Il se trouve à l'extrémité occidentale de la dorsale, s'y dresse en un complexe qui culmine à 1295 m, constituant un bourrelet marginal, à l'Est des bas plateaux côtiers. Sa forte dénivellation, son volume et sa position en font un des reliefs le plus important du plateau sud-camerounais. Le massif d'Awae à l'Est de Yaoundé est loin d'avoir la même puissance. A l'Ouest, les altitudes atteignent rarement 1000 m. Au Nord, le plateau de l'Adamaoua et le plateau Bamiléké ont une altitude moyenne.

Le massif dans son ensemble exception faite de l'Okong et du Kala, présente une structure d'ensemble en dôme. Le dôme primitif a été démantelé et éventré en une série de reliefs plus ou moins indépendants les uns des autres. Il est possible d'y isoler les ensembles suivants :

- au Sud-ouest, le Kala forme un complexe culminant à 1156 m dans le Nkol Nlong ;
- à l'Ouest et au Nord-Ouest est le Mbam Minkom se dresse en un véritable bastion qui culmine à 1295 m. Il épouse la forme d'un croissant qui situe SSW-NNE sur l'horizon. La dénivellation atteint localement 370 m ;
- au Sud le Goa-ékélé décrit un arc qui culmine à 1125 m. A l'extrémité Sud-est, l'Eloumden forme un bloc ovoïde. A son flanc NW, le pain de sucre de Djokye est une copie conforme du morne rocheux principal, mais à plus petite échelle. Il culmine à 1042 m ;
- au Sud-est l'Akondoue domine la station agronomique de Nkolbisson par deux coupoles. Leurs versants extérieurs dominant en pente douce les quartiers Djon Melen, Etoug ebe. A l'Est et au Nord-est, le bloc du mont Fébé forme un ensemble moins homogène que le Mbam Minkom. Des vallées NS et EW y isolent des normes. Les plus hautes altitudes s'observent vers l'Ouest. Le Bastion s'interrompt brusquement au Nord, il lui succède alors un plateau de 880 m d'altitude (Achoundong, 1996).

II.3.2. Géologie

Les affleurements autour de Yaoundé et en particulier les collines de toute cette région sont formés de gneiss embréchites à deux micas ou à biotite seule (Champetier, 1959).

L'histoire géologique de cette région peut être reconstituée très schématiquement de la façon suivante : au précambrien inférieur, des formations plissées ou non comprenant des sédiments gréseux, argileux gréseux ou marneux et des roches d'origine incertaine, furent soumises à différents cycles mésosphériques dont l'intensité et le degré étaient variables.

On peut penser que, vers la fin de cette longue période, les phénomènes eurent leur maximum d'intensité et donnèrent au complexe de base sa forme actuelle. C'est en effet à cette époque qu'eut lieu la phase principale de plissements qui imprima à l'ensemble des roches la direction Nord-est, Sud-ouest. A peu près en même temps et dans les zones les plus profondes, s'amorçait une vaste anatexie reprenant les faciès

formés antérieurement et créant dans le Sud camerounais un complexe éruptif et métamorphique composé surtout de roches à hypersthène. On peut aussi attribuer à cette époque la migmatisation des séries de Yaoundé (Fig. 4). Une période de calme relatif s'établit ensuite tandis que s'opèrent différentes recristallisations accompagnées d'apport plus ou moins important de silice. C'est aussi une période de l'érosion. De nombreux sédiments argileux et argilo-calcaires remplissent un bassin peu profond et constituent les schistes de Mbalmayo, qui sont affectés par un métamorphisme de l'épizone. Ce même métamorphisme pourrait être à l'origine des faciès rétro-morphosés qui ont été observés dans le complexe de base. Simultanément ou postérieurement, le socle est soumis à une tectonique de fond de grande envergure. Celle-ci se traduit par des mouvements verticaux faisant des compartiments entiers du socle, les uns par rapport aux autres. L'accident majeur est celui qui rehausse le complexe métamorphique et éruptif du Sud par rapport au cristallophyllien de la région de Yaoundé. Ensuite tout le pays reste figé et soumis à l'érosion et à la pénétration. Telle est brièvement esquissée la nature, la structure et l'histoire du substrat qui porte la végétation.



Fig. 4. Bloc de rocher au sommet du massif Kala

II.3.3. Climatologie

En l'absence des données sur le microclimat des collines de Yaoundé, nous considérons dans cette partie, les valeurs fournies par les services de la station météorologique de Yaoundé aéroport (Tab. II). Les commentaires s'inspirent des travaux de Schnell (1972), Mahaillet (1972), Villiers (1981).

II.3.3.1. Pluviosité

Tableau II : Moyennes mensuelles des précipitations (P), température (T) et indices d'aridité de de Martonne (Ia) de la station météorologique de Yaoundé de 2006 à 2016

(Source : www.climatedata.ue)NB :la dernière ligne du tableau représente la redistribution des données climatiques selon Walter et Lieth.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne s
P (mm)	23	51	140	172	218	162	80	103	254	296	108	24	1631
T (°C)	24	24	24	24	23,5	23	23	22,5	23	22,5	23,5	23,5	23,37
Ia	8,1 2	18	49,4 1	60,7	78,09	58,9 1	29,0 9	38,0 3	92,3 6	109,29	38,6 7	8,59	47,43
	23	51	104	107,2	111,8	106, 2	80	100, 3	115, 4	119,6	100, 8	24	85,35

II.3.3.2. Environnement climatique

Les données climatiques de la station météorologique de Yaoundé de 2006 à 2016 montrent que la pluviométrie moyenne de la zone d'étude est de 1631 mm (Tab. II). La pluviométrie est faible de décembre à février, supérieur à 100 mm pour les autres mois hors mis juillet. Elle présente un premier maximum en mai et un deuxième maximum en octobre. Etant donné que les mois de saisons sèches sont ceux qui reçoivent moins de cinquante (50) mm de pluie (Djoufack-Manetsa 2012), les données statistiques de pluviométrie exprime que Akak 1 reçoit neuf (09) mois de pluie sur douze (12). Les variations annuelles de température sont faibles ; la température moyenne la plus élevée atteint les 29 °C et la plus faible 18 °C, la moyenne annuelle est de 23,37 °C. Ce régime pluviométrique correspond à ce que Schnell (1987) a désigné sous le nom de climat subéquatorial à tendance équatoriale sous-type occidental à petite saison sèche accentuée. D'après l'indice de Martonne on note que :

- le mois sec est celui dont l'indice de de Martonne est inférieur à 20. Par rapport au tableau II, ces mois sont décembre, janvier et février ;
- le mois subhumide est celui dont l'indice de de Martonne est compris entre 20 et 50, ce sont les de mars, juillet, aout et novembre ;
- le mois humide est celui dont l'indice de de Martonne est supérieur à 50, il s'agit des mois de avril, mai, juin, septembre et octobre.

En regardant la courbe ombrique (Fig.5), on peut conclure que la région d'étude est soumise à quatre (04) saisons :

- une grande saison sèche qui va de décembre à février ;
- une petite saison des pluies de mars à juin ;
- une saison subhumide (ou petite saison sèche) de juillet à août ;

- une saison très humide (ou grande saison des pluies) de septembre à octobre.

II.3.3.3. Température

Les moyennes mensuelles présentent assez peu de variation. L'écart entre la moyenne mensuelle la plus forte et la moyenne la plus basse est de 3°C. La moyenne annuelle des températures est de 23,8°C. On note cependant une petite ondulation de la courbe thermique dont le creux correspond à la saison sèche estivale et le sommet à la saison sèche hivernale. Le mois le plus chaud est février, le plus froid est août (Fig. 5).

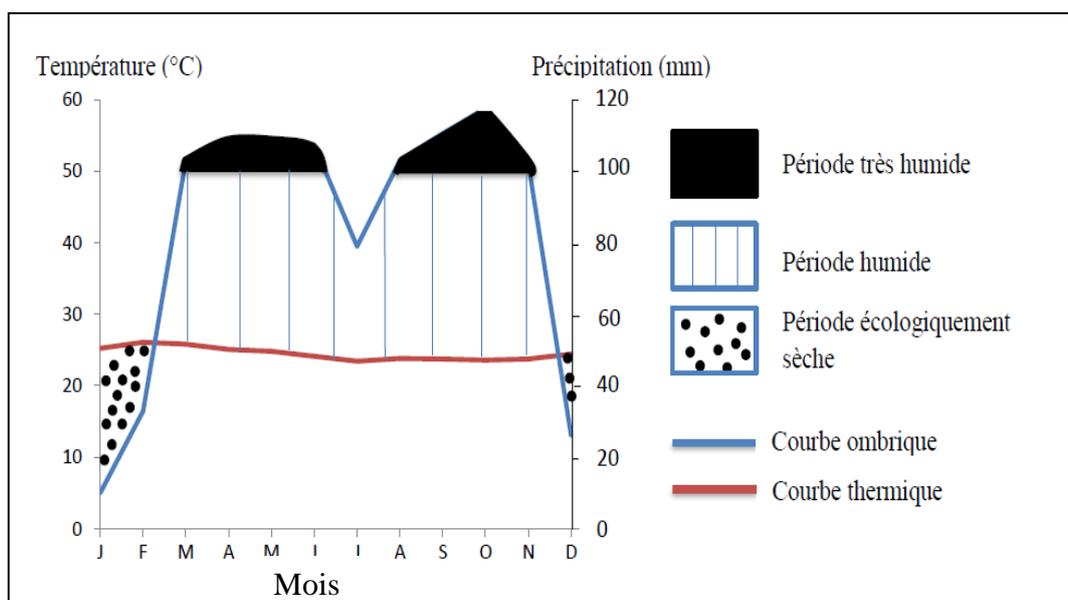


Fig.5. Diagramme ombro-thermique.

Courbe de la moyenne mensuelle des précipitations [échelle des valeurs au-dessus de 100 mm, réduite au 1/10^{ème} selon la méthode de Walter et Lieth (1964)] et de la moyenne mensuelle des températures. Données de la station météorologique de Yaoundé (base militaire) de 2006 à 2016. Il n'y a pas de valeurs des moyennes mensuelles de précipitation et de température dans le massif Kala, mais ces valeurs doivent être plus proches de celles de l'aéroport militaire de la station de Yaoundé, située à 10 km du côté est.

II.3.3.4. Humidité atmosphérique

L'humidité atmosphérique connaît de légères fluctuations journalières et saisonnières. Elle est à la limite de la saturation le matin entre 6 h et 7 h, un peu moins à 19 h. A 13 h la baisse est de 25 %. La petite saison sèche, par les propriétés de la mousson reste très humide (Tab. III et Tab. IV).

Tableau III : Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle à Yaoundé

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
76	77	76,5	78,5	81	82	84	82	80,5	80,5	78,5	78

Tableau IV : Variation de l'humidité relative moyenne journalière à Yaoundé

01 h	07 h	13 h	19 h
95	96	70	81

II.3.3.5. Nébulosité et brouillard

L'humidité atmosphérique toujours très élevée engendre une forte nébulosité qui amortit l'insolation et l'évaporation. Cette nébulosité se développe sous forme de stratocumulus, cumulus et cumulonimbus. Le tableau V indique les fractions du ciel couvertes de nuages aux différentes heures (le ciel est divisé en 8 parties) de la journée.

Tableau V : Variation de la nébulosité au cours de l'année 2005

Mois Heures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
00 H	5	5	6	6	7	-	7	7	7	7	5	6
06 H	7	7	7	7	7	-	8	8	8	8	6	7
12 H	6	6	7	7	7	-	7	7	7	7	6	6
18 H	6	6	6	6	6	-	8	7	6	7	5	5

Le ciel est presque toujours couvert au 8/8 avant le lever du soleil. Il s'éclaircit légèrement dans la journée. D'autres observations montrent qu'aux premières heures dans la journée, les nuages sont très bas, vers 1000 m d'altitude. Ils descendent parfois à 600 m d'altitude. Ils s'élèvent progressivement dans la journée jusqu'à 700-900 m.

Les nuages forment souvent une collerette qui entoure les hautes collines isolées comme le mont Eloundem. Parfois ils adoptent la forme d'un capuchon qui coiffe le sommet de la colline. Ces nuages dits orographiques sont à l'origine des faibles précipitations, mais surtout contribuent à maintenir une forte humidité dans les parties sommitales des collines ainsi couvertes.

Des collines allongées comme le massif du Mbam minkom déclanchent la formation contre leur versant exposé au vent, en amont par rapport au sens du vent, des nuages de grande étendue horizontale. Ces nuages couronnent la crête et se dissipent immédiatement au-delà de celle-ci. C'est ce qui explique sans doute la plus grande humidité observée au versant ouest des collines de Yaoundé. Tous ces facteurs mésologiques contribuent à marquer nettement la diversité biologique des groupements végétaux de Kala (Fig.6).



Fig.6. Une vue de la diversité biologique des groupements végétaux de Kala.

1^{er} plan : une végétation herbacée, puis un gigantesque morne rocheux affleurant, cassé, portant une végétation pauvre en ligneux, et une forêt au dernier plan.

II.3.3.6. Vents

L'anticyclone des Açores dans l'hémisphère Nord et celui de Sainte Hélène dans l'hémisphère sud contrôlent les déplacements des masses d'air sur toute l'étendue du Cameroun. Les deux masses d'air convergent dans une zone de basses pressions relatives : la zone de convergence intertropicale. Les alizés sont des vents réguliers issus des hautes pressions. Leurs noms et leurs caractères diffèrent selon qu'ils viennent du Sud ou du Nord. L'harmattan est l'alizé du NE. Il est chaud et sec pour avoir traversé le désert. Son taux d'humidité dépasse rarement 50 % dans la journée ; il peut s'abaisser à moins de 10 %. Il est alors très stable et subsistant. Ce vent n'atteint que très rarement la zone de Yaoundé, si oui par brèves incursions.

L'alizé issu de Sainte Hélène souffle d'abord SE : quand il traverse l'équateur il est dévié vers l'Est (SW) par l'effet combiné de la force de Coriolis qui s'exerce sur la droite du mouvement dans l'hémisphère Nord et l'attraction exercée par les basses pressions sahariennes. La masse d'air ainsi déviée selon une résultante SW prend le nom de mousson. Elle est chaude et très humide pour avoir séjourné sur l'océan. La tension en vapeur d'eau dépasse couramment 25 gr/m³ à basse altitude. Elle est instable et susceptible de donner de fortes pluies si un mouvement ascendant lui est imposé par le moindre relief. Le massif de Yaoundé se trouve dans le domaine de mousson.

Les deux masses d'air qui s'affrontent sont peu différentes par leur température toujours élevée. Par contre, elles s'opposent radicalement par leur hygrométrie et par leur degré de stabilité. La zone de convergence prend l'allure d'un véritable front, le F.I.T (Front Inter Tropical). Son balancement, tributaire de celui des champs de

pressions en fonction des positions du soleil et influencé par le substratum géographique, conditionne le cycle des saisons.

En juillet - août le F.I.T se tient au-delà du lac Tchad, l'anticyclone de Sainte Hélène se trouve pratiquement sur l'Equateur. La mousson envahit tout le Cameroun. C'est la saison des pluies.

En janvier, l'anticyclone de Sainte Hélène est très au Sud. Celui des Açores se renforce. Le F.I.T se situe au voisinage de 5° parallèle. Tout le Nord du Cameroun est envahi par l'harmattan, c'est la saison sèche. Le courant de mousson est très faible. Harmattan et mousson ne sont que les principaux facteurs. Les vents au sol (W et E) jouent un rôle non négligeable dans la distribution des pluies. Il en est de même des facteurs locaux tels la continentalité, le rôle.

II.3.3.7. Continentalité relative

Situé à 250 km de la côte, le massif occupe une position relative continentale. La continentalité est accrue par le rebord SW du plateau qui se dresse comme une véritable barrière aux flux chauds et humides du vent SW du plateau. Elle est responsable des fortes pluies qui se déversent sur Eséka (2400 mm). Le flux de mousson arrive à Yaoundé délestée de la plus grande partie de son humidité. Ainsi la station de Yaoundé reçoit des précipitations médiocres (1587 mm) par rapport à celles plus occidentales de Douala (4000 m), Eséka (2400 mm).

II.3.3.8. Rôle du massif

Le massif de Yaoundé présente une topologie assez irrégulière. Ces accidents topographiques du plateau du Centre Sud ont des effets sur la pluviosité beaucoup plus importants que ne le laisserait supposer la médiocrité des altitudes par rapport à l'échine montagnarde de l'Ouest. La bordure du plateau constitue une véritable barrière aux flux du SW. Kuete (1977) souligne que le gain de précipitation de Nkolbisson (1755) par rapport à Yaoundé (1587 mm) atteste ce rôle d'écran. La première station bénéficie des tranches pluviométriques plus abondantes du fait de son environnement montagneux, tandis que le second se trouve en position d'abri relatif, sous le vent par rapport aux flux prédominants de la Mousson. Kuété note également que dès avril, les rivières qui naissent dans le massif (Lekié ngobo, Méfou) charrient des eaux rouges. Les cours d'eau de Yaoundé les roulent beaucoup plus tard (mai-juin) Suchel note aussi que les divers pluviomètres que l'ORSTOM avait répartis à l'intérieur du périmètre urbain relèvent des différences substantielles selon l'altitude et l'exposition des points d'implantation. Dans les quartiers élevés proches du mont Fébé

les hauteurs des pluies sont généralement supérieures de 10 à 15 % à celles des quartiers bas du centre urbain. Pour nous enfin, il ne serait pas surprenant qu'un pluviomètre placé sur le massif Kala (1156 m) qui forme aussi un écran à l'Ouest enregistre plus de 1800 mm annuellement.

II.3.3.9. Synthèse des données climatiques

Le climatogramme représentant les variations de la température par rapport à celles de la pluviosité nous indique un climat peu contrasté du point de vue thermométrique, beaucoup plus quant à la pluviosité qui reste cependant toujours très élevée. Son orientation parallèle à l'axe septentrionale du massif (3°50' N) lui confère un climat de transition. L'existence de quatre saisons marquées indique toujours un climat équatorial. Puisque la petite saison sèche y est moins marquée qu'ailleurs, Suchel (1972) en fait un type particulier qu'il baptise climat subéquatorial à tendance équatoriale, sous-type occidental, à petite saison sèche accentuée. On peut en outre remarquer que le massif de Yaoundé constitue une barrière orographique suscitant des phénomènes d'opposition de versant très significatifs du point de vue botanique.

II.4.Méthodologie

Pour déterminer la diversité, la densité, la dominance et la fréquence des espèces, on a utilisé comme Lejoly (1995) la méthode d'échantillonnage par placeaux.

L'effort d'échantillonnage est guidé par la stabilité du paramètre richesse spécifique. Ainsi, pour une situation donnée, dès lors que le peuplement apparaît homogène on décide de l'échantillonner. Cette méthode moins contraignante, a permis de délimiter les aires d'échantillonnages et d'y faire une description qualitative et quantitative rapide de la flore. Elle est très souple dans le sens où l'on pourrait aisément modifier la trajectoire d'échantillonnage dans un peuplement homogène si les conditions environnementales viennent à changer. La méthode d'échantillonnage a permis aussi de recueillir les maximum informations spatiales sans contraintes de mesures.

II.4.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala

Le choix des sites pour l'inventaire et l'étude de la végétation a été effectué sur la base des informations recueillies à partir de la littérature relative au thème et de missions de prospections de la zone d'étude. Les travaux d'inventaire ont été effectués sur 21 parcelles disposés de manière aléatoire telle que suggéré par Gounot (1969), Long(1974) à différentes altitudes sur les versants Nord-sud et Sud-est du Massif

Kala. L'unité d'échantillonnage est une parcelle de forme rectangulaire 100 m x 25 m (2500 m²). Soit au total 5,25 ha

Toutes les espèces ligneuses rencontrées à l'intérieur de ces parcelles d'échantillonnage ont été recensées et déterminées. Divers paramètres ont été mesurés ou estimés au niveau des arbres situés dans les parcelles. Des mesures de diamètre ont été effectuées sur les arbres et arbustes dont le diamètre est supérieur ou égal à 1 cm à 1,30 m au-dessus du sol.

II.4.1.1. Echantillonnage floristique

Les récoltes des échantillons d'herbier ont été prioritairement faites sur des plantes en fleurs ou en fruits. Les échantillons récoltés sont rangés dans les papiers journaux et emballés dans les presses en bois à l'étuve dans le laboratoire de biologie végétale de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de l'Université de Yaoundé I. Après séchage, les échantillons ont été déterminés dans ce même laboratoire et à l'Herbier National du Cameroun.

II.4.1.1.1. Opération du layonnage

L'étude a été faite sur des bandes droites et orientées de 100 m de longueur sur 25 m de largeur soit une superficie de 2500 m². Ces bandes ont constitué les parcelles d'échantillons. Chaque parcelle est délimitée par quatre (04) jalons. Un layon médian traversant la parcelle dans le sens de la longueur a été tracé. Ce layon sépare chaque parcelle échantillon en deux demi parcelles de 1250 m² chacune. De part et d'autre du layon, les ligneux à dbh (diameter at breast height) ≥ 10 cm ont été comptés sur une distance de 12,5 m. Cette distance de 12,5 m a été choisie pour des raisons pratiques car lorsqu'on explore une largeur supérieure à 15 m, les oublis de comptage sont fréquents car la surveillance devient difficile surtout quand le sous-bois est dense (Noumi, 2012, 2013, 2015). La bande inventoriée représente 2500 m² (0,25 ha). Les arbustes (dbh < 10 cm) ont été prospectés sur des portions de surface de 12,5 x 10 m² le long du layon de 100 m (Fig. 7). Les paramètres étudiés sont : le diamètre à 1,3 m au-dessus du sol, les caractéristiques synthétiques et le recouvrement.

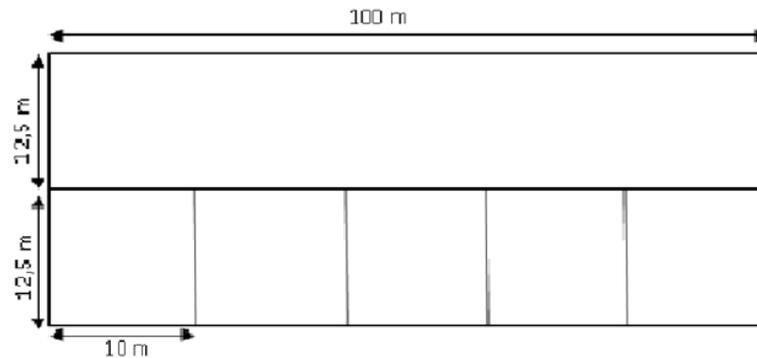


Fig. 7. Dispositif d'inventaire des espèces végétales.

II.4.1.1.2. Collecte des données

Les données ont été collectées de décembre à avril (2015) pour éviter la saison des pluies. Cette collecte porte essentiellement sur les points suivants : les données relatives aux inventaires des arbres du peuplement arborescent et celles relatives aux inventaires des arbres du peuplement de régénération. Pour le peuplement arborescent, on faisait l'inventaire des arbres à dbh (diamètre at breast height) supérieur ou égal 10 cm. Ce diamètre est mesuré à environ 1,3 m du sol ou à 30 cm au-dessus des contreforts des racines échasses. Pour le peuplement de régénération, on faisait l'inventaire des arbrisseaux à dbh inférieur à 10 cm à 1,3 m du sol ou à 30 cm au-dessus du tronc régénéré.

II.4.1.1.3. Identification botanique

Dans chaque'un des 21 placeaux, les particularités morphologiques des feuilles et des fruits, les aspects de l'écorce et de sa taille, la qualité et la quantité de l'exsudat, les entailles de l'écorce, la forme du fût, la présence ou non des racines échasses ou des contreforts ont été communément utilisées pour déterminer le nom scientifique de chaque individu par espèce. D'autre part, la détermination des grands arbres inaccessibles aux récoltes a été faite sur place en se servant des volumes de manuels sur la flore des forêts tropicales. Les échantillons d'espèces qui ont servi à la constitution de l'herbier ont été récoltés sur les plantes possédant des fleurs, feuilles et/ou fruits. Ils étaient classés dans des papiers journaux, placés entre les presses en bois et séchés dans l'étuve du laboratoire de botanique de l'Ecole Normale Supérieure. Les échantillons non identifiés sur le terrain ont été transportés à l'Herbier National du Cameroun pour identification. L'échantillonnage a été systématique dans toutes les parcelles étudiées et une liste exhaustive des espèces ligneuses a été établie. Pour chaque individu recensé sur le terrain (arbustes et arbres), les paramètres suivant sont

relevés : son identification, la circonférence qui va permettre le calcul du diamètre, la hauteur de prise de la circonférence (dbh : 1,30 m) et est entaillé légèrement afin d'éviter les erreurs de comptage. La détermination des espèces ligneuses est faite en utilisant les critères définis par Normand (1964) :

- la couleur de la tranche de l'écorce après entaille ;
- l'exsudation : absence ou présence d'exsudat, sa couleur et sa texture ;
- la structure et l'odeur de l'écorce ;
- l'allure du fût et l'empatement : présence ou non des contreforts, racines échasses etc.

Dans le système de comptage des individus, pour un pied d'arbre fortement envahi par l'épiphyte étrangleur, cet individu est attribué à l'épiphyte étrangleur. Les individus morts ne sont pas comptés quel que soit son diamètre.

II.4.1.2. Analyse des caractéristiques de la flore du massif kala

La diversité floristique est envisagée de manière synthétique à travers des principaux spectres physiologiques, phytogéographiques et écologiques. Pour le spectre brut, il s'agit du nombre d'espèces présentant un type de caractère sur le nombre total de tous les caractères des espèces recensées. Pour le spectre pondéré, il s'agit du recouvrement des espèces présentant un caractère sur le recouvrement total de tous les caractères des espèces recensées. Ainsi, pour chacune des caractéristiques, les spectres brut et pondéré ont été évalués.

$$\text{Spectre brut} = \frac{\text{Nombre d'espèce ayant la caractéristique}}{\text{Nombre total d'espèces}} \times 100$$

Spectre pondéré

$$= \frac{\text{Somme de recouvrement d'espèce ayant la caractéristique}}{\text{Total de recouvrement de toutes les espèces}} \times 100$$

II.4.1.2.1. Spectres physiologiques

Cette notion caractérise les groupes de plantes en relation avec le milieu (Evrard, 1968).

II.4.1.2.1.1. Types biologiques

Le type biologique (TB) d'une espèce désigne l'ensemble des dispositifs anatomiques et morphologiques qui caractérisent son appareil végétatif et singularisent son habitat et physiologie indépendamment de sa position systématique en tant

qu'adaptation aux mauvaises conditions du milieu (Lebrun, 1947). Selon la classification de Raunkiaer (1934), reprise par Schnell (1970) en milieu tropical, on a retenu entre autres types biologiques, celui des phanérophytes (ph) qui concerne en majorité les plantes ligneuses. Ainsi, les phanérophytes sont des plantes dont les pousses et bourgeons persistants sont aériens pendant la mauvaise saison et sont situés à plus de 25 cm au-dessus du sol. Les types biologiques définis par Raunkiaer sont indiqués suivant la symbolique de cet auteur (Senterre, 2005) :

- nanophanérophytes (NP) : plantes ligneuses de hauteur comprise entre 0,4 et 2 m ;
- microphanérophytes (Mi P) : plantes ligneuses de hauteur comprise entre 2 et 10 m ;
- mésophanérophytes (Més P) : plantes ligneuses de hauteur comprise entre 10 et 30 m ;
- mégaphanérophytes (Még P) : plantes ligneuses de hauteur supérieure à 30 m ;
- phanérophytes lianescentes (PL frut) : plantes volubiles, à vrilles, à racines crampons, rampantes et/ou étayées.

II.4.1.2.1.2. Types de diaspores

Les types de diaspores (TD) sont déterminés grâce à la classification de Dansereau et Lems (1957) et Evrard (1968). Ainsi, on distingue les types suivants :

- ballochores (Bal) : diaspores expulsées par la plante elle-même ;
- barochores (Bar) : diaspores charnues, lourdes ;
- pogonochores (pog) : diaspores à appendices plumeux ou soyeux ;
- desmochores (Des) : diaspores adhésives ou accrochantes ;
- ptérochores (Pté) : diaspores munies d'appendices aliformes ;
- pléochores (Plé) : diaspores munies des dispositifs de flottaison ;
- sarcochores (Sar) : diaspores partiellement ou totalement charnues ;
- sclérochores (Scl) : diaspores non charnues et relativement légères.

Ces types chorologiques peuvent être rassemblés en de grands groupes d'après le système établi par Molinier et Müller (Noumi, 2012) :

- zoochores : sarcochores et desmochores ;
- anémochores : sclérochores, ptérochores et pogonochores ;
- hydrochores : pléochores ;
- autochores : ballochores et barochores.

II.4.1.2.1.3. Types de dimensions foliaires

Raunkiaer a classé les plantes en fonction des types de dimensions foliaires (TF), cette classification a été utilisée en région tropicale par Musango (1990). D'après une synthèse de Lubini (1997), on a les subdivisions suivantes :

- leptophylles (Le) : surface foliaire inférieure à 0,2 cm² ;
- nanophylles (Na) : surface foliaire comprise entre 0,2 et 2 cm² ;
- microphylles (Mi) : surface foliaire comprise entre 2 et 20 cm² ;
- mésophylles (Mé) : surface foliaire comprise entre 20 et 200 cm² ;
- macrophylles (Ma) : surface foliaire comprise entre 200 et 2000 cm² ;
- mégaphylles (Mg) : surface foliaire supérieure à 2000 cm².

II.4.1.2.1.4. Groupes écologiques

Les groupes socioécologiques ont été distingués en Afrique tropicale par de nombreux auteurs (Schnell, 1952 ; Mullenders, 1954 ; Lebrun et Gilbert, 1954 ; Schmitz, 1963 ; 1971 ; 1988 ; Sinsin, 1993 ; Sokpon, 1995 ; Noumi, 1998 ; Ganglo, 1999 ; Houinato, 2001 ; Oumorou, 2003). Seuls les classes, les ordres et les alliances sont retenus dans le présent travail.

II.4.1.2.1.4.1. Classe des *Strombosio-parinarietea* Lebrun et Gilbert 1954

Elle caractérise les forêts ombrophiles sempervirentes, les formations forestières climatiques constituées d'une strate supérieure de grands arbres, où le tapis graminéen est absent et où le climat est le facteur déterminant de cette végétation, ou aucune période de défoliation concentrée n'apparaît dans le cours de l'année. Cette classe regroupe trois ordres à savoir :

- ordre des *Gilbertiodendretalia Dewevrei* Lebrun et Gilbert 1954 qui caractérise les forêts ombrophiles équatoriales ;
- ordre des *Garcinietalia* Noumi 1998 qui regroupe les forêts de transition ou forêt submontagnarde ;
- ordre des *Ficalhoeto-Podocarpetalia* Lebrun et Gilbert 1954 qui caractérise les forêts ombrophiles de montagne.

II.4.1.2.1.4.2. Classe des *Musango-Terminalietea* Lebrun et Gilbert 1954

Elle renferme les formations forestières secondaires reconstituant les forêts denses ombrophiles, guinéennes et péri guinéennes. Cette dégradation est due à des trouées provoquées par la mort d'arbres de la voûte, à l'action diversifiée de l'homme ou à des clairières plus ou moins importantes, résultant des catastrophes naturelles telles que les ouragans ou les glissements de terrains. Cette classe est constituée des ordres de :

- *Musangetalia* Lebrun et Gilbert 1954, alliance de *Calancobo-Tremion* Lebrun et Gilbert 1954 : il s'agit des jachères préforestières, des fourrés post-cultureaux sur sols hydromorphes.
- *Polyscietalia fulvae* Lebrun et Gilbert 1954, alliance de *Lobelio gibberoae* Lebrun et Gilbert 1954 : ce sont de recrus et forêts secondaires dans l'aire des forêts denses de montagne.

II.4.1.2.1.4.3. Classe des *Mitragynetea* Schmitz 1963

La classe des *Mytragynetea* constitue la végétation hygrophile et édaphique liée aux sols hydromorphes. Cette classe est spécifique des groupements arbustifs et arborescents périodiquement inondés-exondés et marécageux. Ils forment souvent d'étroites franges arbustives le long des rives des grandes rivières ou des galeries forestières sur les dépôts alluvionnaires. Ils se développent aussi dans les dépressions marécageuses et les vallées. Cette classe est mieux représentée dans toute l'Afrique tropicale et subtropicale. Les formations forestières édaphiques liées aux sols hydromorphes appartiennent toutes à la Classe des *Mytragynetea* Schmitz 1963.

II.4.1.2.1.4.4. Classe des *Ruderali-Manihotetea* Emed. Hoff et Brisse 1983

Cette classe caractérise les groupements végétaux anthropiques et nitrophiles, piétinés des décombres et des bords de route, cultureaux et postcultureaux en régions tropicales.

II.4.1.2.1.4.5. Classe des *Phragmitetea* Tüxen et Preising 1942

Elle constitue une classe de végétation herbacée semi-aquatique des eaux douces des régions chaudes et froides. Les associations regroupées au sein de cette classe et dans l'ordre des *Papyretalia* Lebrun 1947 sont composées d'herbes enracinées flottantes, mieux représentées dans toutes les régions tropicales et

subtropicales africaines. Elle occupe souvent les bancs de sable de larges cours d'eau, anses calmes, les lacs, les mares, les étangs, etc. Elles forment très souvent d'étroites prairies semi-aquatiques en bordure des groupements ripicoles ligneux. Les principales composantes sont des *Poaceae* et des *Cyperaceae* présentant des remarquables adaptations à l'exhaussement du substrat et aux fluctuations saisonnières du plan d'eau.

II.4.1.2.1.4.6. Classe des *Pycnanthetea* Schnell 1952

Elle caractérise les groupements végétaux des forêts denses non marécageuses de basse altitude.

II.4.1.2.1.4.7. Classe des *Soncho-Bidentetea pilosi* Hoff, Brisse et Grandjouan 1985

Espèces pantropicales des végétations culturales, messicoles et post-culturales avec pour ordre celui de *Bidentetalia pilosae* Schmitz 1971 des végétations adventices des cultures sur sol de terre ferme et des jachères herbeuses.

II.4.1.2.1.4.8. Classe des *Hyparrhietea* Schmitz 1963

Cette végétation regroupe les savanes non steppiques de la région soudano-zambézienne. Les groupements individualisés ont été classés de la manière suivante : Ordre des *Hyparrhenio-Acaciotalia campylacanthae* Strel 1963 ; ordre des *Hyparrhietalia diplandrae* Lebrun 1947 renfermant les savanes guinéennes et péri guinéennes riches en espèces mésophiles semi-aquatiques et en recrues forestiers ; ordre d' *Hyparrhenio-Combretetalia* Schmitz 1988 regroupe les espèces des savanes plus ou moins boisées, sur sols secs et pauvres ou l'érosion a créé un horizon caillouteux.

II.4.1.2.1.4.9. Classe des *Oleo-Podocarpetea* Schmitz 1988

Elle caractérise les groupements des forêts sclérophylles de montagne avec pour ordre celui d' *Oleo-Jasminetalia* Lebrun et Gilbert 1954 qui a eu des représentants dans les végétations étudiées.

II.4.1.3. Etude de la structure des ligneux de la forêt du massif Kala

L'analyse structurale consiste à étudier la distribution du nombre de tiges inventoriées par catégories de diamètres dans le but de déterminer l'équilibre du peuplement et les possibilités de régénération des espèces. Une analyse en termes de dominance et de densité sera également faite.

II.4.1.3.1.Densité des espèces

Elle correspond, pour les arbres, au nombre d'individus de circonférence supérieure à 31,5 cm qui couvre un hectare. Pour la régénération, elle exprime, de la même façon, le nombre de tiges rapporté à l'hectare. Dans les deux cas, on fait l'hypothèse que les individus sont disposés de façon aléatoire.

La densité relative (Dr) est le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce A et le nombre d'individus de toutes les espèces.

II.4.1.3.2.Coefficient de similitude de Sorensen

Ce coefficient a été défini par Sorensen (1948). Il permettra de mesurer la ressemblance des valeurs échantillonnées sur des relevés voisins. Il permettra aussi de comparer les 21 relevés deux à deux pour savoir s'ils appartiennent à une même communauté végétale. La formule utilisée est la suivante :

$$K = (2 c / A + B) \times 100$$

Elle représente le pourcentage d'espèces communes dans les deux relevés où :

A = Nombre total d'espèces du relevé (i)

B = Nombre total d'espèces du relevé (j)

C = Nombre total des espèces communes aux deux relevés.

Lors que K est supérieur à 50 %, les relevés comparés appartiennent à une même communauté. Au cas contraire c'est à dire K inférieur à 50 % les deux relevés appartiennent aux communautés différentes.

II.4.1.3.3.Recouvrement

Le recouvrement d'une espèce est la somme de toutes les surfaces des individus présents dans la surface inventoriée.

Le recouvrement relatif est le rapport entre le recouvrement de l'espèce A et la somme des recouvrements de toutes les espèces de la surface inventoriée.

II.4.1.3.4.Distribution des espèces en classe de diamètres

La distribution des espèces par classe diamètre consiste à répartir toutes les espèces recensées dans les différentes classes de diamètre (Tab. VI). Elle est représentée à partir des mesures de circonférence. Nous avons choisi d'établir 14 classes de diamètre qui correspondent chacune à un intervalle de 10 cm de diamètre.

Tableau VI : Les différentes classes de diamètres.

Classe	Diamètres (D en cm)
C ₅	$1 \leq D \leq 10$
C ₁₅	$10 \leq D \leq 20$
C ₂₅	$20 \leq D \leq 30$
C ₃₅	$30 \leq D \leq 40$
C ₄₅	$40 \leq D \leq 50$
C ₅₅	$50 \leq D \leq 60$
C ₆₅	$60 \leq D \leq 70$
C ₇₅	$70 \leq D \leq 80$
C ₈₅	$80 \leq D \leq 90$
C ₉₅	$90 \leq D \leq 100$
C ₁₀₅	$100 \leq D \leq 110$
C ₁₁₅	$110 \leq D \leq 120$
C ₁₂₅	$120 \leq D \leq 130$
C ₁₃₅	$130 \leq D \leq 140$

II.4.1.3.5. Classification morphologique des espèces

Cette distribution permet de répartir toutes les espèces recensées dans les différentes classes de diamètre (Tab. VII). Les espèces pouvant être scindées en deux groupes : les espèces du peuplement arborescent et les espèces du peuplement de régénération. Le peuplement arborescent comprendra autant de classes de multiple de 10 selon la valeur du diamètre maximal observé puisque la répartition se fait par intervalle de 10 cm. Une classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint est faite à l'aide d'une échelle de grandeur qui permet de regrouper tous les ligneux en cinq (05) catégories : A, B, C, D et E (Letouzey, 1968 ; Wolter, 1993).

Tableau VII : Classification des espèces en fonction du diamètre maximal atteint.

Espèces		Diamètre (cm)	Catégories
Arborescentes	Grandes	Dépassant 100	A
	Moyennes	Compris entre 50 et 100	B
	Petites	Compris entre 20 et 50	C
Arbustives	Grandes	Compris entre 10 et 20	D
	Moyennes	Inférieur à 10	E

II.4.1.3.6. Analyse floristique des données

La diversité floristique concerne les inventaires du peuplement arborescent aussi bien que ceux du peuplement de régénération. Pour une espèce quelconque, la distribution spatiale dans un peuplement dépend d'un certain nombre de facteurs : son affinité avec les conditions du milieu, sa capacité de régénération ou possibilité de disséminer ses diaspores dans le milieu. Dans le but de caractériser la composition floristique de la forêt submontagnarde du massif Kala (1156 m) d'altitude, une analyse en termes de fréquence et d'abondance a été faite.

II.4.1.3.6.1. Diversité floristique

Les données collectées sur le terrain ont été traitées à l'aide de programmes informatiques qui ont servi au classement des données numériques et à l'élaboration des graphiques. Ils ont été utilisés pour calculer les paramètres de caractérisation de la végétation que sont la densité/abondance, la dominance, la fréquence, la diversité, l'importance écologique des différentes espèces et familles, les paramètres synthétiques, la caractérisation des groupements végétaux.

II.4.1.3.6.2. Fréquence

La fréquence donne une idée du comportement social des espèces, des genres ou des familles, ainsi qu'une idée de leur distribution dans l'espace. Elle représente le nombre d'unités élémentaires d'échantillonnage où soit l'espèce, soit la famille est signalée, c'est la fréquence absolue dans ce cas.

Si la fréquence est le rapport exprimé en pourcentage du nombre d'unités échantillonnaires où soit l'espèce, soit le genre, soit la famille est présentée au nombre total d'unités, c'est la fréquence relative.

Fréquence relative

$$= \frac{\text{Valeur absolue de la fréquence de l'espèce}}{\text{Somme des valeurs des fréquences de toutes les espèces}} \times 100$$

II.4.1.3.6.3. Abondance

L'abondance d'une espèce dans un peuplement donné est l'importance numérique des individus de cette espèce dans le peuplement par rapport au total d'individus. C'est alors une valeur relative qui permet de connaître les espèces caractéristiques, qui forment le fond d'un peuplement végétal. Aubréville (1965) définit l'espèce caractéristique d'un milieu forestier comme étant celle qui a manifesté

le plus de vitalité dans la compétition interspécifique et dont le résultat est sa particularité abondante dans le peuplement.

$$\text{Abondance relative} = \frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

II.4.1.3.6.4. Dominance

La dominance d'une espèce dans un peuplement donné représente la surface terrière par unité de surface, c'est la valeur absolue. La formule de la surface terrière est la suivante :

$$S = \frac{\sum \pi D_i^2}{4}$$

S = Surface terrière en m² et D_i = Diamètre de l'espèce i mesuré en m.

La dominance relative s'obtient par la formule suivante :

$$\text{Dominance relative} = \frac{\text{Valeur absolue de la dominance de l'espèce}}{\text{Surface terrière totale}} \times 100$$

II.4.1.3.6.5. Richesse spécifique

La richesse spécifique (RS) est le nombre d'espèces. On peut distinguer la richesse spécifique observée (S_{obs}) qui correspond au nombre d'espèces inventoriées dans l'échantillon de la parcelle et la richesse spécifique calculé (S) qui estime le nombre d'espèce du peuplement.

II.4.1.3.6.6. Diversité spécifique

La mesure de la diversité permet de rendre compte de la répartition des abondances des différentes espèces de l'échantillon. Plusieurs indices d'un usage sont utilisés pour mettre en évidence la diversité spécifique des communautés végétales. Ces modèles mathématiques spécifiques aux groupements végétaux sont définis ci-dessous.

II.4.1.3.6.6.1. Indice de SHANNON

L'indice de Shannon provient de la théorie de l'information (Shannon, 1948). Il mesure l'incertitude quand l'appartenance à une espèce donnée d'un individu pris au hasard dans l'échantillon. Il s'exprime en fonction des proportions de chaque espèce.

$$ISH = \sum (N_i / N \log_2 N_i / N)$$

N_i est le nombre d'individus de l'espèce i et N l'effectif des individus des espèces présentes. Cet indice s'exprime en bit.

Ainsi l'indice sera d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et que leurs proportions sont voisines.

II.4.1.3.6.6.2. Indice d'équitabilité de PIELOU

L'indice d'équitabilité de Piérou est le rapport entre la diversité observée et le nombre d'espèces présentes dans les relevés.

$$EQ = ISH/ISH \text{ max}$$

Cette équitabilité permet de rendre compte de la distribution des espèces dans l'échantillon.

II.4.1.3.6.6.3. Indice de SIMPSON

L'indice de Simpson est une mesure de la dominance. Il exprime la probabilité pour que deux individus pris au hasard dans le peuplement étudié appartiennent à la même espèce.

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

Ainsi l'indice sera d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et que leurs proportions sont voisines.

II.4.1.3.6.6.4. Indice de diversité de Hill

C'est une mesure de l'abondance proportionnelle permettant d'associer les indices de Shannon et de Simpson (Grall et Hily, 2003 ; Tajeukem, 2017).

$$\text{Hill} = ((1/\lambda)) / e^H$$

$1/\lambda$: c'est l'inverse de l'indice de Simpson

e^H : c'est l'exponentiel de l'indice de Shannon

L'indice de diversité de Hill permet d'avoir une idée encore plus précise de la diversité observée. $1/\lambda$ va permettre la mesure de l'effectif d'individus très abondants. e^H va en revanche permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice 1-Hill, où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1 et la diversité minimale par la valeur 0. C'est l'indice de Hill qui semble le plus pertinent dans la mesure où il intègre les deux autres indices. Toutefois, il peut être utile d'utiliser les trois indices conjointement afin d'en extraire un maximum d'information et de mieux comprendre la structure des communautés.

II.4.1.3.6.6.5. Indice de Régularité

A nombre égal de taxons et d'individus, plus un taxon est abondant (il domine les autres), plus faible nous apparaît la diversité globale. La Biodiversité est maximale lorsque le nombre total d'individus sur un site est réparti régulièrement entre les taxons. L'indice de régularité informe sur la proportion de l'abondance totale des individus contrôlée par une proportion des espèces dominantes. C'est l'inégalité d'abondance entre espèces.

Comme la diversité maximale est atteinte dans le cas d'une équiréquence des S taxons du relevé (régularité des abondances), dans le cas de Shannon-Weaver, on en déduit la biodiversité maximale H_{max}.

$$H_{\max} = \log_2 S$$

L'Indice de Régularité R est le rapport entre la diversité observée H et la diversité maximale H_{max}.

$$R = \frac{H}{\log_2 S}$$

Un indice de régularité est compris entre 0 et 1. Dans la nature, cet indice est communément de l'ordre de 0,8 ou 0,9. Ainsi, l'indice de biodiversité H peut être vu comme le produit de la richesse spécifique S exprimée en logarithme et de la régularité des différents taxons. Cette formulation présente bien l'avantage de quantifier simultanément la richesse taxinomique et la répartition des taxons d'une communauté.

II.4.1.3.6.6.6. Diversité générique

Indice de diversité générique : $IG = \delta p/G$ où δp : le nombre d'espèces, G : le nombre de genres du peuplement étudié et IG : Indice de diversité générique. Il permet de caractériser la stabilité du peuplement végétal (Sonké, 1998).

II.4.1.3.6.6.7. Indice de CURTIS et Mc INTOCH

L'importance des espèces ou des familles d'une communauté végétale donnée s'apprécie à partir de plusieurs paramètres tels que: la densité, la fréquence, la dominance, la diversité relative ou nombre d'espèces d'une famille donnée. Cette appréciation peut varier suivant le paramètre considéré, l'utilisation d'indices prenant en compte plusieurs paramètres paraît plus significative (Mueller-Dombois et Ellenber, 1974). De ce fait, le " IVI " (Importance Value Index) de Curtis et McIntosh (1951) qui intègre la densité, la dominance et la fréquence des espèces permet de

mieux apprécier l'importance des espèces des communautés végétales. Sa formule est la suivante:

$IVI = \text{Abondance relative} + \text{Dominance relative} + \text{Fréquence relative}$ Sa valeur varie de 0 à 300.

De la même façon, le "FIV" (Family Importance Value) de Mori et *al.* (1983) apprécie mieux l'importance des familles dans une communauté végétale considérée selon la formule suivante:

$FIV = \text{Abondance relative} + \text{Dominance relative} + \text{Diversité relative}$ Sa valeur varie de 0 à 300.

Ces différents paramètres ont permis de caractériser différents types de végétation définis essentiellement à partir de caractères physiologiques (White, 1986).

Pour construire la courbe aire-espèces, le nombre d'espèces supplémentaires qui se produisent dans chaque unité d'échantillonnage consécutive (50×25 m) a été ajouté avec l'augmentation de la surface. Cet indice IVI (Indice de Valeur d'Importance) a été défini par Curtis et Mc Intoch (1951). Il effectue une pondération des valeurs de la diversité par des termes relatifs à la surface terrière et la fréquence de l'espèce.

II.4.1.3.6.6.8. Indice de Margalef

La comparaison de la diversité spécifique des groupements végétaux a été réalisée sur la base de la richesse spécifique respective (S) et le nombre d'individus (N). L'indice de Margalef (Rmg) (Magurran, 2004) s'obtient par la formule suivante :

$$Rmg = \frac{S}{\ln(N)}$$

Cet indice permet d'apprécier la diversité biologique des groupements végétaux identifiés.

II.4.1.4. Courbe aire-espèces cumulées

La notion d'aire minimale en forêts tropicales est une fiction car la courbe aire-espèces ne s'arrête pas de croître même pour des inventaires très poussés (Senterre, 2005). En phytosociologie, ce principe se traduit par ce qu'on appelle des diagrammes d'homotonité (Gillet, 2000). La courbe aire-espèces cumulées ou diagramme d'homotonité, exprime l'augmentation du nombre d'espèces (en ordonnée) en fonction de la surface croissante (en abscisse). Elle permet de déterminer la surface minimale à

inventorier. Elle peut être construite pour une association végétale déterminée, ou pour un transect représentatif d'une région (Gounot, 1969). La courbe aire-espèces cumulées se construit en ordonnant les relevés d'une association végétale par nombre croissant d'espèces par relevé. On reporte alors le nombre cumulé d'espèces en fonction du nombre de relevés, placé dans l'ordre défini.

En coordonnées logarithmiques, cette courbe est linéaire. C'est donc une fonction puissance de la forme $y = ax^b$ connue sur le nom de relation d'allométrie. Cette fonction est tracée à partir de l'équation $Y = a_0 + a_1X$. C'est la droite des moindres carrés ajustant le nuage des points $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots (X_n, Y_n)$ où les constantes a_0 et a_1 sont déterminés en résolvant les équations normales de la droite des moindres carrés suivantes :

$$\begin{cases} \sum Y = a_0N + a_1 \sum X \\ \sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \end{cases}$$

La résolution de ce système d'équation donne :

$$a_0 = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

On s'efforce de linéariser cette équation et de rechercher l'équation de la droite qui s'y ajuste mieux. Cette droite de régression de y en x est généralement déterminée par la méthode des moindres carrés ou au sens des moindres carrés c'est-à-dire de manière à rendre minimum la somme des carrés des écarts entre les points observés et les points correspondants de la droite. La fonction puissance $y = ax^b$ où y est le nombre d'espèces et x la surface inventoriée en m^2 entraîne $\log y = \log a + b \log x$. En posant $Y = \log y$, $a_0 = \log a$, $a_1 = b$, $X = \log x$, on obtient l'équation $Y = a_0 + a_1X$.

Le coefficient de corrélation qui mesure la netteté de la liaison existant entre les deux séries d'observations si l'on suppose qu'il y a une relation linéaire entre deux variables s'écrit :

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

où $x = X - \bar{X}$ et $y = Y - \bar{Y}$. En remplaçant x et y par leur valeur, on obtient :

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

II.4.2. Caractérisation des groupements végétaux de la forêt Kala

II.4.2.1. Méthode d'analyse multivariée

La DCA (Detrended Correspondance Analysis) est une méthode d'ordination et d'analyse indirecte de gradient basée sur l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC), mais qui en corrige les deux défauts principaux. C'est une variante de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) développée par (Hill et Gauch, 1980). La DCA a été choisie dans le cadre de ce travail parce que selon Legendre et Legendre 1998, cette méthode est encore de nos jours :

- caractériser la diversité de la flore ligneuse du Massif Kala ;
- étudier la structure des ligneux de cette forêt ;
- évaluer leurs distributions dans l'horizontalité et la verticalité ;
- la principale méthode d'analyse indirecte de gradient, c'est-à-dire d'analyse de variance d'un lot de données floristiques (Tableau-relevés/espèces, contenant typiquement des nombreux zéros) correspondant à des relevés placés le long d'un gradient environnemental qu'on ignore dans un premier temps ;
- elle permet ensuite d'ordonner les données floristiques sans émettre des considérations écologiques ;
- elle détermine la pondération objective des variables permettant la séparation optimales des relevés ;
- elle identifie les relevés d'origine douteuse ou inconnue et reconnaît les relevés mal identifiés.

II.4.2.2. Détermination des groupements végétaux et Cluster analysis (dendrogrammes)

La détermination des groupements végétaux et le dendrogrammes'obtiennent à partir des données des relevés phytosociologiques enregistrées sous la forme d'un tableau qui comporte les espèces en ligne et les relevés en colonne et les coefficients d'abondance-dominance aux intersections dans le logiciel Excel 2010. Pour obtenir un tableau phytosociologique, on permute les espèces et les relevés en tenant compte des corrélations positives et négatives entre eux. Ceci mène à une diagonalisation du tableau brut. On reconnaît alors dans ce tableau des groupements qui peuvent être hiérarchisés pour produire un tableau élaboré. Dans ce tableau élaboré, les espèces sont classées en espèces caractéristiques ou différentielles du groupement et des groupements de niveau hiérarchique supérieur. Les espèces qui n'appartiennent à aucune des catégories précédentes sont dites « compagnes ». Les espèces rares ne sont

généralement pas présentées dans le tableau pour ne pas l'alourdir. S'il y a beaucoup de relevés, il est conseillé de présenter un tableau synoptique où ne sont repris qu'un relevé type de chaque groupement, le recouvrement moyen et la fréquence de chaque espèce dans les relevés constituant ce groupement. Les relevés aberrants peuvent être supprimés de ce tableau. Après analyse avec Twinspan, le tableau obtenu doit être soumis à un remaniement de façon à obtenir les différents groupements possibles.

Une fois les groupements obtenus, des dendrogrammes doivent être effectués en faisant de cluster analysis en vue d'évaluer le degré d'affinité entre les sites et les groupements étudiés, en utilisant des coefficients de similitudes du logiciel MVSP 3.22 (Multi-Variate Statistical Package). Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante (CAH) est obtenu à l'aide du logiciel Multi-Variate Statistical Package (MVSP 3.22) par la méthode de Ward sur la base de la distance de Bray-Curtis, clustering par UPGMA (Unweighted Pair Group Method of Agregation). Les plans factoriels sont obtenus avec le logiciel MVSP 3.22 sur la base d'une DCA.

II.4.2.3. Caractérisation des groupements végétaux

A l'issue du traitement des relevés, des assemblages d'espèces et de relevés ont été mis en évidence. Cette étape consistait à rechercher si les assemblages obtenus correspondent à des unités phytosociologiques décrites et dénommées dans la bibliographie disponible. Un tableau brut est réalisé dans lequel les espèces sont classées selon leurs préférences syntaxonomiques à l'aide des différents volumes de la flore du Cameroun. Cette étape est réalisée de manière conjointe à la classification hiérarchique des relevés afin de donner une première indication sur le rattachement syntaxonomique des groupements de relevés aux unités supérieures (classe, ordre, alliance, association). Au sein de chaque groupement ainsi constitué, la composition floristique et les informations stationnelles de chaque relevé sont comparées aux végétations décrites dans la bibliographie. Pour cela, l'outil de référence utilisé est celle de la classification de Lebrun et Gilbert (1954). Pour chaque unité, il faut rechercher les espèces caractéristiques ainsi que les références bibliographiques permettant de l'identifier. Chaque groupement végétal est présenté suivant la classification hiérarchisée CEPS (Central European phytosociology) (Tab.VIII). Pour chaque groupement, un tableau élaboré et un texte explicatif structuré de la façon suivante ont été réalisés : synsystème, physionomie, structure, caractéristiques stationnelles, composition floristique, confusion possible avec d'autres groupements végétaux, variabilité, valeur patrimoniale, menaces et dynamique (Royer, 2009). Une

description jusqu'à l'association est recherchée. La synsystème repose essentiellement sur les grandes unités phytosociologiques définies pour les phytocénoses équatoriales, subéquatoriales et tropicales par divers chercheurs (Duvigneaud, 1949 ; Léonard, 1952 ; Schnell, 1952 ; Lebrun et Gilbert, 1954 ; Schmitz, 1963, 1971, 1988 ; Hoff et Brisse, 1983 ; Sinsin, 1993. Des relations ont été également recherchées entre les végétations. Une réflexion a été apportée sur les mécanismes qui régissent la dynamique de la biodiversité végétale sur le site étudié.

Tableau VIII : Système de classification CEPS (Delpech, 2006)

Catégories	Suffixes
Classe	<i>-etea</i>
Sous classe	<i>-enea</i>
Ordre	<i>-etalia</i>
Sous ordre	<i>-enalia</i>
Alliance	<i>-ion</i>
Sous alliance	<i>-enion</i>
Association	<i>-etum</i>
Sous association	<i>-etosum</i>

II.4.3. Description des nouveaux syntaxons éventuels au niveau du massif

Kala

II.4.3.1. Distribution phytogéographique

Les subdivisions chorologiques en Afrique sont l'œuvre de plusieurs auteurs dont les plus récents travaux sont ceux de White (1986) et Denys (1980). L'analyse faite suivant ces grandes subdivisions permet de distinguer trois sous-éléments de la flore (Sonké, 1998 ; Noumi, 2005).

II.4.3.1.1. Espèces à large distribution phytogéographique

Ce sont des éléments appartenant à la flore tropicale et ayant une amplitude écologique plus large, leurs aires font intervenir à la fois la migration de ces espèces à travers certaines régions ou bien l'ensemble du globe, et leur possibilité de s'adapter à plusieurs types de climat. Leurs types de distribution phytogéographique sont les suivants :

- cosmopolites (Cos) : espèces réparties aussi bien dans les zones tempérées que tropicales, donc à travers le monde entier ;
- pantropicales (Pan) : espèces connues en Afrique, Asie et en Amérique tropicales, donc dans toutes les zones tropicales ;

- paléo tropicales (Pal) : espèces présentes en Afrique et Asie tropicales, à Madagascar et en Australie ;
- afro-malgaches (AM) : espèces communes aux îles de la région malgache et à l'Afrique continentale ;
- pluri-régionales africaines (PRA) : espèces dont l'aire de distribution couvre plusieurs régions floristiques africaines ou deux régions floristiques qui ne sont pas en contact ;
- afro-asiatiques (Aas) : espèces répandues en Afrique et Asie tropicales ;
- afro-américaines (Aam) : espèces connues en Afrique et Amérique tropicales.

II.4.3.1.2.Espèces de liaison

Ce sont les espèces dont l'aire de distribution s'étale plus ou moins largement sur les régions naturelles voisines, sans qu'elles ne manifestent une préférence marquée pour ces régions. Elles s'y rencontrent au sein des conditions écologiques plus ou moins particulières à chacune de ces régions (Noumi, 2005). On peut donc distinguer les types suivants :

- Afrique tropicale (At) : espèces qui, tout en restant dans la même région, peuvent occuper des milieux différents, ce fait provient souvent de la grande plasticité écologique de ces espèces ;
- guinéennes et soudano-zambéziennes (G-Sz) : espèces qui se rencontrent au sein des conditions écologiques plus ou moins particulières à l'élément guinéen et à l'élément soudano-zambézien.

II.4.3.1.3.Espèces guinéennes

Pour les espèces guinéennes, leurs types de distribution phytogéographique sont les suivants :

- omni ou sub-omni-guinéo-congolaises (GC) : espèces présentes dans toute la région floristique guinéenne ;
- centro-guinéo-congolaises (CG) : espèces dont l'aire de distribution va du Cameroun en République démocratique de Congo ;
- occidentales guinéennes (WG) : espèces qui sont répandues de l'Afrique occidentale au Cameroun occidental ;
- Cameroun-Congo (CaCo) : espèces présentes seulement dans le massif camerounais et le bassin congolais ;

- Cameroun-Gabon (CaGab) : espèces connues seulement du massif forestier Cameroun-Gabon-Mayumbé ;
- Cameroun (Cam) : espèces signalées seulement au Cameroun ;
- basses guinéennes (BG) ;
- basses guinéennes atlantiques (BGA).

II.4.3.2. Affinités altitudinales des espèces ou types d'habitat

Cette distribution regroupe les espèces ayant des affinités avec l'altitude (Noumi, 2012, 2013), ces espèces peuvent être réparties en 5 types :

- les espèces de basse et moyenne altitudes (bm) ;
- les espèces caractéristiques de basse et moyenne altitudes et submontagnardes (bm+sm) ;
- les espèces submontagnardes (sm) ;
- espèces caractéristiques de l'étage submontagnard et montagnard inférieur (sm+mi) ;
- les espèces montagnardes inférieures (mi).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala

III.1.1.1. Présentation de la flore

L'inventaire a été fait sur 21 parcelles de 2500 m² soit une superficie totale de 52 500 m² (5,25 ha). Un total de 4519 individus ayant un diamètre ≥ 1 cm a été recensé. Ces individus sont repartis dans 211 espèces ligneuses, 154 genres et 46 familles. Parmi ces espèces, 210 ont été déterminées au niveau spécifique, 01 au niveau générique. La liste des différentes espèces et familles est présentée dans le tableau à l'annexe (annexe 1), accompagnée des paramètres floristiques et des données recueillies sur le terrain.

Les espèces de cette unité géomorphologique appartiennent à 46 familles. Les *Fabaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Mimosaceae* confondues sont regroupées dans la grande famille des *Leguminosae* (Noumi, 2013 ; 2015). Cette grande famille des *Leguminosae* est la plus riche, représentée par 34 espèces. Elle est suivie des *Euphorbiaceae* (24), *Rubiaceae* (15), *Sterculiaceae* et *Annonaceae* (13), *Meliaceae* (12) (Fig. 8).

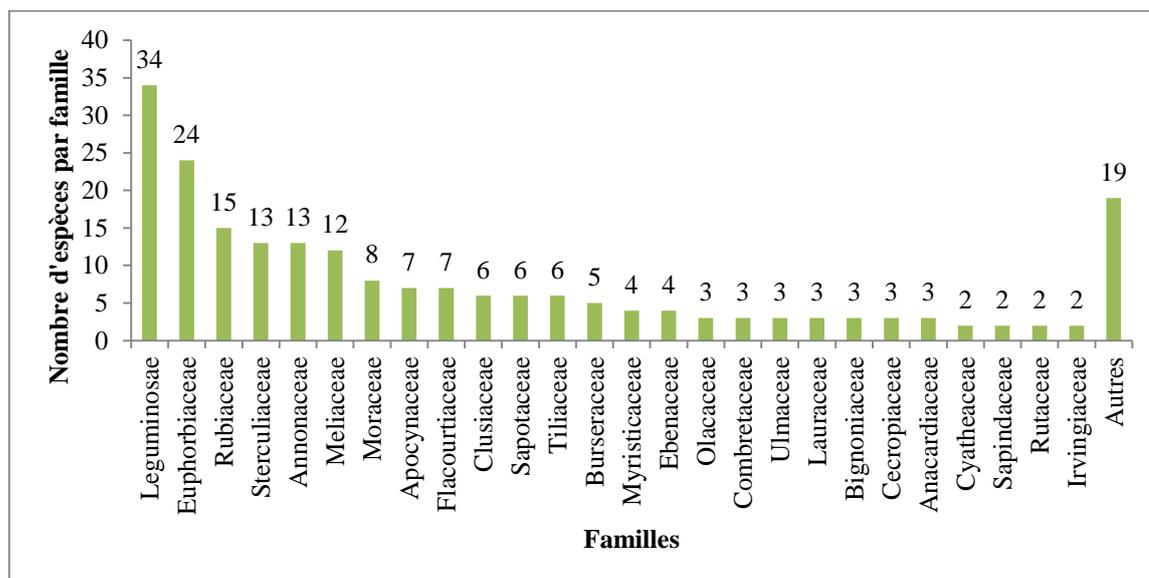


Fig.8. Diversité spécifique de quelques familles recensées dans la forêt submontagnarde du massif de Kala. Le nombre des espèces recensées est indiqué pour chaque famille.

La distribution des nombres d'espèces par famille montre une courbe en J renversée (Fig. 8). Deux familles de cette unité géomorphologique sont représentées par 4 espèces : *Ebenaceae* et *Myristicaceae* (1,88 %). Elles sont suivies par 7 familles représentées par 3 espèces avec une diversité relative de 1,41 % : *Anacardiaceae*, *Bignoniaceae*, *Cecropiaceae*, *Combretaceae*, *Lauraceae*, *Olacaceae* et *Ulmaceae*. 4

familles sont représentées par 2 espèces avec une diversité relative de 0,94 % (*Cyatheaceae*, *Sapindaceae*, *Rutaceae* et *Irvingiaceae*). Les 19 autres familles sont représentées par une seule espèce (fig. 8). La méthodologie adoptée a permis de dénombrer 4519 individus sur 5,25 ha de relevés phytogéographiques, donnant une appréciation de la diversité ligneuse de la forêt. Parmi ces espèces 172 sur 211 étaient des arbustes (Tab.IX). La densité des individus ligneux est aussi indiquée.

Tableau IX : Nombre des espèces, genres et familles des types morphologiques dans la forêt submontagnarde du massif Kala.

Variables	Dbh \geq 1 cm	Arbustes, $1 < dbh < 10$ cm	Arbres, dbh \geq 10 cm
Richesse spécifique	211	172	194
Nombre de genres	154	123	144
Nombre de familles	46	39	41
Indice de Shannon (H')	6,87	6,77	6,55
Aire totale (ha)	5,25ha	5,25ha	5,25ha
Nombre d'individus	4519	2465	2054
Densité par individu (individus ha ⁻¹)	860,76	469,52	391,24
Aire basale	146,33	4,84	141,5
Aire basée du principal individu (m ² ha ⁻¹)	27,9	0,92	26,95

III.1.1.2. Echantillonnage des espèces de la classe de diamètre $1 < dbh < 10$ cm sur 5,25 ha

Le nombre d'individus de la classe de diamètre $1 \leq dbh < 10$ cm inventorié dans 5,25 ha est de 2465, soit une densité moyenne de 470 individus/ha. Ces plantes sont regroupées en 172 espèces. L'aire basale est de 4,84 m² (en moyenne 0,92 m²/ha). Parmi ces espèces 17 n'ont pas de représentant dans la classe de diamètre dbh \geq 10 cm. L'espèce la plus dense est *Tabernaemontanacrassa* (85 individus, soit 03,45 % d'arbustes), *Aulacocalyxjasmiflora* (76 individus, soit 03,08 %), *Allanblackia gabonensis* (62 individus, soit 02,52 %), *Guarea thompsonii* (60 individus, soit 02,43 %). L'inventaire informe sur la régénération des principales espèces forestières avec des jeunes plantes de diamètre $1 \leq dbh < 10$ cm, et aussi la tendance au gréganisme dans cet étage forestier. La courbe du nombre d'individus par espèce a été construite pour 4 catégories de dbh: $1 \leq dbh < 10$ cm pour les arbustes et dbh \geq 10 cm pour les arbres (Fig. 9).

L'observation de la pente à l'origine de la courbe montre une croissance rapide du nombre dans toutes les ordonnées. La courbe des ligneux dbh \geq 70cm n'atteint pas

le palier difficilement atteint par la courbe $30 \leq \text{dbh} < 70$ cm. La courbe des arbustes présente une croissance transversale qui coupe la courbe $30 \leq \text{dbh} < 70$ cm, mais qui n'atteint pas la richesse spécifique de la courbe $10 \leq \text{dbh} < 30$ cm.

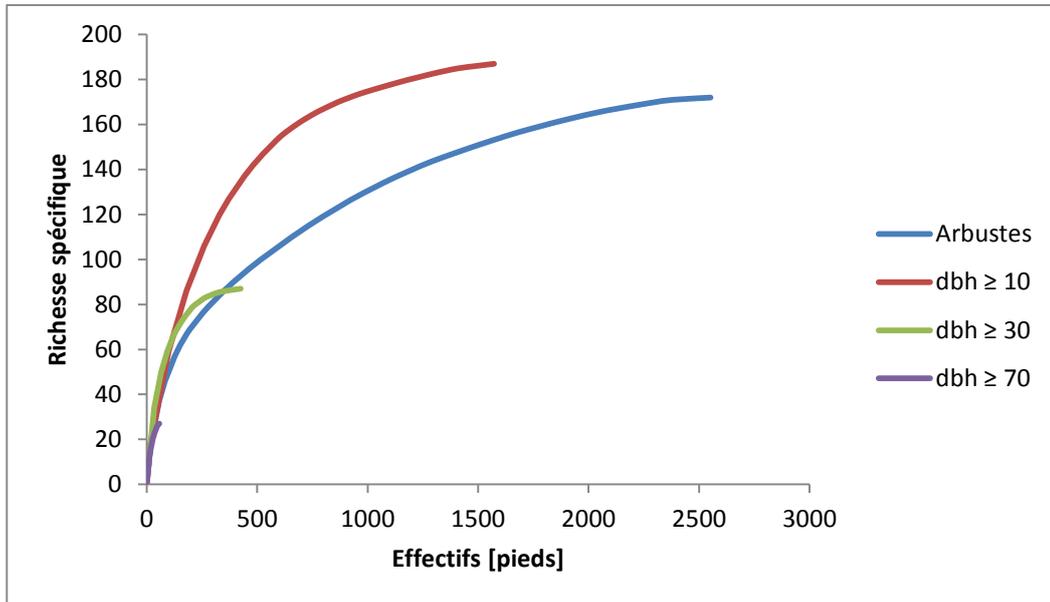


Fig.9. Courbes de distribution des individus à $1 \leq \text{dbh} < 10$ cm et $\text{dbh} \geq 10$ cm

III.1.1.3. Echantillonnage ($\text{dbh} \geq 10$ cm) sur 5,25 ha

III.1.1.3.1. Structure

Quand on considère les classes de diamètres, 54,55 % des individus appartiennent à la classe [1-10 cm [; 25,51 % appartiennent à la classe [10-20 cm [. Le faible pourcentage (0,04 %) correspond aux individus de la classe de diamètre [110-120 cm [et [120-130 cm [; 0,11 % des individus seulement atteignent le dbh maximal [130-140 cm [. Dans l'ensemble, 97,10 % des individus ont un $\text{dbh} \leq 40$ cm. Les arbres de gros diamètres sont notamment *Celtis zenkeri*, *Celtis tessmannii*, *Aningeria altissima* et *Scottellia minfiensis* avec un diamètre moyen de 135 cm de dbh chacun. 57 individus appartenant à 27 espèces ont un $\text{dbh} \geq 70$ cm. La figure 10 donne une représentation graphique de la distribution des individus en classe de diamètres (Fig. 10).

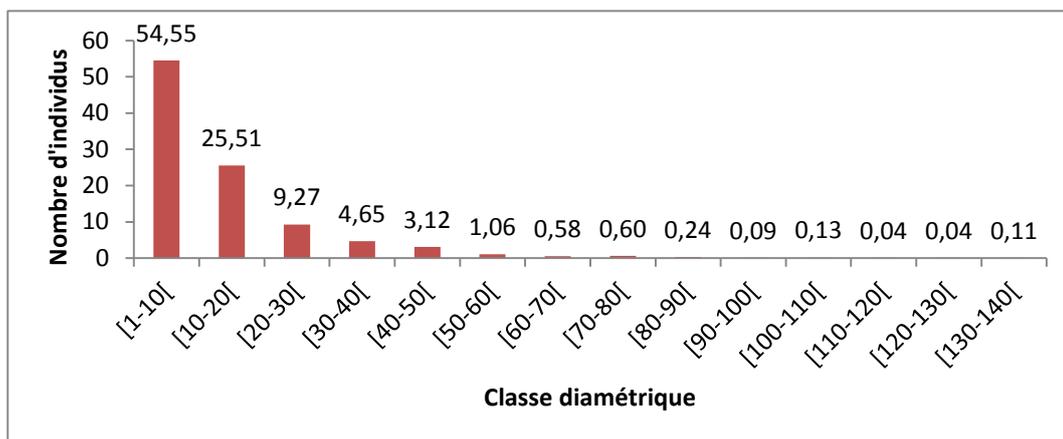


Fig.10. Graphe de distribution des individus par classe de diamètre du massif Kala.

Le graphique représentant la distribution en classes de diamètre montre une répartition générale décroissante. Cette décroissance indique ici un modèle classique identifié pour les forêts denses humides peu perturbées et décrit par Rollet (1983).

III.1.1.3.2. Distribution des espèces de la classe de diamètre $10 \leq dbh < 30$ cm

Le nombre d'espèces de la classe de diamètre $10 \leq dbh < 30$ cm inventoriées dans 5,25 ha est de 187, soit 1572 individus avec une densité moyenne de 299 individus.ha⁻¹. L'aire basale est de 49,39 m² (en moyenne 9,41 m².ha⁻¹). Parmi ces espèces, 101 n'ont pas de représentant dans la classe de diamètre $dbh \geq 30$ cm (608 individus/1572 soit 38,7 %) et 37 espèces n'ont pas de représentant dans la classe de diamètre $dbh < 10$ cm (123 individus/1572 soit 7,8 %). L'espèce la plus abondante est *Tabernaemontana crassa* (85 individus, soit 5,40 %), *Aulacocalyx jasmiflora* (76 individus, soit 4,10 %), *Allanblackia gabonensis* (51 individus, soit 3,24 %), *Pycnanthus angolensis* (47 individus, soit 2,10 %), *Cola verticillata* (42 individus, soit 2,70 %).

III.1.1.3.3. Distribution des espèces de la classe de diamètre $30 \leq dbh < 70$ cm

Le nombre d'espèces de la classe de diamètre $30 \leq dbh < 70$ cm inventoriées dans 5,25 ha est de 87, soit 425 individus avec une densité moyenne de 81 individus/ha. L'aire basale est de 83,45 m² (en moyenne 15,9 m²/ha). Parmi ces espèces, 68 n'ont pas de représentant dans la classe de diamètre $dbh \geq 70$ cm (215 individus/425 soit 50,6 %) et 3 espèces n'ont pas de représentant dans la classe de diamètre $dbh < 30$ cm (4 individus/425 soit 0,71 %). L'espèce la plus abondante est *Allanblackia gabonensis* (70 individus, soit 16,50 %), *Anonidium mannii* (42 individus, soit 9,90 %), *Santiria*

*trimer*a (25 individus, soit 5,90 %), *Coelocaryon preussii* (24 individus, soit 5,65 %), *Cola ballayi* (15 individus, soit 3,53 %).

III.1.1.3.4. Distribution des espèces de la classe de diamètre $70 \leq dbh < 140$ cm

Le nombre d'espèces de la classe de diamètre $70 \leq dbh < 140$ cm inventoriées dans 5,25 ha est de 27, totalisant 57 individus avec une densité moyenne de 11 individus/ha (annexe I). L'aire basale est de 49,36 m² (en moyenne 9,42 m²/ha). Parmi ces espèces, 1 espèce n'a pas de représentant dans la classe de diamètre $dbh < 70$ cm (1 individu/57 soit 1,8 %). L'espèce la plus dense est *Allanblackia gabonensis* (9 individus, soit 15,80 %), suivie de *Desbordesia glaucescens* (4 individus, soit 7,02 %) et de *Musanga cecropioides* (4 individus, soit 7,02 %).

III.1.1.4. Composition floristique

III.1.1.4.1. Diversité des familles

Le tableau X donne une synthèse des 10 familles les plus importantes en précisant la proportion centésimale de chaque paramètre relatif. Les différentes valeurs de chaque paramètre relatif ainsi que celles de « Family Importance Value » (FIV) pour les 10 principales familles sont représentées (Fig. 11). Les familles sont classées par FIV décroissant. Les résultats complets pour chaque famille sont donnés dans l'annexe 3.

Tableau X : Synthèse des 10 familles les plus abondantes de chaque paramètre relatif : diversité, abondance et dominance relatives, puis les valeurs de l'indice écologique des familles FIV.

Familles	Densité relative [X100]	Familles	Dominance relative [X100]	Familles	Diversité relative [X100]	Familles	FIV [X300]
<i>Leguminosae</i>	10,3563	<i>Clusiaceae</i>	12,5058	<i>Leguminosae</i>	16,1905	<i>Leguminosae</i>	32,6494
<i>Rubiaceae</i>	9,6482	<i>Sterculiaceae</i>	9,5538	<i>Euphorbiaceae</i>	11,4286	<i>Sterculiaceae</i>	23,8877
<i>Annonaceae</i>	8,1655	<i>Meliaceae</i>	8,0429	<i>Rubiaceae</i>	7,1429	<i>Clusiaceae</i>	22,7433
<i>Sterculiaceae</i>	8,1434	<i>Myristicaceae</i>	7,5451	<i>Sterculiaceae</i>	6,1905	<i>Annonaceae</i>	21,7213
<i>Meliaceae</i>	6,9484	<i>Annonaceae</i>	7,3653	<i>Annonaceae</i>	6,1905	<i>Meliaceae</i>	20,7056
<i>Clusiaceae</i>	6,9042	<i>Burseraceae</i>	6,4904	<i>Meliaceae</i>	5,7143	<i>Rubiaceae</i>	20,2851
<i>Apocynaceae</i>	5,3773	<i>Leguminosae</i>	6,1026	<i>Moraceae</i>	3,8095	<i>Euphorbiaceae</i>	20,2673
<i>Euphorbiaceae</i>	4,9126	<i>Ulmaceae</i>	4,4414	<i>Clusiaceae</i>	3,3333	<i>Myristicaceae</i>	14,0305
<i>Myristicaceae</i>	4,5807	<i>Cecropiaceae</i>	4,1637	<i>Apocynaceae</i>	3,3333	<i>Burseraceae</i>	12,8767
<i>Moraceae</i>	4,2487	<i>Irvingiaceae</i>	3,9342	<i>Flacourtiaceae</i>	3,3333	<i>Apocynaceae</i>	12,3108
	69,2852		70,1453		66,6667		201,4777

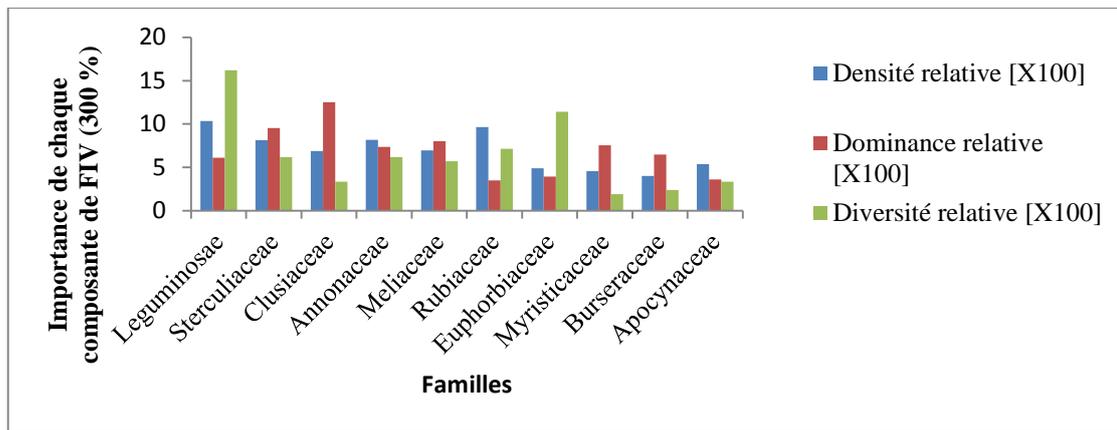


Fig. 11. Composition des 3 facteurs composant les FIV des 10 familles les plus importantes.

Suivant la densité relative, les 10 familles les plus importantes sont celles des *Leguminosae*, *Rubiaceae*, *Annonaceae*, *Sterculiaceae*, *Meliaceae*, *Clusiaceae*, *Apocynaceae*, *Euphorbiaceae*, *Myristicaceae*, *Moraceae*. Elles englobent 69,29 % de densité relative. Les Legumineuses atteignent 10,35 % de tous les individus. Les densités des *Rubiaceae*, *Annonaceae*, *Sterculiaceae* excèdent 8 %, alors que celles des toutes les autres familles n'atteignent pas 7.

Les 10 familles avec des dominances les plus élevées sont *Clusiaceae*, *Sterculiaceae*, *Meliaceae*, *Myristicaceae*, *Annonaceae*, *Burseraceae*, *Leguminosae*, *Ulmaceae*, *Cecropiaceae*, *Irvingiaceae*. Ensemble, elles couvrent 70,14% d'aire basale de tous les ligneux inventoriés. *Clusiaceae*, *Sterculiaceae* et *Meliaceae* sont clairement les plus dominantes. Les 3 familles contribuent pour 30,10 % pour la surface basale des plantes recensées.

Les 10 familles les plus riches en espèces sont les *Leguminosae*, *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, *Annonaceae*, *Sterculiaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Clusiaceae*, *Apocynaceae*, et *Flacourtiaceae*. La diversité relative des *Leguminosae* (34 espèces) représente 16,19 % de la totale diversité du relevé. Dix-neuf familles sont représentées par une simple espèce, 4 par 2 espèces, 7 par 3 espèces et 2 par 4 espèces.

Quand on considère le Family Importance Value, (FIV), la famille des *Leguminosae* est la plus importante du relevé avec une valeur de FIV de 32,64 (Tab. X). Elle a aussi la valeur la plus élevée de densité relative et de diversité relative. Lorsqu'on compare FIV et les 3 valeurs relatives des 10 familles les plus abondantes (importantes), seules les *Leguminosae*, *Sterculiaceae*, *Clusiaceae*, *Annonaceae* et *Meliaceae* apparaissent parmi les 10 premières familles pour tous les paramètres. Les *Burseraceae* n'ont pas de hautes valeurs de densité relative et de diversité relative,

mais figurent dans les 10 familles à fortes valeurs de FIV à cause de leurs valeurs élevées de dominance relative. *Apocynaceae* et *Euphorbiaceae* ne figurent pas parmi les 10 premières familles à dominance relative élevée, mais sont présentes dans les 10 familles à valeurs de FIV les plus élevées, à cause de leurs valeurs élevées de densité relative et de diversité relative (Tab. X).

III.1.1.4.2. Diversité des espèces

Nous avons recensé 211 espèces à dbh \geq 1 cm. Le tableau XI donne la liste des 10 espèces les plus importantes pour chaque paramètre relatif. Les résultats complets pour chaque espèce sont donnés dans l'annexe 4.

Un petit groupe d'espèces dominant le relevé : 6 espèces (2,8 %) du total des espèces comptabilisent 56,87 de valeur de « Importance Value Index » (IVI) de tous les ligneux. La majorité d'espèces, 66,82 %, étaient représentés par moins de 5 individus, 15 espèces étaient représentées par 2 individus et 13 par 1 seul individu. A propos de dominance, environ 6 espèces (4,73 %) ont contribué pour 41,89 dans ce paramètre.

Aulacocalyx jasmiflora est 25^{ème} en fréquence relative et 17^{ème} en dominance relative, mais remonte en 3^{ème} position dans la densité relative. Ainsi elle est parmi les premières dix espèces ayant les valeurs IVI les plus élevées.

Tableau XI : Synthèse des 10 espèces les plus abondantes de chaque paramètre relatif : fréquence, densité et dominance relatives, puis les valeurs de l'indice écologique des espèces IVI.

Fréquence relative [X100]		Densité relative [X100]		Dominance relative [X100]		IVI [X300]	
<i>Anonidium mannii</i>	1,87	<i>Allanblackia gabonensis</i>	4,25	<i>Allanblackia gabonensis</i>	11,34	<i>Allanblackia gabonensis</i>	16,30
<i>Tabernaemontana crassa</i>	1,64	<i>Tabernaemontana crassa</i>	3,94	<i>Santiria trimera</i>	5,64	<i>Anonidium mannii</i>	9,29
<i>Cola ballayi</i>	1,52	<i>Aulacocalyx jasmiflora</i>	3,41	<i>Anonidium mannii</i>	4,79	<i>Santiria trimera</i>	9,20
<i>Guarea cedrata</i>	1,52	<i>Anonidium mannii</i>	2,63	<i>Pycnanthus angolensis</i>	3,83	<i>Tabernaemontana crassa</i>	8,14
<i>Pycnanthus angolensis</i>	1,52	<i>Pycnanthus angolensis</i>	2,24	<i>Coelocaryon preussii</i>	3,63	<i>Pycnanthus angolensis</i>	7,58
<i>Santiria trimera</i>	1,52	<i>Cola attiensis</i> var. <i>bordardii</i>	2,08	<i>Musanga cecropioides</i>	2,62	<i>Coelocaryon preussii</i>	6,36
<i>Carapa procera</i>	1,40	<i>Guarea thompsonii</i>	2,06	<i>Desbordesia glaucescens</i>	2,59	<i>Aulacocalyx jasmiflora</i>	5,45
<i>Klainedoxa gabonensis</i>	1,40	<i>Santiria trimera</i>	2,04	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth,	2,5683	<i>Cola attiensis</i> va. <i>bordardii</i>	5,15
<i>Rothmannia lujae</i>	1,40	<i>Garcinia smeathmannii</i>	1,95	<i>Cola verticillata</i>	2,49	<i>Cola ballayi</i>	4,82
<i>Grewia coriacea</i>	1,29	<i>Cola verticillata</i>	1,84	<i>Celtis zenkeri</i>	2,40	<i>Cola verticillata</i>	4,80

III.1.1.4.3. Diversité des genres

Un total de 154 genres a été recensé parmi lesquels 14 genres soit 9,1 % se retrouvent dans au moins dix relevés. Ce sont : *Cola*, *Anonidium*, *Guarea*, *Tabernaemontana*, *Pycnanthus*, *Rothmannia*, *Santiria*, *Carapa*, *Klainedoxa*, *Grewia*, *Turraeanthus*, *Uapaca*, *Myrianthus* et *Trichilia*. 17 genres soit 11,04 % ne sont présents que dans un seul relevé. Les espèces à dbh \geq 70 cm appartiennent à 25 genres dont les genres *Aningeria* et *Santiria* (3), *Allanblackia*, *Bombax*, *Celtis*, *Cola*, *Desbordesia*, *Musanga* et *Pycnanthus* (2), sont les plus fréquents.

Une abondance relative supérieure à 45 % est atteinte par 14 genres pour un total de 856 individus. Sept (7) de ces genres peuvent être considérés comme les plus abondants avec une abondance relative supérieure à 60 %. Ce sont : *Cola* (90,48 %), *Anonidium* (76,19 %), *Guarea* (76,19 %), *Tabernaemontana* (66,67 %), *Pycnanthus* (61,90 %), *Rothmannia* (61,90 %) et *Santiria* (61,90 %).

Les genres ayant atteint une dominance relative de 2 % sont au nombre de 13. Ceux ayant une forte dominance relative sont : *Allanblackia* (11,35 %), *Cola* (7,51 %), *Santiria* (5,64 %), *Anonidium* (4,79 %) et *Celtis* (4,44 %).

L'indice de diversité générique est le rapport entre le nombre d'espèces et le nombre de genres de la communauté végétale (Evrard, 1968). Une valeur élevée de ce quotient spécifique indique que le site prospecté est pauvre en espèces. Par contre, une valeur faible de ce quotient suppose une pauvreté en espèces et une richesse en genres.

Dans le cadre du présent travail, les valeurs de l'indice générique sont supérieures à 1. Ces résultats indiquent une richesse en espèces et une pauvreté en genres dans toute la zone d'étude.

III.1.1.5. Caractéristiques synthétiques de la flore

III.1.1.5.1. Type biologique

L'analyse des types biologiques montre une forte domination des mésophanérophyles qui sont représentées par 57,55 % des espèces, suivies des microphanérophytes (33,02 %) de toutes les espèces. Les autres types biologiques tels que les mégaphanérophyles, nanophanérophyles, phanérophyles grimpants et chaméphytes dressés sont très faiblement représentés avec respectivement 3,77 %, 3,30 %, 1,89 % et 0,47 % (Fig. 12).

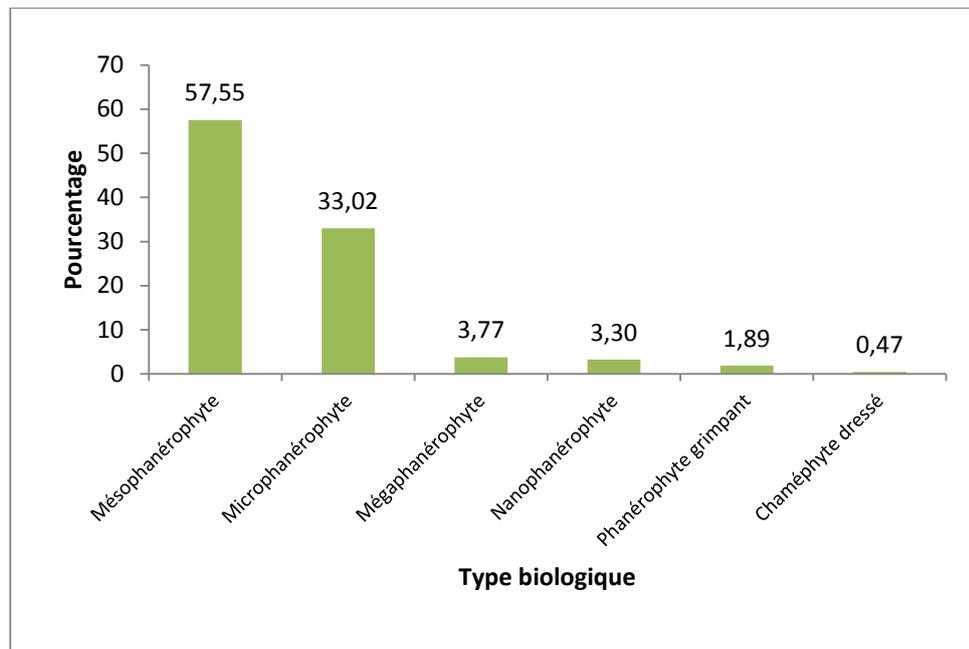


Fig.12. Répartition des différentes espèces par type biologique.

III.1.1.5.2. Type de dimension foliaire

L'analyse des types de dimension foliaire de l'ensemble des espèces de la forêt du massif Kala présente une large domination des espèces mésophylles (82,55 %). Les leptophylles, macrophylles, microphylles, nanophylles et mégaphylles sont peu représentés avec respectivement 7,55 %, 5,66 %, 2,83 %, 0,94 % et 0,47 % (Fig. 13).

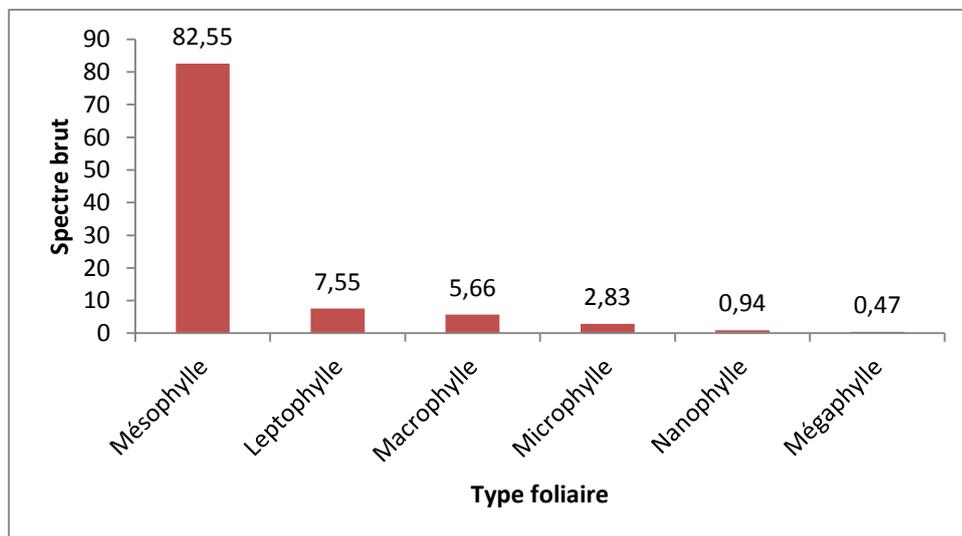


Fig.13. Répartition des différentes espèces par type foliaire.

III.1.1.5.3. Type de diaspores

Les diaspores les plus abondantes sont celles de types sarcochores et ballochores avec respectivement 60,38 % et 19,81 % des diaspores de toutes les espèces collectées. Les moins représentées sont les sclérochores avec 1,89 % et les pogonochores avec 0,47 % (Fig. 14).

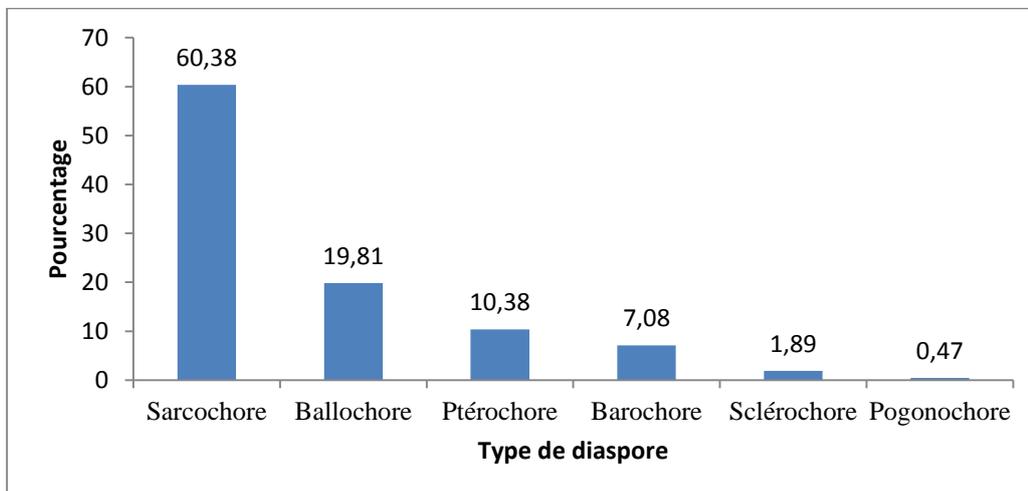


Fig.14. Répartition des espèces par type de diaspores.

III.1.1.5.4. Unité écosociologique

Des ensembles d'espèces correspondant sensiblement à des classes et ordres phytosociologiques du système Zuricho-montpellierain que l'on peut dans une certaine mesure assimiler à des groupes écosociologiques, ont été dégagés dans le massif de Kala. Deux groupes écosociologiques principaux de la végétation ligneuse sont mis en évidence: le groupe des espèces des *Garcinieta*, le groupe du mélange des espèces des *Piptadenio-celtidetalia* et des *Musango-terminalietea*, puis le groupe correspondant aux faciès ligneux et herbacés divers (Tab. XII).

Tableau XII : Spectre des groupes phytosociologiques.

Statut phytosociologique	Classes	Ordres	Spectre brut	
			Nombre d'espèces	%
<i>Strombosio-Parinarietea</i>			17	8,02
		<i>Gilbertiodendretaliadewevrei</i>	64	30,19
		<i>Ficalhoeto-Podocarpetalia</i>	3	1,42
		<i>Garcinieta</i>	26	12,26
<i>Musango-Terminalietea</i>			24	11,32
<i>Mitragynetea</i>			10	4,72
<i>Hyparrhenietea</i>			1	0,47
		<i>Pterygotetalia</i>	8	3,77
		<i>Piptadeniastro-Celtidetalia</i>	55	25,94
		<i>Oleo-Jasminetalia</i>	2	0,94
		<i>Polyscietalia fulvae</i>	1	0,47
Indéterminé			1	0,47
Total			211	100

III.1.1.6. Etude de la structure des ligneux de la forêt du massif Kala

Cette analyse permet d'étudier la distribution du nombre d'espèces recensées par catégorie de diamètre ou classe de diamètre en vue de déterminer l'équilibre du peuplement, le tempérament et les possibilités de régénération des espèces. Pour la caractérisation de cette formation végétale, une analyse en termes de densité spécifique est faite.

III.1.1.6.1. Densité des espèces

Elle correspond, pour les arbres, au nombre d'individus de circonférence supérieure à 31,5 cm qui couvre un hectare. Pour la régénération, elle exprime, de la même façon, le nombre de tiges rapporté à l'hectare. Dans les deux cas, on fait l'hypothèse que les individus sont disposés de façon aléatoire. En fonction des classes de diamètre, les différentes densités ont été déterminées (Tab. XIII). La densité totale est de 860,76 individus/ha.

Tableau XIII : Synthèse des données floristiques du massif Kala.

Flore	Espèces à $1 \leq dbh < 10$ cm	Espèces à $10 \leq dbh < 30$ cm	Espèces à $30 \leq dbh < 70$ cm	Espèces à $70 \leq dbh < 140$ cm
Espèces	172	187	87	27
Individus	2465	1572	425	57
Densités (individus/ha)	469,52	299,43	80,95	10,86

La densité relative (D_r) est le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce A et le nombre d'individus de toutes les espèces. Les espèces ayant une densité relative élevée sont *Allanblackia gabonensis* (36,6 individus/ha), *Tabernaemontana crassa* (33,9 individus/ha), *Aulacocalyx jasmiflora* (29,3 individus/ha), *Anonidium mannii* (22,7 individus/ha), *Pycnanthus angolensis* (19,2 individus/ha).

III.1.1.6.2. Indices de diversité

La diversité a été appréciée dans l'ensemble du site à travers cinq indices fondamentaux pour l'ensemble des inventaires. Il s'agit des indices de Shannon, Simpson, Hill, Régularité et générique.

L'indice de Shannon est de 6,89 dans la forêt du massif de Kala. Il faut noter que la quasi-totalité des types de végétation a un indice de Shannon très significatif, ce qui témoigne de la diversité très élevée des plantes dans ces écosystèmes.

L'indice d'hétérogénéité de Simpson D vaut 0,01 pour la valeur la plus faible. C'est ainsi que la transformation qui est $1-D=0,99$ donne une mesure de diversité très élevée. Cet indice témoigne que l'on a 99% de probabilité pour que deux (2) arbres choisis au hasard n'appartiennent pas à la même espèce.

L'indice de diversité de Hill est de 0,08 et la différence $1-Hill$ atteint la valeur 0,92 qui est une valeur très proche de 1 et qui signifie une diversité très élevée dans cette forêt (Tab. XIV).

Tableau XIV : Les valeurs des indices de diversité biologique

Unité géomorphologique	Indice de Shannon (H)	Indice de Simpson (D)	Indice de HILL (Hill)	Indice de Régularité (R)	Diversité générique (IG)
la forêt du massif de Kala	6,89	0,01	0,08	0,89	1,38

Ces valeurs indiquent un groupement diversifié et en équilibre avec son milieu.

III.1.1.6.3. Classification morphologique des espèces

Les inventaires ont été effectués sur les individus ayant un dbh supérieur ou égal à 1 cm. Ainsi, toutes les catégories de la classification morphologique des espèces sont représentées dans cette communauté végétale. Une classification des espèces ligneuses en fonction du diamètre maximal atteint est faite à l'aide de l'échelle de grandeur qui permet de regrouper tous les ligneux en cinq catégories (Sonké, 1998).

Catégorie A. Elle est constituée d'espèces arborescentes de grandes dimensions dont la valeur du dbh est supérieure ou égale à 100 cm. Cette catégorie est constituée des espèces de la strate arborescente supérieure qui forment l'essentiel de la canopée. Elles représentent 3,76 % de toutes les espèces, soit au total 8 espèces. Ce sont : *Santiria trimera*, *Aningeria altissima*, *Celtis tessmannii*, *Celtis zenkeri*, *Desbordesia glaucescens*, *Pycnanthus angolensis*, *Antiaris welwitschii* et *Scottellia minfiensis*. Ce sont en général des espèces héliophiles. *Aningeria altissima*, *Celtis tessmannii*, *Celtis zenkeri* et *Scottellia minfiensis* ayant un dbh ≥ 120 cm sont considérées comme les émergents au sens strict représentent 1,88 % de l'ensemble des espèces.

Catégorie B. Elle est constituée d'espèces ayant un dbh compris entre 50 et 100 cm. Ce sont les espèces de la strate arborescente moyenne. Cette catégorie est constituée d'un mélange d'espèces héliophiles et d'espèces sciaphiles. Elles représentent 20,66 %, soit un total de 44 espèces par rapport à l'ensemble des espèces recensées.

Catégorie C. Elle concerne les espèces dont le diamètre est compris entre 20 et 50 cm. Ce sont les espèces de la strate arborescente inférieure. Le tempérament de ces

espèces n'est pas tellement différent de celui de la catégorie précédente. Ces espèces représentent 61,97 % des espèces ligneuses recensées, soit 132 espèces.

Catégorie D. Elle est constituée des espèces dont le diamètre est compris entre 10 et 20 cm. Ce sont les espèces de la strate arbustive supérieure qui occupent le sous-bois et sont toujours dominées par les espèces arborescentes. Ce sont en général des espèces d'ombre. Toutefois cette catégorie renferme aussi les jeunes individus des espèces des strates supérieures. Dans le présent travail, les espèces de cette catégorie représentent 81,22 % soit 173 espèces.

Catégorie E. Elle est représentée par les espèces qui ont un diamètre compris entre 1 et 10 cm. Ce sont les espèces de la strate arbustive inférieure peuplant le sous-bois des forêts. Elles sont beaucoup plus sciaphiles. Certains individus de cette catégorie font partie du peuplement de régénération des espèces des strates supérieures. Elles représentent 80,75 % de toutes les espèces inventoriées, soit 172 espèces.

III.1.1.6.4. Distribution phytogéographique

Les types de distribution phytogéographique de l'ensemble spécifique ont donné des groupes et des valeurs chiffrées (Fig. 15).

Le groupe des espèces guinéo-congolaises vient en tête (76,42 %) de l'ensemble spécifique. Le fonds floristique de la formation est donc dominé par les espèces guinéo-congolaises. Le groupe des espèces largement répandues est faiblement représenté (6,60 %).

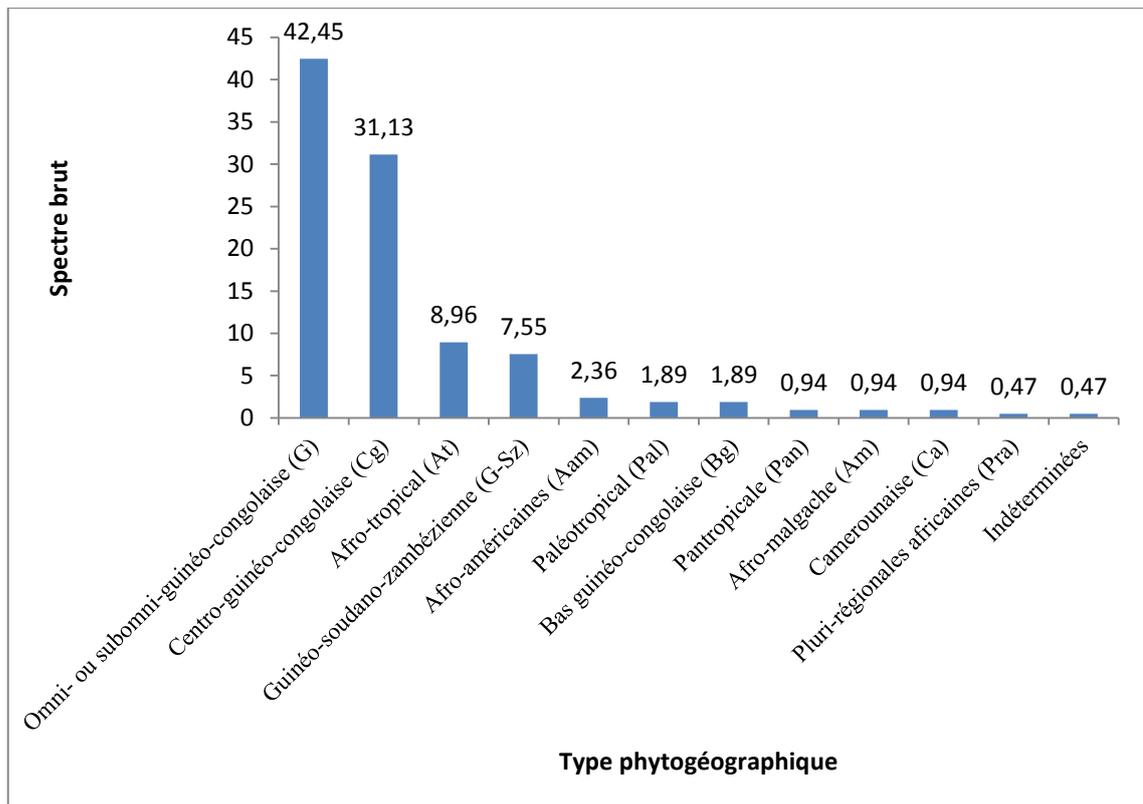


Fig.15. Répartition des espèces par type phytogéographique.

III.1.1.6.5. Variation altitudinale

Les espèces de basse et moyenne altitudes (Bm = 125 espèces) dominent cette forêt avec 59,24 %. Elles sont suivies par les espèces de basse et moyenne altitudes qui migrent dans l'étage submontagnard : 52 espèces (soit 24,64 % de l'ensemble des espèces). On y retrouve 22 espèces submontagnardes et 4 espèces submontagnardes qui migrent en milieu montagnard (12,32 %). Cinq espèces montagnardes marquent l'expression de la masse du massif Kala, l'impact de la néphélophilie et font penser à l'effet d'élévation de masse de Van steenis (1935-36) (Fig. 16).

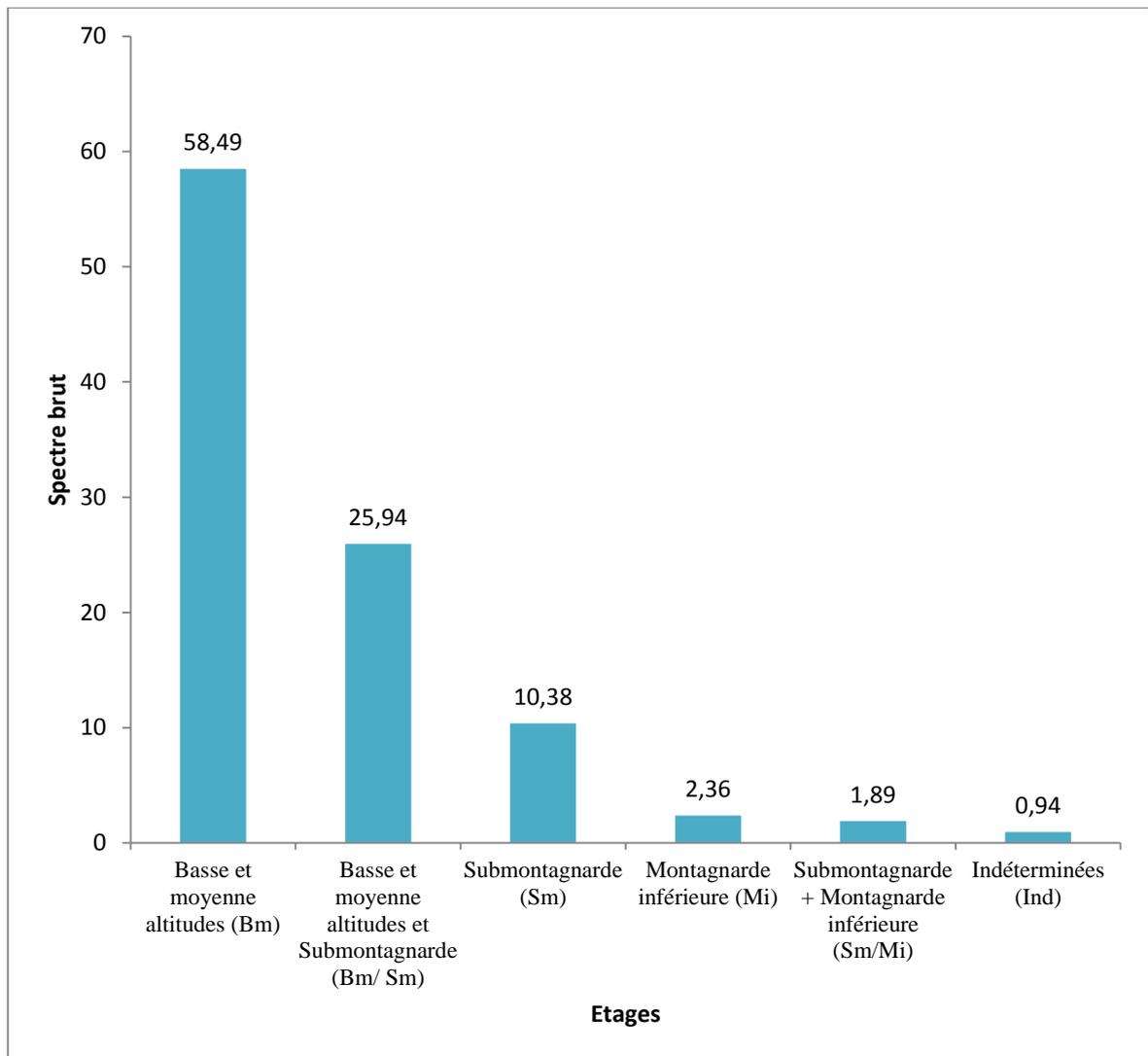


Fig.16. Répartition des espèces suivant les variations altitudinales.

III.1.2. Caractérisation des groupements végétaux de la forêt Kala

III.1.2.1. Détermination des groupements végétaux

Partant de la matrice de 21 relevés et 211 espèces recensées (annexe 2), trois groupements ont été mis en évidence sur la base des fréquences relatives des espèces (Fig.17). Le niveau de 23 de similitude considéré pour la définition de ces groupements a permis d'en obtenir le maximum possible. Le critère de la stratification des relevés et les observations sur le terrain ont guidé la détermination de la zone de végétation correspondant à chacun des 3 groupements individualisés.

L'axe 1 représente le gradient croissant d'anthropisation tandis que l'axe 2 exprime le gradient croissant d'humidité.

Dans le cas présent, aucun relevé ne se place du côté négatif de l'axe 1 (en abscisse), relatif au noyau de la forêt moins perturbé. Du côté positif de ce même axe, se distribuent les relevés formant le groupement 1 (forêt vierge à *Aulacocalyx caudata*), le groupement 2 (prairie savanicole arborée de Nkol nlong et lisières forêt-plantation) correspondant aux zones plus dégradées des forêts par les activités humaines, l'agriculture, des prélèvements illicites des ressources et du feu, le groupement 3 (végétation des sommets des collines) correspondant aux zones moyennement perturbées par les activités humaines. Visiblement, l'axe 1 exprime un gradient croissant de perturbations d'origine anthropique s'exerçant de la forêt vers ses zones périphériques. En ordonnée, du côté négatif de l'axe 2, se positionnent 2 relevés du groupement 3 (R3 et R4) et 5 relevés du groupement 2 (R16, R17, R18, R20, R21) correspondant aux zones sèches de la forêt. Par contre, du côté positif de cet axe se trouvent les relevés formant les groupements 1 et certains relevés des groupements 2 et 3. Le groupement 1 correspond à la forêt néphélophile. L'axe 2 représente un gradient croissant d'humidité atmosphérique, à partir de celle fournie dans les vallées encaissées par des tributaires des grandes rivières Akomo, Ngobo, Nkadip et Yegue vers la zone des brumes et des nuages qui représente la partie supérieure (depuis 1400 m jusqu'à 1800-2000 m) de la forêt submontagnarde guinéo-congolaise. Ces brumes et nuages débutent dans la zone de Yaoundé à 1000 m d'altitude (Letouzey, 1985 ; Achoundong, 1985).

III.1.2.3. Diversité biologique des groupements végétaux

Les valeurs de la richesse spécifique et des autres indices de diversité et d'équitabilité sont fournis dans le tableau XVII. Les valeurs de l'indice de Margalef montrent que le groupement correspondant aux zones de forêt des sommets de collines et prairie arborée (groupement 3) est plus diversifié que les deux autres. Pour ce groupement, la valeur de l'indice de Margalef est plus élevée ($R_{mg} = 23,86$) par rapport à celles des autres groupements. Le groupement 2 correspondant à la zone qui présente des étapes de dégradation diverses de la zone de la forêt vierge est moins diversifié car il présente une valeur de l'indice de Margalef plus basse ($R_{mg} = 9,50$). Les valeurs de l'indice de Pielou sont supérieures à 0,5 pour les groupements 2 et 3. Ce qui signifie que, dans les deux groupements les espèces se partagent les niches écologiques de manière relativement équitable. La valeur de l'équitabilité de Pielou du

groupement 1 est inférieure à 0,5. La forêt vierge sur pente raide ne partage pas la niche écologique avec les 2 autres groupements. Le groupement 2 a payé un lourd tribut aux défricheurs, suivis inéluctablement des régimes de feux courants. De très nombreuses espèces se sont trouvées dans les formes dégradées de ces forêts. Elles paraissent trouver un optimum dans ces phases d'altération correspondant à des séries régressives qui conduisent à des savanes herbeuses et piquetées d'arbustes résiduels. Six relevés sur 2500 m² chacun, ont moins de 10 espèces et 15 moins de 20 espèces.

Tableau XV. Indices de diversité biologique des groupements végétaux dans la forêt Kala.

Groupements	Nombre de relevés	S	H	R _{mg}	R
Groupement 1	2	111	2,43	15,21	0,36
Groupement 2	15	54	4,89	9,50	0,85
Groupement 3	4	191	4,70	23,86	0,62

S : Richesse spécifique ; H : indice de diversité de Shannon-Weaver ; R_{mg} : Indice de diversité de Margalef ; R : Indice d'équitabilité de Pielou

Le degré de similarité entre les trois groupements végétaux comparés deux à deux par l'indice de similarité de Sorensen est repris au tableau XVIII. L'affinité floristique entre les 3 groupements est supérieure à 50 entre les groupements 1 et 2, inférieure à 50 % entre les groupements 3 et 1, puis 3 et 2. Dans ces derniers cas, les indices de Sørensen montrent que chaque groupement individualisé constitue une unité relativement distincte des autres.

Tableau XVI. Valeurs de similarité de Sørensen (en %) entre paires de groupements végétaux de la forêt Kala

	Groupement 1	Groupement 2	Groupement 3
Groupement 1	100		
Groupement 2	60,3%	100	
Groupement 3	40,2%	39,3%	100

III.1.2.4. Identification des groupes écosociologiques

Dans la forêt du massif Kala, la classification des groupements végétaux dans les syntaxons supérieurs donne 3 classes, trois ordres et trois alliances :

- classe des *Strombosio-Parinarietea* Lebrun & Gilbert 1954, des forêts ombrophiles équatoriales ; Ordre des *Garcinietales* Noumi 1998, Alliance du *Garcinion* Noumi 1998 ; représentés par le groupement 1. Sa dition est le versant nord-est de Nkol byon, aux pentes abruptes, portant une forêt vierge à *Aulacocalyx caudata*. La dition est riche en espèces hygromésothermes comme *Allanblackia gabonensis*, *Aulacocalyx caudata*, *Aulacocalyx jasmifolia*, *Aulacocalyx taboltii*, *Cola verticillata*, *Garcinia manni*, *Garcinia smeathmannii*, *Leplaea mayombensis*,

Myrianthus libericus et *Santiria trimera*. La diton est aussi pénétrée par des espèces hygro-oligothermes avec *Carapa grandiflora*, *Memecylon polyanthemos* (Fig. 19).



Fig.19. Groupement de forêt ombrophile submontagnarde.

A. sous-bois de la forêt ; B : un chercheur à cheval sur un contrefort aplati de *Santiria trimera* ; C : tranche d'*Allanblackia gabonensis*, cassante, rougeâtre à l'extérieur et jaune à l'intérieur, exsudant un latex jaune.

- classe des *Erythrophleetea africanis* Schmitz 1963, des forêts tropicales guinéo-soudano-zambéziennes ; Ordre des *Julbernardia-Brachystegietalia spiciformis* Schmitz 1988, Alliance du *Bierlinio-Marquesion* Lebrun & Gilbert 1954, caractérisant l'ensemble de la forêt claire dominée par les espèces d'arbres de *Brachystegia* et d'*Uapaca* avec *Erythrophleum ivorense*, *Paraberlinia bifoliolata* (*Julbernardia pellegriniana*), *Tetraberlinia bifoliolata* (*Julbernardia bifoliolata*) (Tab. XX). La classe est représentée par le groupement 2. Sa diton est le sommet du Nkol nlong (ou colline couverte de prairie herbacée en langue locale). Dans ce site, M. Mesmer (un ressortissant suisse) a construit une case, comme un des signes éloquentes des phases d'altération, correspondant à des séries régressives qui conduisent aux formations savaniques herbeuses ou piquetées d'arbustes résiduels (Fig. 20).

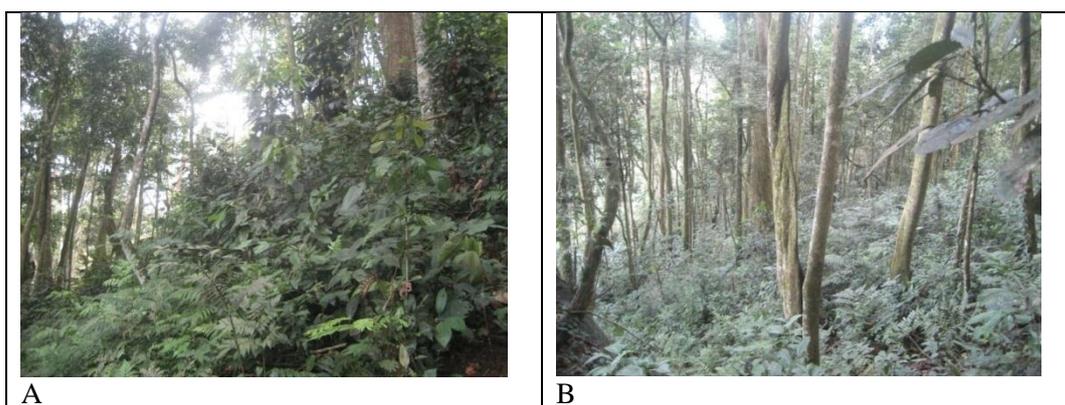


Fig.20. Forêt éclaircie (trophophile) de Nkol nlong.

En arrière-plan en A et B, des phases d'altération, correspondant à des séries régressives qui conduisent à la formation savanique herbeuse et piquetée d'arbustes résiduels.

Letest d'homogénéité a permis d'obtenir la courbe aire-espèces cumulées. Les valeurs sont consignées dans le tableau (Tab. XVII).

Tableau XVII : Test d'homogénéité cumulé

Relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Espèces nouvellement apparues	5	5	1	6	5	2	3	2	6	3	6	2	4	3	0
Espèces cumulées	5	10	11	17	22	24	27	29	35	38	44	46	50	53	53
Surfaces de relevés cumulés (m ²)	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000	32500	35000	37500

L'équation de la courbe aire-espèces et ajustement par la méthode des moindres carrés (voir annexe 3)est représentée par la courbe aire-espèces ci-après (Fig.21).

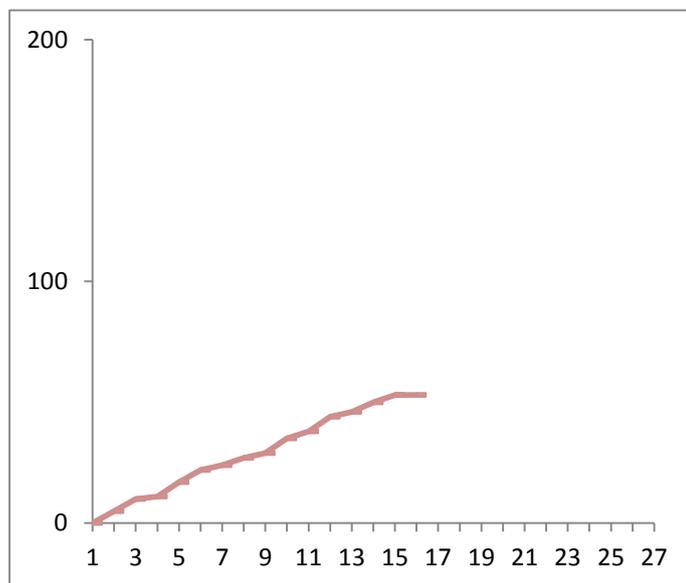


Fig.21.Courbe aire-espèces cumulées sur une surface de 5,25 ha de la forêt tropophile de Nkol nlong. Le palier est atteint à partir de 14^{ème} relevé

Chaque unité est représentée par une surface de 100 m x 25 m = 0,25 ha. Cette courbe est régulière et donne la valeur du coefficient de corrélation très grande. Le rapport entre le nombre d'espèces et l'augmentation de la surface d'étude est démontré par le coefficient de corrélation r qui est égal à 0,99. La courbe aire-espèces est souvent établie pour montrer l'augmentation du nombre d'espèces avec l'augmentation de la surface échantillonnée (Fig. 21).

La forêt tropophile est peu diversifiée. Sur 2500 m² on trouve moins de 10 espèces d'arbres à dbh \geq 10 cm. Les espèces de cette classe ont plusieurs caractéristiques :

- une chute du feuillage très irrégulière qui peut aller de la défoliation jusqu'au ralentissement plus ou moins manifeste du fonctionnement foliaire avec dessèchement progressif sur place et chute finale très tardive en saison sèche. C'est le cas de *Distemonanthusbenthamianus* à écorce rouge remarquable. La floraison a lieu après la chute des feuilles. C'est une espèce très répandue depuis les galeries forestières de la Guinée jusqu'au Cameroun. Petit arbre ou arbuste des sous-bois des forêts denses humides semi-décidues, parfois aussi ripicole ou dans les forêts littorales sur sols sablonneux. La majorité des espèces ligneuses sont caducifoliées ;

- la mégathermie. Les forêts tropicales habitent les contrées à été chaud. Dans la région de Yaoundé, la fraîcheur de l'été (juillet-août) devient un des facteurs limitants, et ce sens de variation justifie la pénétration dans le type forestier étudié ici, d'éléments issus des groupements sclérophylles à caractère montagnard ou submontagnard et à appétence plus mésotherme comme *Acacia pennata* et *Allophylus africanus* ;

- l'influence des feux courants conduit à une dégradation plus ou moins accusée de la forêt tropicale, marquée par la présence des espèces pyrophytes comme *Combretum* sp. ;

- la coloration vive des jeunes pousses, cependant très marquée de *Brachystegia laurenti*. Cette espèce grégaire est un arbre décidu. Lorsque la nouvelle feuillaison est apparue, la cime est de couleur brun-rouge, chargées de feuilles tombantes brun rouge et luisantes (Fig. 22).

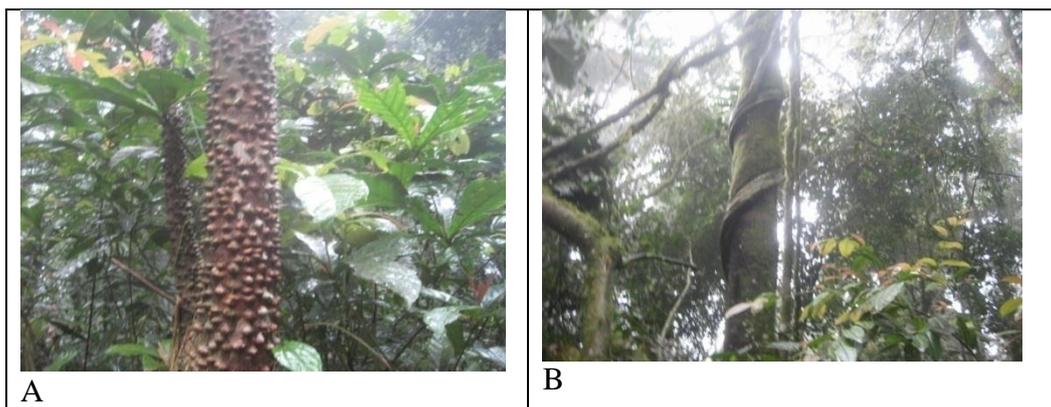


Fig.22. Coloration très vive des jeunes organes foliaires, due à la pigmentation anthocyanique, autour de *Elaeophorbium drupifera* (A), du côté gauche du tronc d'arbre entouré de liane (B).

Tableau XVIII : Quelques espèces caractéristiques de la classe des *Erythrophleetea africana* Schmitz 1963 présentes sur le massif Kala.

<i>Baphiopsis parvifolia</i> Benth. ex Bak	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> (Vermoesen) Harms
<i>Brachystegia cynemetroides</i> Harms	<i>Hymenostegia afzelii</i> (Oliv.) Harms
<i>Brachystegia laurenti</i>	<i>Julbernarda pellegriniana</i> Troup. (= <i>Paraberlinia bifoliolata</i> Pellegr).
<i>Dialium bipindense</i> Harms	<i>Plagiosiphon emarginatus</i> (Hutch. & Dalz.) J. Léonard.
<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> (Harms) Hauman
<i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev.	<i>Julbernardia bifoliolata</i> (Harms) Troupin
<i>Gilbertiodendron brachystegioides</i> (Harms) J. Léonard	<i>Uapaca esculenta</i>
<i>Gilbertiodendron preussii</i> (Harms) J. Léonard	<i>Uapaca togoensis</i> Pax

- classe des *Musango-terminalietea* Lebrun & Gilbert 1954, des forêts du groupe de liaison guinéo-malgache, avec une très large pénétration soudano-zambézienne ; Ordre des *Musangetalia* Lebrun et Gilbert 1954, Alliance du *Caloncobo-Tremion* Lebrun et Gilbert 1954. La classe est représentée par le groupement 3 des forêts sommitales de Nkol byon, Kala et Nkol mylon. La classe est dominée par des espèces comme *Pycnanthus angolensis*, *Albizia adianthifolia*, *Elaeis guineensis*, *Nauclea latifolia*, *Nauclea diderrichii* (Fig. 23).

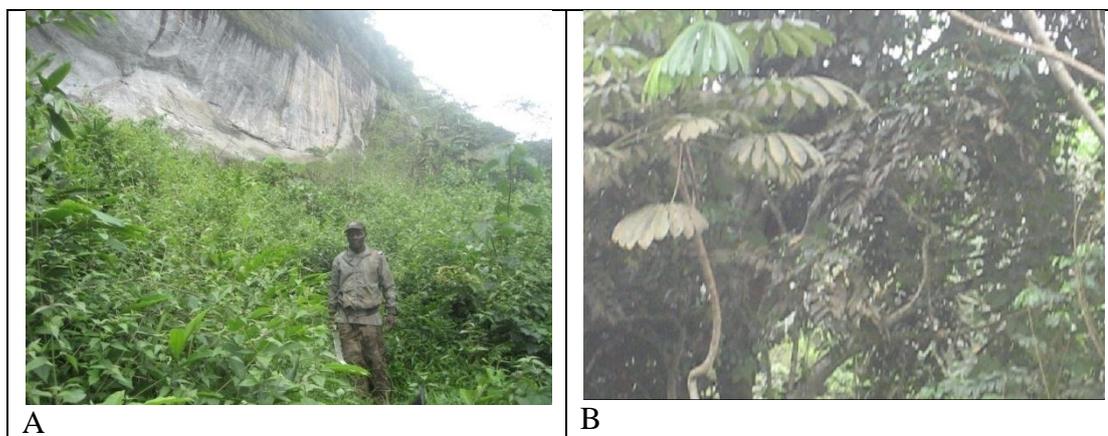


Fig.23. Forêt secondaire issue de la dégradation de la forêt ombrophile submontagnarde.

A) Le guide dans un recru forestier à *Costusaferet Chromolaena odorata* (Asteraceae) ; (B) Forêt secondaire présentant un pied de *Chlorophora excelsa* au 1^{er} plan.

III.1.3. Description de l'association submontagnarde à *Garcinia* spp. et *Aulacocalyx* spp. de la pente abrupte de Nord-Est de Nkol byon

Les observations et les analyses font proposer le groupement à *Aulacocalyx* spp. et *Garcinia* spp. comme une association végétale submontagnarde

III.1.3.1. Définition

L'association à *Aulacocalyx* et à *Garcinia* est une végétation arborescente submontagnarde, formant la forêt vierge sur le versant abrupt Nord-est de la colline Nkol byon du massif Kala. Les caractéristiques sont issues des genres souvent représentés par des espèces particulières dans la zone des nuages et des brumes (néphélophilie). Ce sont des arbustes assez répandus sur les collines de la région de Yaoundé (Eloundem, Mbam minkom), sur les versants des montagnes camerounaises (Mont Cameroun, Koupé, Oku) et sur différents sommets de l'élément guinéo-congolais.

III.1.3.2. Composition floristique

La détermination du groupement végétal constituant l'association est donnée par le dendrogramme (Fig.17) et le DCA (Fig.18). Il est constitué par 2 relevés de la végétation (Tab. XIX). Il en ressort que l'association est assez riche en énergie. Le nombre total d'espèces est de 107 et 111 respectivement avec une moyenne de 109 espèces par relevé. Le relevé type est le relevé 6 (R6).

Tableau XIX. Composition floristique globale de l'association à *Aulacocalyxjasmiflora*, *A.talbotii*, *Garcinia smeathmannii*(*Garcinio-Aulacocalyxsetum* ass. nov.)

Familles	TB	TP	Etage	UP	TF	TD	Espèces	R1	R6
<i>Strombosio-Parinarietea</i> Lebrun et Gilbert 1954									
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	At	Bm/Sm	Str	Méso	Ballo	<i>Alchornea floribunda</i> Müll. Arg.	2	2
<i>Annonaceae</i>	Mgph	G	Bm/Sm	Str	Macro	Sarco	<i>Anonidium mannii</i> (Oliv.) Engl. et Diels.		10
<i>Euphorbiaceae</i>	Mcph	G	Bm	Str	Méso	Sarco	<i>Antidesma laciniatum</i> Müll. Arg.	5	2
<i>Meliaceae</i>	Mcph	Aam	Bm/Sm	Str	Méso	Ballo	<i>Carapa procera</i> DC.	5	5
<i>Samydaceae</i>	Mcph	At	Bm/Sm	Str	Méso	Ballo	<i>Casearia barberi</i> Jacq.	4	4
<i>Sterculiaceae</i>	Nnph	G	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Cola attiensis</i> var. <i>bordardii</i> (Pelleg.) N. Halle	6	6
<i>Burseraceae</i>	Msph	G	Bm	Str	Méso	Sarco	<i>Dacryodes macrophylla</i> (Oliv.) Lam	18	18
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	G	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Massularia acuminata</i> (K. Schum.) Hoyle	9	9
<i>Ochnaceae</i>	Mcph	Bg	Bm	Str	Macro	Sarco	<i>Campylospermum elongatum</i> (Oliv.) Vahl Tiegh	16	2
<i>Olacaceae</i>	Msph	G-Sz	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f. ex Benth.	17	17
<i>Olacaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Strombosiopsis tetrandra</i> Eng.	9	9
<i>Olacaceae</i>	Mcph	G	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Strombosia pustulata</i> Oliv.	8	8
<i>Myristicaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Str	Méso	Sarco	<i>Staudia kamerunensis</i> Warb.	9	9

<i>Meliaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Str	Méso	Ballo	<i>Trichilia rubescens</i> Oliv.	1	1	
<i>Piptadeniastro-Celtidetalia</i> Lebrun et Gilbert 1954										
<i>Moraceae</i>	Mcph	G	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	1	1	
<i>Celtidaceae</i>	Msph	Pal	Bm/Sm	Pip	Méso	Sarco	<i>Celtis philippensis</i> Blanco	2	2	
<i>Celtidaceae</i>	Msph	Bg	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	9	9	
<i>Celtidaceae</i>	Msph	G-Sz	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Celtis zenkeri</i> Engl.	9	9	
<i>Boraginaceae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Cordia platythyrsa</i> Bak.	14	14	
<i>Leguminosae</i>	Mgph	Cg	Bm	Pip	Lepto	Ptéro	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> (Verm.) Harms	8	8	
<i>Meliaceae</i>	Msph	At	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Guarea thompsonii</i> Harms.	29	29	
<i>Simaroubaceae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Hannoa kleineana</i> Pierre et Engl.	3	3	
<i>Lauraceae</i>	Mcph	Cg	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Hypodaphnis zenkeri</i> (Engl.) Stapf	9	9	
<i>Tiliaceae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Méso	Sarco	<i>Duboscia macrocarpa</i> Bocq.	7	7	
<i>Sterculiaceae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Méso	Ballo	<i>Eribroma oblangum</i> (Mast.) Bodard	2	2	
<i>Euphorbiaceae</i>	Mcph	G	Bm	Pip	Méso	Baro	<i>Microdesmis puberula</i> Hook.	9	9	
<i>Annonaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Pip	Méso	Sarco	<i>Monodora myristica</i> (Geartn.) Dinal	15	15	
<i>Leguminosae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Lepto	Ballo	<i>Parkia bicolor</i> A. Chev.	1	1	
<i>Leguminosae</i>	Msph	G	Bm/Sm	Pip	Lepto	Ballo	<i>Plagiosiphon emarginatus</i> Hutch. et Dalz.	1	1	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Bm	Pip	Micro	Ptéro	<i>Pterocarpus mildbreadii</i> Engl.	2	2	
<i>Leguminosae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Micro	Ptéro	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	7	7	
<i>Sterculiaceae</i>	Mcph	Cg	Bm	Pip	Méso	Ballo	<i>Sterculia rhimopetala</i> K. Schum.	2	2	
<i>Leguminosae</i>	Mcph	G	Bm	Pip	Lepto	Baro	<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. et Thonn.) Taub.	8	8	
<i>Annonaceae</i>	Msph	G	Bm	Pip	Méso	Ballo	<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich.	1	1	
<i>Verbenaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Pip	Méso	Sarco	<i>Vitex grandifolia</i> (C. H. Wright) Marq. ex chipp	1	1	
<i>Gilbertiodendretalia dewevrei</i> Lebrun et Gilbert 1954										
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ptéro	<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms.	7	7	
<i>Annonaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Annickia chlorantha</i> Oliv.	12	12	
<i>Euphorbiaceae</i>	Mcph	G	Bm/Sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Antidesma membranaceum</i> Müll. Arg.		3	
<i>Anacardiaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Lepto	Sarco	<i>Antrocaryon klaineanum</i> Pierre			
<i>Leguminosae</i>	Mcph	G-Sz	Bm	Gilb	Méso	Baro	<i>Baphiopsis parviflora</i> Benth. et Bak.	2	2	
<i>Lauraceae</i>	Mcph	Ca	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Beilschmiedia grandifolia</i> (Vahl.) Hutch. et Dalz.		14	
<i>Rubiaceae</i>	Chd	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Bertiera adamsii</i> (Hepper) N. Halle	1	1	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Brachystegia cynemetroides</i> Harms	1	1	
<i>Polygalaceae</i>	Msph	Aam	Bm/Sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Carpolobia lutea</i> G. Don.	1	1	
<i>Tiliaceae</i>	Mcph	Aam	Bm	Gilb	Méso	Baro	<i>Christiana africana</i> DC.			
<i>Sterculiaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Baro	<i>Cola pachycarpa</i> K. Schum.	4	4	
<i>Sterculiaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Baro	<i>Cola rostrata</i> K. Schum.	2	2	
<i>Rubiaceae</i>	Nnph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Coffeabrevipes</i> Hiern	15	15	
<i>Burseraceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Nano	Sarco	<i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) Lam	1	1	
<i>Irvingiaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ptéro	<i>Desbordesia glaucescens</i> (Engl.) Vans Tiegh	10	10	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Nano	Baro	<i>Dialum bipendense</i> Harms	1	1	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Ca	Bm	Gilb	Méso	Baro	<i>Dialum zenkeri</i> Harms	5	5	
<i>Ebenaceae</i>	Mcph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Diospyros simulans</i> F. White	8	8	

<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Drypetes gossweilerii</i> S. Moore	1	1	
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Drypetes klainei</i> Pierre ex Pax	8	8	
<i>Sapindaceae</i>	Mcph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Eriocoelum macrocarpum</i> Gilg.	14	14	
<i>Vochyliaaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ptéro	<i>Erysmadelphus exsul</i> Mildbr.	11	11	
<i>Sapotaceae</i>	Msph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Gambeya africana</i> (G. Dan. ex Bak.) Pierre.	1	1	
<i>Euphorbiaceae</i>	Mcph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Maesobotrya klaineana</i> Benth.	1	1	
<i>Tiliaceae</i>	Msph	G	Bm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Glyphaea brevis</i> (Sprague) Manachino	4	4	
<i>Annonaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Greenwayodendron suaveolens</i> (Engl. et Diels) Verd.	18	18	
<i>Irvingiaceae</i>	Msph	G-Sz	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	2	2	
<i>Annonaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Isolana hexaloba</i> Engl.	1	1	
<i>Sapotaceae</i>	Msph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Omphalocarpum procerum</i> P. Beauv.	1	1	
<i>Pandaceae</i>	Msph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Panda oleosa</i> Pierre	2	2	
<i>Rubiaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Pausinystalia macroceras</i> (K. Schum) Pierre	1	1	
<i>Annonaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Greenwayodendronsuaevolens</i> Engl. et Diels	1	1	
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	pan	Bm/sm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Psydrax arnoldianum</i> (De Willd. et Th.Dur.) Hepper	1	1	
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	G	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Rothmannia hispida</i> (K. Schum) Fagerlind	8	8	
<i>Rubiaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Rothmannia lujae</i> (De Wild.) Keay	9	9	
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	G-Sz	Bm	Gilb	Méso	Sarco	<i>Rothmannia whitfieldii</i> (Lind.) Dandy	1	1	
<i>Flacourtiaceae</i>	Msph	G	Bm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Scottellia coreacea</i> A. Chev.	5	5	
<i>Meliaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Trichilia welwitschii</i> C.DC.	4	4	
<i>Annonaceae</i>	Msph	Cg	Bm	Gilb	Méso	Ballo	<i>Xylopija staudtii</i> Engl.	1	1	
<i>Tiliaceae</i>	Mcph	G	Bm	Gilb	Lepto	Sarco	<i>Grewia coriacea</i> Mast.	2	2	
<i>Tiliaceae</i>	Mcph	Cg	Bm/Sm	Gilb	Méso	Baro	<i>Desplatsia dewevrei</i> De wild. et Th. Dur	8	8	
<i>Garcinietales</i> Noumi 1998										
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	Cg	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Aulacocalyx jasmiflora</i> Hook. f.	30	18	
<i>Rubiaceae</i>	Mcph	Cg	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Aulacocalyx talbotii</i> (Wernham) Keay		12	
<i>Clusiaceae</i>	Msph	G	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Allanblackia gabonensis</i> (Pelleg.) Bamps	13	13	
<i>Sapotaceae</i>	Msph	G-Sz	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Aningeria altissima</i> (A. chev.) Aubr. et Peller.	3	3	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Erythrina mildbraedii</i> Harms	4	4	
<i>Clusiaceae</i>	Msph	Gt	Sm/Mi	Gar	Méso	Sarco	<i>Garcinia polyantha</i> Oliv.	10	10	
<i>Meliaceae</i>	Msph	Cg	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Leplaea mayombensis</i> (Under.) Alst.	10	10	
<i>Bignoniaceae</i>	Msph	At	Sm	Gar	Méso	Ballo	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	1	1	
<i>Burseraceae</i>	Mgph	G	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Santiria trimera</i> (Oliv.) Aubr.	19	19	
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	G	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Uapaca esculenta</i> A. Chev.	2	2	
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	G	Sm	Gar	Méso	Sarco	<i>Uapaca guineensis</i> Müell. Arg.	1	1	
<i>Flacourtiaceae</i>	Mcph	At	Bm	Mus	Méso	Sarco	<i>Caloncoba echinata</i> (Oliv.) Gilg.	1	1	
<i>Flacourtiaceae</i>	Msph	Bg	Bm/Sm	Mus	Méso	Sarco	<i>Caloncoba welwitschii</i> (Oliv.) Gilg.	7	7	
<i>Mimosaceae</i>	Msph	Cg	Bm/Sm	Mus	Lepto	Ballo	<i>Albizia glaberrima</i> (schum. et thonn.) Benth.	14	4	
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	G	Bm	Mus	Méso	Baro	<i>Discoglyprena caloneura</i> (Pax) Prain	1	1	
<i>Moraceae</i>	Msph	Pal	Bm/Sm	Mus	Méso	Sarco	<i>Ficus exasperata</i> Vahl.	4	4	
<i>Leguminosae</i>	Msph	Cg	Bm	Mus	Méso	Ptéro	<i>Hylodendron gabunense</i> Taub.	2	2	

<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	G-Sz	Bm/Sm	Mus	Méso	Sarco	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	1	1	
<i>Cecropiaceae</i>	Msph	G	Bm/Sm	Mus	Macro	Sarco	<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	5	5	
<i>Cecropiaceae</i>	Mcph	G	Bm	Mus	Macro	Sarco	<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	13	13	
<i>Myristicaceae</i>	Msph	G	Bm	Mus	Macro	Sarco	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	13	13	
<i>Apocynaceae</i>	Mcph	Cg	Bm	Mus	Méso	Sarco	<i>Rauvolfia macrophylla</i> Stapf	2	2	
<i>Euphorbiaceae</i>	Msph	G	Bm	Mus	Méso	Sarco	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex pax .	3	3	
<i>Apocynaceae</i>	Msph	G	Bm	Mus	Macro	Sarco	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	25	25	
<i>Moraceae</i>	Msph	G	Bm	Mus	Méso	Sarco	<i>Trilepisium madagascariensis</i> DC.	12	12	
<i>Apocynaceae</i>	Mcph	Cg	Bm	Mus	Méso	Sarco	<i>Voacanga africana</i> Stapf	1	1	
<i>Pterygotetalia</i> Lebrun et Gilbert 1954										
<i>Rutaceae</i>	Msph	G	Bm/Sm	Ptery	Méso	Baro	<i>Zanthoxylum tessmannii</i> (Engl.) R. Let.	2	2	
<i>Meliaceae</i>	Mcph	G	Bm	Ptery	Méso	Ballo	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex DC.)	5	5	
<i>Mitragynetea</i> Schmitz 1963										
<i>Annonaceae</i>	Msph	G	Bm	Mit	Méso	Sarco	<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. et Diels	5	5	
<i>Myristicaceae</i>	Msph	G	Bm	Mit	Méso	Sarco	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	33	33	
<i>Anacardiaceae</i>	Msph	Am	Bm	Mit	Méso	Ptéro	<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich.) Engl.	1	1	
<i>Sterculiaceae</i>	Msph	Pra	Bm	Mit	Méso	Ballo	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	2	2	
<i>Ficalhoeto-Podocarpetalia</i> Lebrun et Gilbert 1954										
<i>Meliaceae</i>	Msph	G	Mi	Fic	Méso	Sarco	<i>Carapa grandiflora</i> (Pax) Hutch	3	3	
<i>Melastomataceae</i>	Mcph	G-Sz	Mi	Fic	Méso	Sarco	<i>Memecylon polyanthemos</i> Hook. f.	1	1	
<i>Oleo-Jasminetalia</i> Lebrun et Gilbert 1954										
<i>Leguminosae</i>	Phgr	G	Sm	Oleo	lepto	Ballo	<i>Acacia pennata</i> (L.) Willd.	1	1	
<i>Sapindaceae</i>	Msph	At	Sm	Oleo	Méso	Scléro	<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	5	5	
<i>Hyparrhenietea</i> Schmitz 1963										
<i>Leguminosae</i>	Mcph	Aam	Bm	Hypar	Méso	Ptéro	<i>Entada gigas</i> (Linn.) Fawcett et Rendle	13	13	
								68	69	
								7	7	

Le relevé et la station types sont représentés par la phytocénose R6 (Tab.XIX). On a extrait les espèces *Aulacocalyx jasmiflora*, *A. talbotii* et *Garcinia smeathmannii* de ces relevés pour caractériser cette association.

III.1.3.3. Description des espèces de l'association

Aulacocalyx jasmiflora Hook. f. (Rubiaceae). Arbuste ou arbre allant de 10 à 15 m de hauteur, généralement avec un vêtement de poils jaunis; fût gris, brun grisâtre ou vert grise; Branches brun verdâtre. Limbe étroitement elliptique vert clair à marron sec; fleur pubescent, parfumé; Bourgeon blanc, vert ou marron. Hypanthium velouté. Tube de calice 2 - 6 mm de long, 2.5 - 3.5 mm de diamètre, cylindrique, rainuré longitudinalement, parfois fendu. Tomentose avec des cheveux détendus à l'extérieur, vert, gris ou vert brunâtre; des lobes de 1 à 5 mm de long, triangulaires, les longs lobes

habituellement carinés avec les marges incurvées à la base sur le prolongement des rainures du tube, parfois inégales en raison des fentes de calice, tomentose avec les poils déprimés dorsalement, avec des poils blanchis appritis ventralement, Vert brunâtre. Corolle (2,2 -) 3 à 5 cm de long, habituellement densément, tomentose aux cheveux aptes, blanc, argenté, blanc crémeux ou verdâtre. Tube (1 -) 1,3- 2,3 (- 2,5) cm de long, (1,5 -) 2 - 3 mm de diamètre, habituellement densément, tomentose avec des poils détendus à l'extérieur, occasionnellement divisé en un ou plusieurs endroits près de la base lorsqu'il est sec, habituellement blanc, parfois vert pâle à la base; les lobes 5 - 6, 10 - 15 (- 17) x (2,5 -) 3 - 5 mm, moins de tomentose sur la moitié couverte par le lobe suivant en bourgeon, glabre ou pubescent vers l'apex ventral, blanc. Anthères 1,2 - 2 cm de long, brun clair ou rougeâtre. Style pubescent; stigmate 0,5 - 1 mm diamètre. Rose ou rouge. Fruit 8 - 12 mm de diamètre, sous-glasse, vert, vert pâle ou vert grisâtre, brun foncé à noir à sec, aux poils jaunes, couronné par le calice cylindrique, rainuré et tomentose. Graines 2 - 4, 8 - 9 x 5 - 8 mm, noir à sec (Figueiredo, 1997).

Aulacocalyx talbotii (Wernham) Keay syn. *Dorothea talbotii* (Rubiaceae). Arbuste ou arbre mesurant jusqu'à 15 m de haut; fût gris-vert, crème rouge aux fibres moulues longitudinales; Branches striées, glabres ou sous-glabres. Lame de 10 - 14 (- 18) x 3.5 - 5 (- 7) cm, elliptique à oblancé, symétrique ou légèrement asymétrique et cunée ou atténuée à la base, acuminée au sommet, glabre ci-dessus, glabre ou pubescent sur les veines ci-dessous, avec 3 à 5 paires de veines latérales, vert clair à brun quand il est sec; Pétiole 3 - 8 (- 10) mm de long, glabre ou légèrement pubescent. Stipules c. 5 x 6 mm, délimité, cuspidé, glabre dorsalement, avec les cheveux apaisés ventralement. Inflorescence 3 - 5 fleurs, pubères; pédoncule de 3 à 5 mm de long; bractées 2 - 3 x 3 - 5 mm, délimité à ovées, fréquemment fusionnées, acuminées, pubères aux sous-glabres, persistantes; bractéoles subissant la fleur fusionnée de façon à former des calices; pédoncules de 2 à 6 mm de long. Jeunes bourgeons fusiformes. Hypanthe légèrement plus court à subégaliseur le tube de calice, stipe visiblement à sec, pubescent. Tube du Calice 4- 7 mm de long, 5 -7 mm en diamètre. En haut, cylindrique, strié à la base lorsqu'il est sec, tronqué, légèrement dénigré, pubescent, brun verdâtre. Corolle 4,5 - 5,5 cm de long, à l'avant-sphère divisée en 4 ou plus de sa longueur, tomentose, vert grisâtre, jaune grisâtre ou gris jaunâtre; Tube tomentose à l'extérieur, tomentose parfois seulement le long des lignes longitudinales entre les anthères, jusqu'à un anneau densément villositaire au-dessous du milieu du tube et glabre en dessous de l'anneau à l'intérieur; lobes 6 - 8, 8 - 12 (-

20) x 3 - 5 mm, elliptique à oblongue ou ovale, acuminé, tomentose. Anthères 2 cm de long, attaché sous leur point milieu à la moitié supérieure du tube de la corolle, blanc crémeux. Style exécré par la corolle fendue, recourbé, glabre; Stigmatisation 1 - 1,2 mm de diamètre, lobes peu divergents au sommet, glabre, gris-blanc. Fruit (Thomas 2256, 8190) 4 x 3 cm, sousglobose, brun foncé ou violet, brun foncé à sec, glabrescent. Graines (Thomas 8190) c. 12, c. 8 x 7 mm, noir quand il est sec (Figueiredo, 1997).

Garcinia smeathmannii(Planch. &Triana) Oliv.(*Clusiaceae*). Arbuste à feuilles persistantes glabres à plusieurs branches atteignant 5 m. Feuilles pétiolées ;limbe oblongue ou ovale oblongue, obtus à arrondie-apiculée au sommet, bleutée vert au-dessus. Les fleurs sont dioïques (ou polygames), dans des fascicules de 5-30 dans les aisselles des feuilles anciennes et du vieux bois; pédicelles (10) 15-45 mm, long. 4 sépales, décussées, inégales, ovales à orbiculaire. Pétales 4, 4-8 (10) mm, long, obovate, blanc crème, parfois teinté rose, avec des lignes glandulaires longitudinales translucides. Fleurs mâles avec 4 fasciclodes spongieux se liant au centre de la fleur, alternant avec 4 fascicules de 6 à 10 étages ou plus (rarement moins), avec des filaments connés jusqu'à 2/3 de leur longueur. Fleurs femelles (et bisexuelles) avec de petits fasciclodes dénigrés alternant avec des fascicules de 1 à 4 staminodes (ou étamines); Ovocytes globuleux à ovoïde, 2 (3-4) loculaire, surmonté d'un stigmate charnu à 2 (3-4). Globose (ou 2 à 4 lobes, au moins à sec), vert violacé en jaune, 1 à 4 graines. Graines 1 cm, long, plan-ovoid. *Garcinia smeathmannii* est un microphanérophyte, sciaphyte, sarcochore. Petit arbre à fût droit et branches étalées horizontalement, à tranche d'écorce de couleur rouge exsudant un latex jaune ; il est répandu dans toute la zone guinéo-congolaise (Noumi, 1998).

III.1.3.4. Structure verticale et physionomie

L'association est représentée par un peuplement arborescent stratifié avec des mégaphanérophytes dépassant 30 m de hauteur comme *Anonidium mannii*, *Santiria trimera*, *Strombosia pustulata* *Strombosiosis tetrandra*. La forêt reste cependant moyenne avec beaucoup de mésophanérophytes (15-30 m de hauteur).

III.1.3.5. Etude des spectres

III.1.3.5.1. Spectres biologiques

Les résultats de l'analyse détaillée des types biologiques de l'ensemble spécifique de l'association (Tab.XIX) sont repris dans le tableau XX. L'importance des mésophanérophytes est mise en évidence pour le spectre brut (60 %) et pour le spectre pondéré (65,71 %). Ce groupe est suivi de microphanérophytes (33,64 %). Les espèces principales, *Aulacocalyxjasmiflora* (31), *Aulacocalyxalbotii*(12), *Garciniapolyantha* (20) atteignent une densité de 4,55 %. Le phanérophyte lianescent (Phgr) et chaméphyte sont représentés chacun par une seule espèce (0,9 % pour le spectre brut).

Tableau XX :Spectres des types biologiques

Types biologiques (TB)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative
Mégaphanérophytes (Mgph)	3	2,73	15,46	13,62
Mésophanérophytes (Msph)	66	60,00	74,58	65,71
Microphanérophytes (Mcph)	37	33,64	19,31	17,02
Nanophanérophytes (Nnph)	2	1,82	3,96	3,49
Phanérophytes lianescent (Phgr)	1	0,91	0,16	0,14
Chamaephyte dressé (Chd)	1	0,91	0,04	0,03
Total	110	100	113,51	100

III.1.3.5.2. Spectres des types de diaspores

Le tableau XXI résume les résultats de l'analyse des types de diaspores tels que présentés dans le tableau XIX. L'importance des sarcochores tant pour le spectre brut (63,64 %) que pour le spectre pondéré dérivé de l'aire basale (84,23 %) est mise en évidence. En regroupant les différentes catégories du tableau XXI selon la classification autoécologique de Molinier & Müller (1938), on obtient les groupes et proportions centésimales suivants :

- anémochores ; 10 espèces soit 9,09 % ;
- zoochores ; 80 espèces soit 72,73 %
- autochores ; 20 espèces soit 18,18 %.

La plupart des espèces sont susceptibles d'être disséminées par les animaux.

Tableau XXI : Spectres des types de diaspores

Les valeurs (entre parenthèses) correspondent aux subdivisions de la valeur globale qui les précèdent.

Types de diaspores (TD)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative (%)
Zoochores	7	63,64	95,60	84,23
Sarcochores (Sarco)	(70)	(63,64)	(95,60)	(84,23)
Anémochores	10	9,09	6,60	5,82
Sclérochores (Scléro)	(1)	(0,91)	(0,02)	(0,02)
Ptérochores (Ptéro)	(9)	(8,18)	(6,58)	(5,80)
Autochores	30	27,27	11,32	9,97
Ballochores (Ballo)	(20)	(18,18)	(8,98)	(7,91)
Barochores (Baro)	(10)	(9,09)	(2,34)	(2,06)
	110	100	113,51	100

III.1.3.5.3. Spectres des types de dimension foliaires

Les résultats de l'analyse des types de dimension foliaires des espèces de l'association sont présentés au tableau XXII. Le spectre brut est largement dominé par les espèces mésophylles (84,55 %). Cette catégorie domine aussi le spectre pondéré dérivé de l'aire basale (76,88 %). Les nanophylles et les microphylles sont peu représentés et montrent des aires basales faibles, inférieures à 1 %.

Tableau XXII : Spectres des types de dimension foliaires

Types biologiques (TB)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative (%)
Mésophylles (Méso)	93	84,55	87,26	76,88
Leptophylles (Lepto)	7	6,36	3,48	3,07
Macrophylles (Macro)	6	5,45	21,87	19,27
Nanophylles (Nano)	2	1,82	0,32	0,28
Microphylles (Micro)	2	1,82	0,59	0,52
Total	110	100	113,51	100

III.1.3.5.4. Spectrephytogéographique

L'examen détaillé des types de distribution géographique de l'ensemble spécifique (tableau XIX) a donné des groupes et des valeurs chiffrées consignés dans le tableau XXIII. Le groupe des espèces guinéo-congolaises vient en tête tant pour le spectre brut que pour le spectre pondéré. En examinant ce groupe, on relève l'importance tant numérique que dynamique des espèces du sous-élément omni ou sub-

omni guinéo-congolaises au sens respectivement de White (1979) et Lebrun (1947). Le groupe des espèces centro-guinéo-congolaises est aussi relativement important et bien représenté. Les espèces à très large distribution sont très faiblement représentées dans l'ensemble. Les espèces de liaison sont représentées de manière visible avec 15 espèces recouvrant 12,47 % de dominance relative. Cette analyse phytogéographique permet de dégager de relever que le fonds floristique de la forêt vierge à *Aulacocalyx* du versant Nord-est de Nkol byon a une dominance d'espèces guinéo-congolaises, caractéristiques de la flore locale.

Tableau XXIII : Spectres des groupes phytogéographiques

Les valeurs (entre parenthèses) correspondent aux subdivisions de la valeur globale qui les précèdent.

Types phytogéographique (TP)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative (%)
Espèces largement répandues	8	7,28	4,34	3,81
Pantrapicales (Pan)	(1)	(0,91)	(0,42)	(0,37)
Plurirégionales africaines (Pra)	(1)	(0,91)	(0,82)	(0,7)
Afro-malgaches (Am)	(1)	(0,91)	(0,43)	(0,38)
Afro-américaines (Aam)	(3)	(2,73)	(1,99)	(1,76)
Paléotropicales (Pal)	(2)	(1,82)	(0,68)	(0,60)
Espèces de liaison	15	13,63	14,16	12,47
Afrotropicales (At)	(7)	(6,36)	(3,20)	(2,82)
Guinéo-soudano- zambéziennes (G-Sz)	(8)	(7,27)	(10,96)	(9,65)
Espèces guinéo-congolaises	87	79,1	95,01	83,71
Omni ou sub-omni guinéo-congolaise (G)	(44)	(40)	(72,47)	(63,85)
Centro-guinéo-congolaises (Cg)	(38)	(34,55)	(18,95)	(16,69)
Bas-guinéennes (Bg)	(3)	(2,73)	(3,11)	(2,74)
Endémique camerounaises (Ca)	(2)	(1,82)	(0,48)	(0,43)
Total	110	100	113,51	100

III.1.3.5.5. Spectres des affinités altitudinales

L'examen détaillé des types d'affinités altitudinales de l'ensemble spécifique (tableau XIX) a donné des groupes et des valeurs chiffrées consignés dans le tableau XXIV. Le groupe des espèces hygromégathermes vient en tête, tant pour le spectre brut (86,36 %) que pour le spectre pondéré dérivé de l'aire basale (77,93 %). En examinant ce groupe, on relève l'importance tant numérique que dynamique des espèces de basse et moyenne altitudes. Les espèces submontagnardes atteignent au moins 11 % des espèces avec une dominance relative appréciable (30,75 %). Il est remarquable que l'association compte dans son effectif deux espèces montagnardes.

Tableau XXIV : Spectre des affinités altitudinales

Les valeurs (entre parenthèses) correspondent aux subdivisions de la valeur globale qui les précèdent.

Variations altitudinales (Etages)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative
Espèces hygro- mégathermes	95	86,36	77,93	
Espèces de basse et moyenne altitudes (Bm)	(65)	(59,09)	(52,61)	(46,35)
Espèces de basse et moyenne altitudes migrant de l'étage submontagnard (Bm/Sm)	(30)	(27,27)	(25,32)	(22,31)
Espèces hygro- mésothermes	13	11,82	34,9	30,75
Espèces de l'étage submontagnard (Sm)	(12)	(10,91)	(33,91)	(29,88)
Espèces de l'étage submontagnard migrant dans l'étage montagnard inférieur (Sm/Mi)	(1)	(0,91)	(0,99)	(0,87)
Espèces hygro-oligothermes	2	1,82	0,68	0,60
Espèces de l'étage montagnard inférieur Mi	(2)	(1,82)	(0,68)	(0,60)
	110	100	113,51	100

III.1.3.5.6. Spectres des unités écosociologiques

L'examen détaillé des unités écosociologiques de l'ensemble spécifique (tableau XIX) a donné des groupes et des valeurs chiffrées consignés dans le tableau XXV. En ce qui concerne l'aspect phytosociologique, une grande proportion d'espèces (42,73 % pour le spectre brut). Ces espèces atteignent au moins 61 % pour le spectre pondéré dérivé de la dominance relative. Les autres espèces sont particulières aux forêts semi-décidues (18,18 % des espèces), forêts secondaires (13,64 % des espèces). Les groupes faiblement représentés sont : forêts tropophiles (2,73 %), forêts sclérophylles (1,82 %) et végétation des savanes non steppiques en région soudano-zambézienne (0,91 %).

Tableau XXV : Spectres des unités phytosociologiques.

Formations végétales et Unités phytosociologiques (UP)	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre d'espèces	%	Aire basale (m ²)	Dominance relative
Forêts ombrophiles sempervirentes	63	57,28	69,81	61,58
<i>Strombosio-Parinarietea</i> Lebrun & Gilbert 1954(Str)	(14)	(12,73)	(17,53)	(15,45)
<i>Ficalhoeto-Podocarpetalia</i> Lebrun & Gilbert 1954(Fic)	(2)	(1,82)	(0,68)	(0,6)
<i>Garcinieta</i> (Gar)	(11)	(10)	(34,72)	(30,59)
<i>Gilbertiodendretalia dewevrei</i> Lebrun & Gilbert 1954(Gil)	(36)	(32,73)	(16,96)	(14,94)
Forêts mésophiles semi-caducifoliées	20	18,18	12,72	11,21
<i>Piptadeniastro-Celtidetalia</i> Lebrun & Gilbert 1954 (Pip)	(20)	(18,18)	(12,72)	(11,21)
Forêts édaphiques liées aux sols hydromorphes	6	5,46	9,29	8,18
<i>Mitragynetea</i> Schmitz 1963 (Mit)	(4)	(3,64)	(6,80)	(5,99)
<i>Pterygotetalia</i> Lebrun & Gilbert 1954(Pte)	(2)	(1,82)	(2,49)	(2,19)
Forêts secondaires	15	13,64	20,68	18,22
<i>Musango-Terminalieta</i> Lebrun & Gilbert 1954(Mus)	(15)	(13,64)	(20,68)	(18,22)
Forêts tropophiles	3	2,73	0,20	0,18
<i>Erythrophleete africana</i> Schmitz 1953(Ery)	(3)	(2,73)	(0,20)	(0,18)
forêts sclérophylles	2	1,82	0,18	0,16
<i>Oleo-Jasminetalea</i> Lebrun & Gilbert 1954(Ole)	(2)	(1,82)	(0,18)	(0,16)
Végétation des savanes non steppiques en région soudano-zambezienne	1	0,91	0,55	0,48
<i>Hyparrhenieta</i> Schmitz 1963 (Hyp)	(1)	(0,91)	(0,55)	(0,48)
	110	100	113,51	100

III.2. Discussion

III.2.1. Caractérisation de la diversité de la flore ligneuse du massif Kala

III.2.1.1. Diversité spécifique

L'inventaire floristique a permis de recenser 211 espèces sur 21 relevés. Douze espèces sont présentes dans au moins 10 relevés. Il s'agit de *Anonidium mannii* (16 relevés), *Tabernaemontana crassa* (14 relevés); *Cola ballayi*, *Guarea cedrata*, *Pycnanthus angolensis*, *Santiria trimera* (13 relevés); *Carapa procera*, *Klainedoxa gabonensis*, *Rothmannia lujae* (12 relevés); *Grewia coriacea*, *Turraeanthus africanus* (11 relevés) et *Uapaca guineensis* (10 relevés). Elles pourraient être constitutives du fonds floristique de la zone d'étude. Cependant, 22 espèces soit 10,33 % des espèces recensées sont présentes dans un seul relevé. La fréquence relative faible de ces espèces (22) peut être due à l'hétérogénéité des inventaires et à l'existence de certaines espèces hors du rectangle (Ozenda, 1982).

Dans les travaux antérieurement réalisés sur les collines aux environs de Yaoundé par Achoundoung (1996) ; certaines de ces espèces dont *Carapa procera*, *Turreanthus africanus* et *Tabernaemontana crassa* ont été signalées parmi les espèces à fréquence importante. Ces résultats font penser que ces espèces auraient une répartition écologique très large.

Dans le cadre du présent travail, l'indice de Shannon (ISH) est de 6,89 bits. Cet indice de diversité est utilisé dans l'étude comparative des communautés car il est indépendant de la taille de la population étudiée. Par ailleurs, il accorde plus d'importance aux espèces rares (Barbault, 1983). Dans d'autres forêts d'Afrique Centrale, il est de : 5,33 bits dans la réserve de faune du dja (Sonké, 1998) ; 3,75 bits par White (1992) ; 5,25 bits dans la forêt sacrée de Kouoghap (Makemteu, 2017) ; 4,98 dans la forêt de terre ferme de l'île Mbiye à Kisangani (Nshimba, 2008). Ces valeurs moins élevées indiquent que ces sites sont moins diversifiés que le massif Kala.

L'indice de Simpson est de 0,01 dans la présente étude. Il favorise les espèces les plus abondantes. Cet indice peut atteindre 0,99 (Gimaret-Carpentier et *al.*, 1998). Il varie de 0,01 à 0,99 dans quelques sites d'Afrique (Tab. XXVI). La gamme de diversité est plus élevée dans la forêt de terre ferme de l'île Mbiye à Kisangani (Nshimba, 2008) et la valeur minimale s'observe dans le présent travail. La valeur minimale obtenue dans le présent travail permet de dire que la probabilité pour que deux individus pris au hasard appartiennent à une même espèce est faible dans la dition. C'est également une preuve de la spécificité de la flore d'altitude (Letouzey, 1985).

L'équitabilité de Piélou est de 0,89 dans la présente étude. Il correspond à des conditions du milieu favorable permettant l'installation de nombreuses espèces (Dajoz, 1982). Elle signale aussi une grande richesse spécifique dans le site prospecté. La valeur obtenue dans le présent travail est plus élevée que celles observées dans d'autres sites : 0,88 dans la forêt de terre ferme de l'île Mbiye à Kisangani (Nshimba, 2008) ; 0,46 dans la forêt sacrée de Kouoghap (Makemteu, 2017). Ces résultats confirment la grande richesse spécifique des forêts denses humides d'Afrique Centrale (Tab. XXVI).

De toutes ces données, il s'avère donc que :

- le massif de Kala (Cameroun) est le site le plus diversifié ;

- la probabilité pour que deux individus pris au hasard appartenant à une même espèce est plus élevée dans la forêt de terre ferme de l'île Mbiye à Kisangani (Nshimba, 2008) ;
- l'indice d'équitabilité de Piélou, d'une valeur moyenne de 0,89 dans l'ensemble des relevés traduit une répartition plus équitable des espèces et leurs individus respectifs dans le massif de Kala.

Tableau XXVI : Indice de diversité dans quelques sites d'Afrique.

Indices	ISH	D'	EQ
Réserve de faune du Dja (Sonké, 1998)	5,33	0,05	-
forêt de terre ferme de l'île Mbiye à Kisangani (Nshimba, 2008)	4,98	0,99	0,88
Lopé (White, 1992)	3,75	0,056	-
Forêt Kouoghap (Makemteu, 2017)	5,25	-	0,46
Présent travail	6,89	0,01	0,89

En termes de nombre d'espèces, la présente étude a reconnu 211 espèces reparties en 154 genres et 46 familles différentes (Tab. XXVII).

Tableau XXVII : Indices taxonomiques de quelques sites d'Afrique tropicale.

Indices	Abondance relative spécifique maximale (%)	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles
Mbam Ninkon (Tchoumi, 2001)	14,78	158	121	43
Manengouba (Tchoumi, 2003)	60,80	42	38	21
Forêt Kouoghap (Makemteu, 2017)	37,72	265	196	85
Présent travail	19,2	211	154	46

La flore de la dition est riche en espèces, genres et familles comparativement aux flores d'autres sites (Nguti, Mbam Minkom et Manengouba). Cette grande richesse n'est guère surprenante car Achoundoung (1996) l'a si bien observée à propos de la végétation et flore des collines de la région de Yaoundé.

Cependant, la faible richesse observée dans d'autres sites serait due à l'action anthropique sur la diversité végétale. Letouzey (1985) qualifie l'anthropisation comme étant la cause principale de dégradation des forêts denses humides.

La densité relative des espèces varie entre des limites étroites (0,02 % à 4,25 %). La moyenne maximale atteinte ici est celle de *Allanblackia gabonensis*, l'espèce la plus dense (quantitativement) sur les 211 recensées. La proportion centésimale importante (4, 25 %) de cette espèce enregistrée dans le présent travail caractérise un peu partout les flores d'altitudes aux environs de Yaoundé (Achoundoung, 1996)

Les principales espèces dont les valeurs IVI élevées sont : *Allanblackia gabonensis* (16,30) ; *Anonidium mannii* (9,29) ; *Santiria*

trimera (9,20) ; *Tabernaemontana crassa* (8,14) ; *Pycnanthus angolensis* (7,58) ; *Coeloraryon preussii* (6,36) ; *Aulacocalyx jasmiflora* (5,45) ; *Cola attiensis* (5,15) ; *Cola ballayi* (4,82) ; et *Cola verticillata* (4,88). Ce noyau floristique apparaît comme une caractéristique de la forêt submontagnarde du massif Kala.

III.2.1.2. Diversité générique

La diversité générique est un indice qui permet de caractériser les flores (Evrard, 1968). Elle est élevée durant les premiers stades et se rapproche de l'unité pour des peuplements tendant vers le climax (Amougou, 1986 ; Dontsa, 1999).

Dans le cadre de la présente étude, l'indice de diversité varie peu de 1,00 % à 1,27 %. La valeur moyenne est estimée à 1,09 %. Ces résultats permettent d'affirmer que le site prospecté présente de nombreux genres monospécifiques. Il s'agit comme l'a si bien souligné (Lebrun, 1960) d'une flore stable, peu perturbée.

Le tableau XXVIII indique le nombre d'espèces, de genres et les valeurs du quotient spécifique dans quelques sites d'Afrique. Le quotient spécifique calculé est celui de Szymkiewicz (QZ) (*in* Evrard, 1968) (QS : S/G ; S : Richesse spécifique, G : Nombre total des genres). Signalons aussi que les inventaires réalisés par ces auteurs ont concerné uniquement les espèces ligneuses à dbh \geq 10 cm.

Tableau XXVIII : Nombre d'espèces de genres et valeurs du quotient spécifique dans quelques sites d'Afrique.

Sites	S	G	QS
Parc National d'Odzala, Congo-brazzaville (Kouka, 2000)	238	172	1,40
Reserve de faune du Dja, Cameroun (Sonké, 1998)	372	215	1,44
Kikwit, République Démocratique du Congo (Masens Da. Musa, 1997)	1004	570	1,76
Kisangani, République démocratique du Congo (Nyakabwa, 1982 <i>in</i> Kouka, 2000)	1354	769	1,71
Tshopo & Kinsangani, République Démocratique du Congo (Lubini, 1982 <i>in</i> Kouka, 2000)	1144	639	1,79
Massif Kala, Cameroun (Présent travail)	211	154	1,38

Ces résultats confirment la grande richesse des forêts denses humides d'Afrique Centrale. Du point de vue générique, la forêt submontagnarde du massif Kala est tout aussi diversifiée que plusieurs forêts d'Afrique Centrale notamment celles de la République démocratique du Congo et du Congo Brazzaville (Tableau XXIX).

Selon Evrard (1968) les territoires guinéens sont relativement riches en espèces et sont très diversifiés du point de vue générique.

Aucun genre n'est commun aux 21 relevés. Les genres abondants sont : *Cola* ; *Aulacocalyx* ; *Allanblackia* ; *Tabernaemontana* ; *Guarea* ; *Anonidium* ; *Pycnanthus* ; *Garcinia* ; *Strombosia* et *Santiria*.

Les genres dominants sont : *Allanblackia* ; *Cola* ; *Santiria* ; *Anonidium* ; *Celtis* ; *Pycnanthus* ; *Coelocaryon* ; *Guarea* ; *Musanga* et *Tabernaemontana*.

Les genres à la fois abondants et dominants sont : *Cola* ; *Allanblackia* ; *Tabernaemontana* ; *Guarea* ; *Anonidium* ; *Pycnanthus* et *Santiria*.

Le genre ayant le plus grand nombre d'espèces est le genre *Cola* (7 espèces). Ce constat avait déjà été fait par certains auteurs dont Achoundoung (1996) et Letouzey (1985) à propos des flores d'altitude. Les genres *Diospyros* et *Antidesma* se placent en seconde position (4 espèces). Une grande richesse en *Diospyros* est souvent considérée comme un indicateur de vieille forêt (Wilks et Issembé, 2000).

Tableau XXIX : Représentation des genres dans le cortège floristique.

Nombre d'espèces par genres	Genres à 1 espèce	Genres à 2 espèces	Genres à 3 espèces	Genres à 4 espèces	Genres à 5 espèces	Genres à 6 espèces	Genres à 7 espèces	Total
Nombre de genres	116	25	10	2	0	0	1	154
(%)	75,32	16,23	6,49	1,30	0,00	0,00	0,65	100

Ces résultats confirment la proportion élevée des genres représentés par une seule espèce dans la dition. Il est cependant de même ordre de grandeur que ceux observés dans d'autres sites d'Afrique : 68 % dans la réserve de faune du Dja au Cameroun (Sonké, 1998) ; 67,2 % dans la région de Kikwit en République Démocratique du Congo (Masens, 1997). Signalons que les inventaires réalisés par Sonké (1998) ont concerné uniquement les espèces ligneuses à dbh \geq 10 cm.

III.2.1.3. Diversité des familles

Au total, 46 familles ont été reconnues dans l'ensemble des relevés effectués. Un classement hiérarchique des cinq familles les plus importantes du point de vue spécifique donne la séquence suivante : *Leguminosae* > *Euphorbiaceae* > *Rubiaceae* > *Annonaceae* > *Sterculiaceae*. Ces taxons représentent 42,45 % du total des familles recensées.

L'abondance spécifique des *Euphorbiaceae* et des *Rubiaceae* caractérise un peu partout les forêts denses humides d'Afrique Centrale (Tab. XXX). En effet, Guillaumet (1996) et Robbrecht (1988) les signalent comme des familles à importance numérique dans les forêts denses sempervirentes et mésophiles semi-décidues. La

famille des *Euphorbiaceae* est également signalée par Wilks et Issembé (2000) comme une famille comprenant de nombreux arbres de forêts secondaires. Les *Leguminosae* (*Fabaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Mimosaceae* confondues), les *Rubiaceae* ainsi que les *Annonaceae* ont été signalées parmi les familles les plus riches dans la forêt classée de SCIO à Madagascar (D'Amigo et al., 2000).

Tableau XXX : Diversité spécifique des familles les plus représentées dans quelques sites en Afrique.

Familles	Massif Kala (Présente étude)	Lopé, Gabon (Lejoly, 1996)	Réserve de faune du Dja, Cameroun (Sonké, 1998)	Odzala, Congo- Brazzaville (Kouka, 2000)
<i>Euphorbiaceae</i>	11,32 %	9,4 %	12,6 %	10,9 %
<i>Rubiaceae</i>	7,10 %	4,7 %	7,5 %	10,5 %
<i>Meliaceae</i>	5,66 %	1,7 %	4,3 %	5,0 %
<i>Annonaceae</i>	6,13 %	4,4 %	4,3 %	5,9 %

Ces résultats confirment la grande richesse des forêts denses d'Afrique Centrale en *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae*, *Meliaceae* et *Annonaceae*. Dans ce groupe, les *Euphorbiaceae* et les *Rubiaceae* occupent une place importante avec des proportions souvent considérables. Leur abondance spécifique indique ici que la plupart des forêts denses d'Afrique Centrale sont de type secondaire.

Les familles les plus abondantes sont celles des *Leguminosae* (10,36 %) ; *Rubiaceae* (9,65 %) ; *Annonaceae* (8,17 %) ; *Sterculiaceae* (8,14 %) ; *Meliaceae* (6,95 %) ; *Clusiaceae* (6,90 %) ; *Apocynaceae* (5,38 %) ; *Euphorbiaceae* (4,91 %) ; *Myristicaceae* (4,58 %) et *Moraceae* (4,25 %). Les *Apocynaceae* ont été signalées parmi les familles abondantes dans la région de Kikwit au Congo Démocratique (Masens, 1997).

Les familles les plus dominantes sont : *Clusiaceae* (12,51 %) ; *Sterculiaceae* (9,55 %) ; *Meliaceae* (8,04 %) ; *Myristicaceae* (7,55 %) ; *Annonaceae* (7,37 %) ; *Burseraceae* (6,49 %) ; *Leguminosae* (6,10 %) ; *Ulmaceae* (4,44 %) ; *Cecropiaceae* (4,16 %) et *Irvingiaceae* (3,93 %). Les *Clusiaceae* ont été signalées parmi les familles dominantes dans trois forêts d'altitude au Cameroun.

Les familles dont les valeurs FIV élevées sont : *Leguminosae* (32,65) ; *Sterculiaceae* (23,89) ; *Clusiaceae* (22,74) ; *Annonaceae* (21,72) ; *Meliaceae* (20,71) ; *Rubiaceae* (20,29) ; *Euphorbiaceae* (20,27) ; *Myristicaceae* (14,03) ; *Burseraceae* (12,88) et *Apocynaceae* (12,31). Ces 10 familles constituent l'originalité de la diversité végétale du site d'étude.

Les familles les plus riches sont : *Leguminosae* (16,19 %) ; *Euphorbiaceae* (11,43 %) ; *Rubiaceae* (7,14 %) ; *Sterculiaceae* et *Annonaceae* (6,19 %) ; *Meliaceae* (5,71 %) ; *Moraceae* (3,81 %) ; *Clusiaceae*, *Apocynaceae* et *Flacourtiaceae* (3,33 %).

III.2.2. Etude des groupements

L'étude des groupements végétaux constitue une source fondamentale de données de base importantes pour la conservation, l'aménagement et la gestion durables des écosystèmes naturels. Mais fréquemment, dans certains cas, l'interprétation écologique des groupes identifiés peut paraître minutieuse (Bangirinama et al., 2010 ; Hakizimana et al., 2012). Les groupements végétaux individualisés dans la forêt Kala expliquent l'hétérogénéité spatiale de cet écosystème forestier. L'analyse de cette hétérogénéité spatiale montre que la forêt Kala est subdivisée en trois zones floristiquement distinctes :

- le noyau de la forêt resté vierge, est sur une pente et dominé par des espèces de petits arbres comme *Aulacocalyx preussii*, *Garcinia manni*, *Garcinia smeathmannii*, *Aulacocalyx caudata* et *Aulacocalyx jasmiflora* (groupement 1) ;
- la partie dégradée de la forêt est le sommet de Nkol nlong, néphélophile, où dominant les arbres de basse et moyenne altitude, ceux des espèces montagnardes ou submontagnardes (groupement 2). Dans toute la contrée, l'hiver (décembre, janvier, février) est sec et relativement frais, l'été (juin, juillet, août) n'est plus chaud (août est le mois le plus froid de l'année). Ces conditions imposent à la végétation une tropophilie authentique, c'est-à-dire une adaptation à un renversement saisonnier très accusé du milieu écoclimatique. La forêt claire, peu diversifiée, ubiquiste est dominée par *Allanblackia*, *Brchystegia*, *Erythrophleum*, *Garcinia*, *Gilbertiodendron*, *Uapaca* ;
- les formations des sommets de Kala, Nkol byon, Nkol mylon, entourées par des cacaoyères, des plantations et des vergers qui montent à 800-1.000 m d'altitude, forment le groupement 3 où dominant *Pycnanthus angolensis*, *Anthocleista schweinfurtii*, *Myrianthus arboreus*. L'organisation de la forêt de Kala se manifeste dans le plan horizontal par une hétérogénéité plus ou moins marquée, telle que la zone de forêt claire alternant avec des zones couvertes de noyaux de forêt plus ou moins denses, et une répartition de type aggloméré, des individus. Cette caractéristique, confirmée par les faibles valeurs de l'indice de Sørensen pour les groupements 1 et 3 et les groupements 2 et 3 et une valeur bien supérieures à 50 % pour les groupements 1 et 2 (annexe II) avait déjà été soulignée par les études sur les forêts intertropicales humides réalisées par Oldeman (1990), Hakizimana et al., 2012. Les valeurs de l'indice d'équitabilité de Piélou (Tab. XXVI) montrent que les espèces des trois groupements végétaux ne se partagent pas équitablement les niches écologiques. Le groupement 2 et 3 ont des valeurs élevées par rapport au groupement 1 avec une

valeur plus faible ; 0,36. (Babault, 1997 ; Gillet, 2000). En considérant les facteurs du déterminisme écologique (le gradient d'humidité et celui d'anthropisation), on remarque que les groupements 1 et 2 sont floristiquement proches, d'une part, et que, d'autre part, les groupements 2 et 3 sont floristiquement proches (Fig.17 et 18). La forte similitude floristique entre les groupements végétaux identifiés (groupement 1 et 3) est confirmée par la valeur élevée de l'indice de similarité de Sørensen (Tab.XVI). Cela incite à penser que l'hétérogénéité spatiale des faciès observée dans la forêt Kala ne serait ou liée à un quelconque gradient écologique, ou pourrait s'expliquer par l'historique des dégradations localisées de la forêt.

Dans la forêt dense Kala, la diversité floristique dépend de l'unité paysagère considérée. Nous considérons que le noyau central de la forêt moins perturbée (groupement 1) représente la moyenne de la diversification en espèces (annexe II). Il est riche en espèces forestières telles que *Allanblackia gabonensis*, *Coelocaryon preussii*, *Dacryodes macrophylla*, *Guarea thompsonii*, *Leplaea mayombensis*, *Pycnanthus angolensis*, *Ricinodendron heudelotii*, *Strombosia grandifolia*, *Trilepisium madagascariensis*. Ces espèces assurent le développement d'une strate arborescente inférieure importante constituée de *Aulacocalyx jasmiflora*, *Aulacocalyx talbotii*, *Coffeabrevipes*, *Garcinia smeathmannii*, *Myrianthus arboreus*, *Rauwolfia macrophylla*, *Tabernaemontana crassa*. La zone des phases d'altération de la forêt (groupement 2), est moins diversifiée. On observe que sa végétation garde le même fond du cortège floristique et un noyau d'espèces communes. Des conclusions similaires avaient été formulées par Nzigidahera (2000).

L'étude des espèces végétales ligneuses (53 espèces pour 3,75ha, soit 14,13 espèces par ha) au sommet de Nkol nlong nous permet de relativiser le nombre d'espèces par hectare avec celles des autres inventaires basés sur le même principe. Mais cette comparaison n'est pas confortable pour plusieurs raisons. Variations de types d'inventaires dans les forêts (surfaces différentes, surfaces égales mais différentes par les longueurs différentes); différences sur le plan physiologique et d'altitudes entre les forêts des hautes terres et les forêts planitiaires. Il est intéressant de comparer les valeurs calculées avec des relevés de même niveau. Mais, faute de valeurs comparables, la meilleure chose à faire est de comparer certaines courbes aire-espèces cumulées (Lejoly, 1996 ; Collin, 1998). Nous l'avons fait sur la base des espèces ligneuses dbh ≥ 10 cm (Fig.24), pour plusieurs inventaires en Afrique. La densité en espèces n'augmente pas proportionnellement avec l'effort d'échantillonnage. La catégorie dbh ≥ 1 cm montre une phytodiversité de 14,13 espèces par ha à Nkol

nlong. Elle est plus faible par rapport à d'autres valeurs comparatives des forêts de l'Afrique centrale atlantique mais pourrait théoriquement atteindre et même dépasser les valeurs des courbes de Kouoghap et du Manengouba à 3 ha de surface (Fig.24). La strate arborescente supérieure d'environ 20 m est constituée de grands arbres comme *Anonidium mannii*, *Brachystegia cynemetroides*, *Brachystegia laurenti*, *Coelocaryon preussii*, *Erythrophleum ivorense*, *Gilbertiodendron preussii*, *Guarea cedrata*, *Pycnanthus angolensis*, *Santiria trimeria*, *Tetraberlinia*. La strate arborescente inférieure est dominée par *Dialium bipindense*, *Distemonanthus bentamnius*, *Uapaca togoensis*, *Baphiopsis parvifolia*, *Tabernaemontana crassa*.

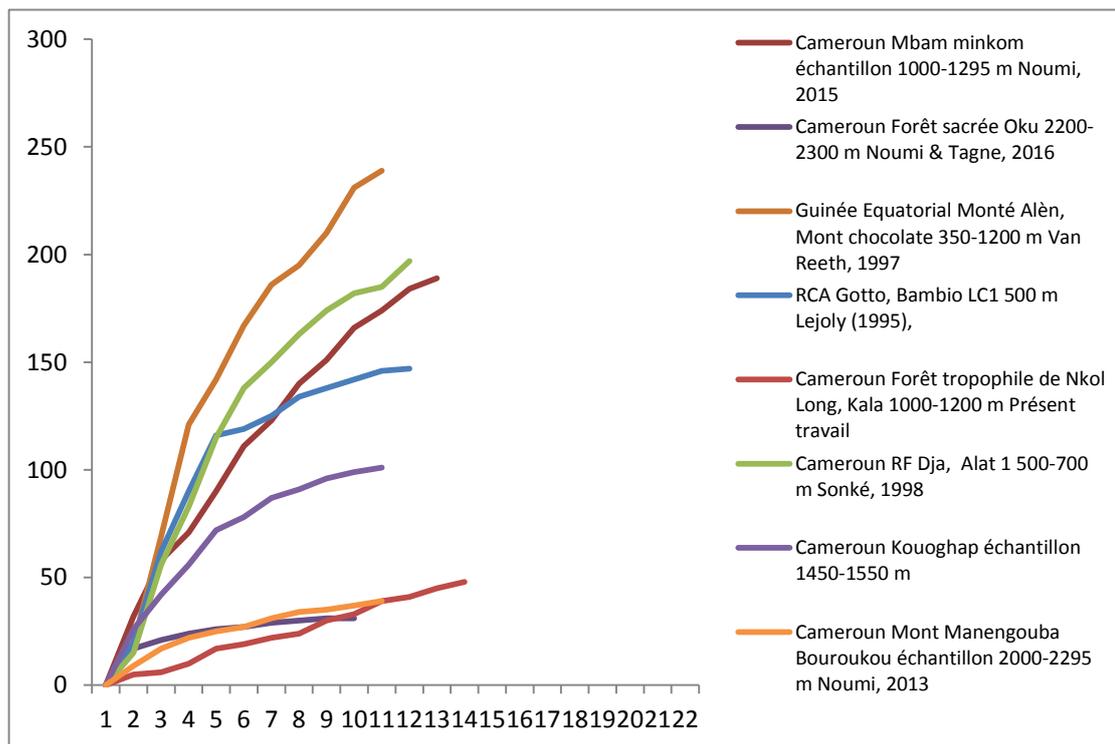


Fig.24. Courbe aire-espèces cumulées sur un relevé de 3,75 ha dans la forêt tropophile submontagnarde de Nkol nlong comparativement à 7 autres courbes aires-espèces cumulées des forêts de l'Afrique Centrale Atlantique.

(Source : Lejoly (1995), Gotto, Bambio LC, 1500 m, RCA ; Van Reeth (1997), Monte Alèn, Mont chocolate, 350-1200 m, Equatorial Guinea ; Sonké (1998), RF Dja, Alat, 1500-700 m, Cameroon ; Noumi, (2013), mont Manengouba, relevé Bouroukou, 2000-2295 m ; Noumi (2012), forêt sacrée Kouoghap, 1450-1550 m, Cameroun. Noumi (2015), Mbam minkom, 1000-1295 m, Cameroun ; Noumi & Tagne (2016), forêt sacrée Oku, 2200- 2300 m; Madiapevo (Présent travail), massif Kala, relevé Nkol nlong, 1000-1156 m, Cameroun).

Le groupe de la formation secondarisée est le plus diversifié. Cet ordre de diversité croissante était attendu. En effet, certains auteurs (Forman & Godron, 1986 ;

Burel & Baudry, 1999) affirment que, jusqu'à un certain seuil, les perturbations augmentent la diversité d'un écosystème. En outre, ces auteurs indiquent que les perturbations sont intenses en zones de lisière qui tendent à une diversification. L'effet lisière induit donc un changement de faciès en favorisant à la fois le développement hétérogène de certaines espèces de la forêt et des espèces héliophiles, des espèces rudérales, des espèces ségétales, adaptées aux perturbations diverses liées au piétinement, au stress hydrique et aux activités humaines (Tomimatsu, Ohara, 2004 ; Verheyen, Hermy, 2004 ; Harper *et al.*, 2005). Le groupement végétal 2 (figure 4) présente la plus faible valeur de l'indice de diversité de Margalef (IDM) (9,50) (tableau IV), alors que celui-ci comprend 15 relevés de l'intérieur de la forêt. Par contre, le groupement végétal 3 qui comprend quatre relevés périphériques présente une valeur de l'IDM (23,86), plus élevées que pour le groupement végétal 1 (IDM = 15,21) qui comprend 2 relevés de l'intérieur de la forêt. On peut donc conclure que, pour cette forêt, la composition floristique globale n'est pas significativement affectée par l'effet lisière (Tomimatsu, Ohara, 2004 ; Verheyen, Hermy, 2004 ; Harper *et al.*, 2005).

Les groupements végétaux identifiés dans la forêt de Kala peuvent être rattachés à ceux déjà décrits par d'autres auteurs. Le groupement à *Aulacocalyx* spp., *Garcinia* spp., et *Albizia gummifera*, *Allanblackia gabonensis*, *Leplaea mayombensis*, rencontré sur la pente nord-est de Nkol byon est semblable à celui décrit sur les sommets des collines Nkolobot du massif de Mbam minkom par Noumi (1998) et à celui rencontré dans la forêt galerie Kouoghap du village Batoufam par Makemteu et Noumi (2015). Enfin, la dominance des espèces de *Brachystegia* (*Brachystegia laurenti*), *Distemonanthus benthamianus*, *Gilbertiodendron brachystegioides*, *Paraberlinia bifoliolata*, *Tetraberlinia bifoliolata* et de *Uapacatogoensis* ainsi que *Pycnanthus angolensis* accompagnée de *Spathodeacampanulata* représente respectivement l'identité tropophile et périguinéenne de la forêt du sommet de Nkol nlong du massif Kala. Le groupement à *Pycnanthus angolensis*, *Albizia adianthifolia* et celui à *Pycnanthus angolensis*, *Anthocleista schweinfurthii* et *Treculia africana*, individualisés dans la zone en lisière de la forêt du massif Kala sont à rapprocher des formations secondaires décrites sur le sommet de l'inseberg Minloua par Noumi (2010). Ces descriptions et appellations corroborent les conclusions des études réalisées par Malaisse (1968) et Lewalle (1972). En outre, la présence d'espèces comme *Albizia adianthifolia*, *Elaeis guineensis*, *Myrianthus arboreus* et d'espèces pyrophytes comme *Combretum* sp. sont

des signes éloquents de l’empreinte de l’action anthropique (piétinement, agriculture, élevage, pêche) et de la secondarisation des forêts Kala.

III.2.3. Position phytosociologique et distribution de l’association à *Garcinia* spp. et *Aulacocalyx* spp. : *Garcinio-aulacocalysetum* ass. nov.

Le rôle dynamique principal est joué au sein du groupement par des espèces : *Allanblackia gabonensis*, *Leplaea mayombensis*, *Pycnanthus angolensis*, *Strombosio parinarietea*, dans la strate arborescente. Ce groupement fait partie de la classe des *Strombosio-Parinarietea*, végétation arborescente terrestre en régions équatoriales et sub-équatoriales africaines et de l’ordre des *Garcinietales* Noumi 1998.

Garcinia smeathmannii, *Garcinia mannii* et *Garcinia kola* sont présent sur le massif Kala. Les deux premières espèces sont mentionnées comme caractéristiques de l’alliance du *Garcinion* Noumi 1998. *Garcinia smeathmannii* est une espèce caractéristique des forêts sommitales du massif Kala où elle fait son apparition à 1000 m d’altitude. C’est un arbuste de sous-bois des forêts ombrophiles qui forme des peuplements sur les pentes les plus escarpées. Elle existe au Sénégal, en Angola, au Rwanda. *Aulacocalyx jasminiflora*, *A. talbotii* sont des *Rubiaceae* de la strate arbustive. Ce sont des espèces des forêts sommitales que l’on trouve au mont Eloumden au Sud de Yaoundé. Dans le massif de Kala, elle constitue plus de 8% de la strate arbustive entre 800-900 m et montre ainsi que la forêt sommitale se différencie plus précocement qu’au mont Eloumden. Les caractéristiques sont des genres et d’espèces qui existent déjà en forêt de basse et moyenne altitudes, mais qui n’atteignent pas l’étage montagnard. Sur le massif Kala les genres *Aulacocalyx* et *Garcinia* entre autres, sont souvent représentés par des espèces particulières qui ne manifestent leur présence qu’à partir de 800 m d’altitude, avec des densités qui décroissent de 800 à 1000 m pour *Garcinia smeathmannii*, de 900 à 1150 m pour *Aulacocalyx jasminiflora* ; ou qui croissent de 1000 à 1150 m pour *Garcinia mannii* et de 800 à 1150 m pour *Aulacocalyx talbotii* (Achoundong, 1985). Ces espèces forment un groupement individualisable dans la forêt submontagnarde du massif Kala. L’association décrite est affiliée à l’alliance du *Garcinion* Noumi 1998.

Les observations ainsi que les données écologiques des sommets des collines autour de Yaoundé permettent de dire que l’association a une préférence pour les sommets des collines au dessus de 1000 m d’altitude. Elle se développe autant plus rapidement que le milieu offre une hygrométrie élevée (ici entretenue par la néphélophilie) et une température tempérée. C’est une association des plantes hygro-

mésothermes. Les informations recueillies sur le terrain permettent d'étendre l'aire de ce type de végétation et de l'élever au rang d'association. En se référant à l'aire d'extension des *Garcinia smeathmannii* : distribution guinéo-congolaise (montagnes) ; *G. mannii* : distribution dans la basse Guinée, et des *Aulacocalyx jasminiflora* : distribution guinéo-congolaise (montagnes) ; *A. talbotii* : distribution dans la basse Guinée (Cable et Cheek, 1998). On peut penser que cette association guinéo-congolaise avec une forte concentration dans le sous-élément de la basse guinée. Au Cameroun l'association est signalée au-dessus de 1000 m d'altitude sur les sommets des collines de Yaoundé (Eloumden, Kala, Mbam minkom) (Achoundong, 1985 ; Noumi, 2015), sur les pentes du mont Cameroun (Cable et Cheek, 1998), mont Koupé (Tchoua et Noumi, 2016). L'association à *Garcinia* spp. et *Aulacocalyx* spp. nouvellement décrite dans le massif Kala, est une végétation arborescente stratifiée s'étendant sur le versant abrupt du sommet Nkol byon, à une altitude submontagnarde. Le noyau floristique fondamental est constitué des peuplements arbustifs de sous-bois, issus des genres représentés par des espèces particulières, voir de nombreuses espèces. Cette association fait partie de l'alliance du *Garcinion* Noumi 1998.

CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

IV.1. Conclusion

Ce travail porte sur la forêt submontagnarde du massif de Kala qui fait partie du vaste plateau sud camerounais, à la charnière de la dorsale Nyong – Sanaga et des hauteurs qui dominent les bas plateaux côtiers. Il se trouve à l'extrémité occidentale de la dorsale, s'y dresse en un complexe qui culmine à 1156 m, constituant un bourrelet marginal, à l'Est des bas plateaux côtiers. Sa forte dénivellation, son volume et sa position en font un des reliefs le plus important du plateau sud-camerounais. L'inventaire floristique fait dans ce massif a permis de recenser un total de 211 espèces appartenant à 154 genres et 46 familles. Parmi les 211 espèces, 210 ont été déterminées au niveau spécifique, 1 au niveau générique.

Les familles mégathermes telles que Leguminosae, Sapotaceae et Annonaceae atteignent des hautes valeurs de richesse floristique et d'abondance, avec des indices FIV parmi les plus élevés (32,64 ; valeur la plus élevée pour *Leguminosae*, 21,72 ; 4^{ème} valeur pour *Annonaceae* et 7,11 ; 15^{ème} valeur pour *Sapotaceae*). La zone élevée du massif Kala est au plancher de l'étage submontagnard encore envahi par les espèces mégathermes. Ainsi, l'hypothèse 2 ne pouvait pas se vérifier sur ce site d'étude.

L'individualisation des groupements végétaux sur la base de la partition des relevés par Detrended Correspondance Analysis (DCA) et une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a donné trois groupements qui, classés dans les syntaxons supérieurs sont :

- classe des *Strombosio-Parinarietea* Lebrun & Gilbert 1954, des forêts ombrophiles équatoriales; avec *Allanblackia gabonensis*, *Leplaea mayombensis*, *Pycnanthus angolensis*, *Strombosio parinarietea*, dans la strate arborescente, *Cola verticillata*, *tabernaemontana crassa*, *Garcinia smeathmannii*, *Garcinia mannii*, *Aulacocalyx jasminiflora*, *Aulacocalyx talbotii* dans la strate arbustive ;
- classe des *Erythrophleetea africana* Schmitz 1963, des forêts tropicales guinéo-soudano-zambésiennes, avec un représentant au sommet de la colline Nkol nlong, caractérisé par la pauvreté en espèces marquant cette forêt dégradée dont l'ensemble est dominé par les espèces d'arbres de *Brachystegia* et d'*Uapaca* avec *Erythrophleum ivorense*, *Paraberlinia bifoliolata* (*Julbernardia pellegriniana*), *Tetraberlinia bifoliolata* (*Julbernardia bifoliolata*). A notre connaissance c'est la première description de ce type de forêt dans l'élément guinéen-congolais ;
- classe des *Musango-terminalietae* Lebrun & Gilbert 1954, des forêts du groupe de liaison guinéo-malgache, avec une très large pénétration soudano-zambésienne, la

classe est dominée par des espèces comme *Pycnanthus angolensis*, *Albizia adianthifolia*, *Elaeis guineensis*, *Nauclea latifolia*, *Nauclea diderrichii*.

L'hypothèse centrale selon laquelle l'existence de groupements végétaux reflète l'hétérogénéité spatiale de la végétation des forêts en fonction des paramètres écologiques a été vérifiée à partir de l'individualisation des groupements végétaux sur la base de la « Detrended Correspondant Analysis » (DCA) et une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

Le versant nord-est de Nkol byon, montre des pentes raides inféodées à ce milieu. Ce dernier qui ne garde pas les eaux des pluies. Elles dévalent les versants plus qu'elles ne s'infiltrant dans le sol à cause des pentes abruptes. Le site s'apparente à un milieu saxicole. En biotope hygro-mésotherme, ce versant a fait un groupement qui est une forêt vierge à *Aulacocalyx jasminiflora*, espèce qui affectionne les flancs des hautes collines et montagnes. Cette forêt vierge donne une vérification de l'hypothèse 4.

La forêt vierge du versant nord-est de Nkol byon a comme caractéristiques les genres *Aulacocalyx* et *Garcinia*, qui sont représentés par des espèces particulières qui ne manifestent leur présence qu'à partir de 800 m d'altitude à Kala avec des densités qui varient entre 800 et 1150 m. Il s'agit du noyau constitutif de l'association à *Garcinia* spp. et *Aulacocalyx* spp. (*Garcinio-aulacocalysetum* ass. nov.), pour la communauté scientifique. L'hypothèse 3 trouve ici sa vérification.

IV.2. Perspectives

Cette étude a permis d'identifier et de caractériser les groupements végétaux formant la végétation de la forêt Kala. Par rapport aux résultats obtenus, il se dégage des perspectives de recherche qui devraient être entreprises dans un proche avenir. Il s'agit, notamment de :

- l'analyse par le biais d'observations diachroniques, des relations dynamiques dans le temps et dans l'espace entre les groupements végétaux qui ont été définis au sein de la végétation de la forêt ;
- l'analyse approfondie des traits de vie et de l'écologie des principales espèces d'arbres des deux forêts ;
- l'étude approfondie des mécanismes de régénération naturelle, de la mortalité, de la croissance et du recrutement des espèces d'arbres pour mieux comprendre la dynamique de renouvellement naturel de la forêt Kala.

BIBLIOGRAPHIE

- Achard F., Eva H., Stibig H.-J., Mayaux P., Gallego J., Richards T. & Malingreau J.P., 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297: 999-1002 p.
- Achoundoung G., 1985. Etude écologique et floristique de la végétation des collines de Yaoundé au dessus de 1 000 m, Thèse de doctorat du troisième cycle, Université de Yaoundé, 310 p.
- Achoundoung G., 1996. Les forêts sommitales du Cameroun : végétation et flore des Collines de Yaoundé, *Bois et forêt des tropiques*, 247 : 37-52 p.
- Alpert P., 1993. Conserving biodiversity in Cameroon, *Ambio*, 22 (1): 44-49 p.
- Amougou A., 1986. Etude botanique et écologique de la vallée inondable du Haut-Nyong et ses affluents. Thèse d'Etat en Sciences Naturelles, Université de Yaoundé. 302 p.
- Aubreville A., 1949. Climat, forêt et désertification de l'Afrique tropicale. Larose, Paris. 351 p.
- Aubréville A., 1959. La flore de Côte d'Ivoire, Thome 2, C,T,F,T, 15 (13) : 95-112 p.
- Aubréville A., 1965. Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia*, n.s. 5. (2) : 153-196.
- Aubréville A., Leroy J., 1970. Flore du Cameroun 16. rue Buffon, Paris : 339 p.
- Bangirinama F., Bigendako M. J., Lejoly J., Noret N., De Cannière C., Bogaert J., 2010. Définition d'indices successionnels pour la caractérisation du processus de la succession post-culturelle au Burundi. *Bois et Forêts des Tropiques*, 305 (3) : 57-66 p.
- Barbault R., 1983. Ecologie des peuplements, Structure, dynamique et évolution, Masson Paris : 273 p.
- Barbault R., 1983. Ecologie générale, Masson, Paris : 273 p.
- Boughey A.S., 1955b. The nomenclature of the vegetation zones on the mountains of tropical Africa, *Webbia* XI: 413-423 p.
- Boughey A. S., 1955a. The vegetation of the mountains of Biafra, *Proceedings of the Linnean Society of London*, 165: 144-150 p.

- Braun-Blanquet J., 1932. Plant sociology. The study of plant communities. New York, Londres, Mac Gray Hill, 439 p.
- Bultot F., 1954. Saisons et périodes sèches et pluvieuses au Congo belge et au Ruanda-Urundi. (Communication n° 9 du Bureau climatologique), Publ. INEAC, 849-62.
- Burel F., Baudry J., 1999. Écologie du paysage : Concepts, méthodes et applications. Paris, France, Technique et Documentation, 359 p.
- Dajoz R., 2006. Précis d'écologie. 8^e édition. Paris, France, Dunod, 631 p.
- Cable S., Cheek M., 1998. The plants of mount Cameroon. A conservation checklist. *Royal Botanic gardens Kew*, M.C.P. 198 p.
- Champetier De Ribes, G., Reyre D., 1959. Explicative notice between Yaounde West leave. Pub. Direct. Min. et Geol. du Cameroon Yaoundé. Yaounde West investigation Map. 30 p. 1 Map.
- Collin C., 1998. Study of the biodiversity of the woody plants of the Ndote forest (Equatorial Guinea). End of study work, Free University of bruxelles. Lab. Syst. Bot. Phytosociol., 79p.
- Curtis J.T., McIntosh R.P., 1951. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecol.* 31, 434-455 p.
- D'Amico C., Gautier L., 2000. Inventory of a 1-ha lowland rainforest plot in Manongarivo (NW Madagascar). *Candollea.* 55, 319-340 p.
- Dajoz R., 1982. Précis d'écologie. 4^e éd. Bordas, Paris. 50 p.
- Danserau P. & Lems K., 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance, *Contrib, Inst, Bot, Univ, Montréal*, 71, 52 p.
- Denys E., 1980. A tentative phytogeographical division of tropica Africa based on a mathematical analysis of distribution maps, *Bull, Jard, Bot, Belg.*, 50 : 465-504 p.
- Djoufack-Manetsa V., 2012. Étude multi-échelles des précipitations et du couvert végétal au Cameroun: Analyses spatiales, tendances temporelles, facteurs climatiques et anthropiques de variabilité du NDVI. Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne et de l'Université de Yaoundé I. 321p.
- Durieu De Madron L., 1993. Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou - Guyane

- française, Thèse de Doctorat, École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 203 p.
- Duvigneaud P., 1949a. Les Uapaca (Euphorbiacées) des forêts claires du Congo méridional. *Inst. Roy. Col. Belge, Bull. Séances*, 20 (4) : 863-892 p.
- Duvigneaud P., 1949b. Les savanes du Bas-Congo. Essai de Phytosociologie topographique. *Lejeunia*, 10 : 1-192 p.
- Duvigneaud P., 1955. Etude écologique de la végétation en Afrique tropicale, Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux, UNESCO, Paris, 120 p.
- Evrard C., 1968. Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette centrale congolaise, Série scientifique N° 110 I.N.E.A.C. Bruxelles, 295 p.
- FAO., 1995. Forest resources assessment 1990, Survey of tropical forest cover and study of change processes, Rome, FAO Forestry Paper No, 130 p.
- Figueiredo E., 1997. Révision d'Aulacocalyx (Rubiaceae-Gardenieae). *Kew Bulletin*, 52: 637-658 p.
- Forman R. T. T., Godron M., 1986. *Landscape Ecology*. New York, États-Unis, John Wiley and Sons, 619 p.
- Ganglo C. J., 1999. Phytosociologie de la végétation naturelle de sous-bois, écologie et productivité des plantations de teck du Sud et du Centre Bénin. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles ; Section Interfacultaire d'Agronomie ; Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, Bruxelles, 391 p.
- Geist H. J. & Lambin E. F., 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation, *BioScience* 52: 143-150 p.
- Gillet F., 2000. La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. 4^e édition revue et corrigée. Neuchâtel, Suisse, Université de Neuchâtel, Institut de botanique, Documents du Laboratoire d'écologie végétale 1, 68 p.
- Gimaret-Carpentier C., Pelissier R., Pascal J.-P., Houllier F., 1998. Sampling strategies for the assessment of tree species diversity. *Journal of Vegetation Science*, vol. 9, 161-172 p.
- Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation, Masson et Cie, Paris, 314 p.

- Grall J., Hily C., 2003. Traitement des données stationnelles (faune). From http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/pdf/document/Fiches_tec_hniques/FT1_0-2003-01.pdf. – I. Rebent. – Rennes : Ifremer, 76 p.
- Guillaumet J.L., 1966. Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire), Mémoires ORSTOM 20, Paris, 247 p.
- Hakizimana P., Bangirinama F., Habonimana B., Bogaert J., 2011. Analyse comparative de la flore de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi. Bulletin scientifique de l'Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature, 9 : 52-61 p.
- Harper K. A., Macdonald S. E., Burton P. J., Chen J., Brosfoske K. D., Saunders S. C., Euskirchen E. S., Roberts D., Jaiteh M. S., Essen P. E., 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. Conservation Biology, 19: 768-782 p.
- Hill M. O., 1994. DECORANA and TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs. In: FORTRAN 77 p.
- Hill M.O., Gauch H. G. Jr., 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. Vegetation, 42 : 47-58 p.
- Hoff M., Brisse H., 1983. Proposition d'un schéma synthétique des végétations secondaires intertropicales. In : Colloques phytosociologiques, 12 : 249-267 p.
- Hoff M., Brisse H., Grandjouan G., (1983) 1985. La végétation rudérale et anthropique de la Nouvelle Calédonie et des îles Loyauté (Pacifique Sud). Colloques Phytosociologiques 12 : 179-248 p.
- Houinato M. R. B., 2001. Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin). Thèse de Doctorat, Univ. Libre de Bruxelles, Belgique, 219 p.
- Jaccard P., 1928. Die statistische methods als Grundlage der Pflanzensoziologie, Handb, Biol, Arb, Meth., XI, 5 : 165-202 p.
- Jaeger P., Adam J.G., 1975. Les forêts de l'étage culminant du Nimba Libérien. Adansonia, sér. 2 15 (2) 177-188 p.

- Kouka L. A., 1994. Etude de la biodiversité végétale des forêts d'Afrique Centrale : Cas de la forêt de Ngotto (République Centrafricaine) et la réserve de faune du Dja (Cameroun), Licence spéciale, Université Libre de Bruxelles, 67 p.
- Kouka L. A., 2000. Recherche sur la flore, la structure et la dynamique des forêts du Parc National d'Odzala (Congo Brazzaville), Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 488 p.
- Kuété M. 1977. Etude géomorphologique du massif de Yaoundé, Thèse 3ème Cycle, Bordeaux, 279 p,
- Lebrun J., 1935. Les Essences Forestières du Congo Belge. II. Les Essences Forestières des Régions Montagneuses du Congo Oriental. Publications de l'INEAC, série scientifique n°1, Bruxelles, 262 p.
- Lebrun J. & Gilbert G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. Pub. I.N.E.A. Série Science 63 : 89 p.
- Lebrun J., 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Eduard Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Expl. Nat. Albert, mission J. Lebrun (1937-1938) 2 vol. fact 1. 800 p.
- Lebrun J., 1960. Etudes sur la flore et la végétation des champs de lave au nord du lac Kivu. Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Expl. Parc. Nat. Albert, Mission J. Lebrun, fasc. 2 : 352 p.
- Lebrun J.P.S., Stork, A.L., 1991, 1992, 1995 and 1997. Induction of the flowering plants of tropical Africa, 4 Volumes. Editions of the Conservatories and Garden Botanies of the City of Geneva, Switzerland.
- Legendre P. & Legendre L., 1998. Numerical ecology, Amsterdam, 2nd ed.: Elsevier; 853 p.
- Lejoly J., 1995. Etude sur la structure de la communauté des petits primates diurnes, Parc National 'Odzala, République du Congo, Projet Ecofac-composante Congo, rapport préliminaire, 26 p.
- Lejoly J., 1996. Biodiversité végétale dans le Parc National 'Odzala (Congo), AGRECO-CTFT, Bruxelles, 114 p.
- Lejoly J., 1996. Synthèse régionale sur la biodiversité végétale des ligneux dans les 6 sites du projet Ecofac en Afrique Centrale, Rapport technique, Bruxelles, 81 p.

- Lejoly J., 1996. Utilisation de la méthode des transects en vue de l'étude de la biodiversité dans la zone de conservation de la forêt de Ngotto (République Centrafricaine), Projet Ecofac, AGRECO-CTFT, Bruxelles, 114 p.
- Lejoly J., 1995. Biodiversité des ligneux sur le transect d'Alat-Makay dans la réserve de faune du Dja (Cameron), rapport technique, projet Ecofac, 95 p.
- Léonard J., 1952. Aperçu préliminaire des groupements végétaux pionniers de la région de Yangambi. *Vegetation* 3 : 279-297 p.
- Lepers E., Lambin E. F., Janetos A.C., DeFries R., Achard F., Ramankutty N. & Scholes R.J., 2005. A synthesis of information on rapid Land-cover change for the period 1981-2000, *Bioscience* 55: 115-124 p.
- Letouzey R., (1970 -1972). Manuel de botanique forestière Afrique-tropicale, CTFC, Nogent.
- Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Ed. P. Lechevalier, Paris, 61 p.
- Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Ed. P. Lechevalier, Paris 5, 511 p.
- Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. *Encycl. Biol.* Ed. P. Lechevalier, 511 p.
- Letouzey R., 1979. Flore du Cameroun, Documents phytogéographiques n° 2, CNRS, Paris.
- Letouzey R., 1982. Manuel de botanique forestière, Afrique tropicale, Thome 1, CTFT, Toulouse, 173 p.
- Letouzey R., 1985. Notice de la carte phytogéographique au 1/500 000, Domaine de la forêt dense humide toujours verte, Institut de la carte Internationale de la Végétation, Toulouse, France, 27-62 p.
- Letouzey R., 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1 : 500 000, IRA, Yaoundé, Institut de la carte Internationale de la végétation, Toulouse, 240 p.
- Lewalle J., 1972. Les étages de végétation du Burundi occidental. *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique*, 42 (1/2) : 1-247 p.
- Long G., 1974. Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire : principes généraux et méthodes, recueil ; analyse, traitement et expression cartographique de l'information, Tome I, Editions Massons & Cie.

- Loreau M., 2005. Paris declaration on biodiversity, In : Ministère délégué à la Recherche (ed.). International Conference on Biodiversity: science and governance, Paris, UNESCO, 319 p.
- Loubet Del Bayle J.L., 1989. Introduction aux méthodes des sciences sociales. Toulouse. 240 p.
- Lubini A., 1997. La végétation de la réserve de biosphère de Luki, Opra Bot. Belg. 10, 155 p.
- Mahaillet A.F., 1972. Monographie sur la pluviométrie au Cameroun, Ronéo. 109 p.
- Makany L., 1976. Végétation des plateaux Teke (Congo). Travaux de l'Université de Brazzaville, ill. 301 p.
- Makemteu J., 2017. Etude phytosociologique de la forêt sacrée Kouoghap de Batoufam (Ouest-Cameroun). Thèse de doctorat Ph/D. Université de Yaoundé I. 147 p.
- Makemteu J., Noumi E., 2015. The submountainous sacred Kouoghap forest of the Batoufam village, West Cameroon ; Phytosociological Approach. International Research Journal of Natural and Applied Sciences Vol. 2, Issue 11, : 2349-4077 p.
- Malaisse F., 1968. Étude écologique de la rivière Luanza et de son bassin. Thèse de doctorat, Université officielle du Congo, Lubumbashi, 473 p.
- Mangenot G., 1955. Etudes sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. Etudes Eburnéennes, IFAN, 4: 5-61 p.
- Massens D.M.B., 1997. Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, Rep. Dem. Du Congo). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 398 p.
- Momo Solefack M. C., 2009. Influence des activités anthropiques sur la végétation du Mont Oku (Cameroun), Thèse en Biologie-Santé, Univ, de Picardie et Univ, de Youndé I : 262 p.
- Mori, S.A., Boom. B.M., Carvalho, A.M., Dos Santos, T.S., 1983. Ecological importance of *Myrtaceae* in an Eastern Brazilian wet forest. Biotrop. 15, 68-7 p.
- Mosango M. (1990). Contribution à l'étude botanique et biogéochimique de l'écosystème forêt en région équatoriale (île Kongolo, Zaïre). Thèse de doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 442 p.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. – Aims and methods of vegetation ecology. Caldwell, New Jersey 07006, USA, 547 p.

- Mullenders W., 1954. La végétation de Kaniama (entre Lubish et Lubilash, Congo Belge) *Publ. I.N.E.A.C., Sér. Scient.* 61 : 429 p.
- Normand M.D., 1964. Identification des arbres et ses bois des principales essences forestières en République Centrafricaine, 78 p.
- Noumi E.& Amougou A., 2003. Fourré crassulescent submontagnard à *Euphorbiakamerunica* de l'inselberg Minloua (Yaoundé, Cameroun), *J. Cam. Acad. Sc.* 3(3) : 185 – 201 p.
- Noumi E. & Tagne Tiam G. A., 2016. Floristic Inventory of Woody Species of the Oku Sacred Forest in the North-West Cameroon, Theoretical and Philosophical Approach, *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology* 3(1) : 2349-8080 p.
- Noumi E., 1998. La forêt de transition à *Garcinia* spp, des collines Nkolobot (région de Yaoundé Cameroun), *Belg. Jour. Bot.* 130(2) : 198-220 p.
- Noumi E., 2003. Batoufam, un village dans une Caldeira, ICSS, Yaoundé, 35 p.
- Noumi E., 2005. Flore et groupement végétaux de l'inselberg Minloua et la région orientale limitrophe du massif de Yaoundé. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 271 p.
- Noumi E., 2008. Didactique des sciences de la vie et de la terre (SVT) illustrée par des exemples et docimologie : Manuel des professeurs des lycées et collèges, Yaoundé: Edition GIC- ICSSC,(Reprographie), 55 p.
- Noumi E., 2012. Ligneous flora diversity of a submountain forest of West Cameroon: The Kouoghap sacral forest of the village Batoufam, *Journal of Ecology and the Natural Environment* 4(1): 8-28 p.
- Noumi E., 2013. Floristic inventory of woody species in the Manengouba mountain forest, Cameroon, *Journal of Biology and Life Science* 4 (2) : 282-309 p.
- Noumi E., 2015. Floristic Structure and Diversity of a Tropical Sub-Montane Evergreen Forest, In the Mbam Minkom Massif (Western Yaoundé), *Journal of Biology and Life Science* 6 (1): 149-193 p.
- Nshimba H., 2008. Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R. D. Congo. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Libre de Bruxelles, 276 p.
- Nzigidahera B., 2000. Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa

- conservation. Bujumbura, Burundi, Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature, 126 p.
- Oldeman R.A.A., 1990. Forests : element of silvology, Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 624 p.
- Oumorou M., 2003. Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 210 p.
- Oyono P. R., Kouna C. & Mala W., 2005. Benefits of forests in Cameroon. Global structure, issues involving access and decision-making hiccoughs. *Forest Policy Econ.* 7: 357-368 p.
- Ozenda P., 1982. – Les végétaux dans la Biosphère. Paris, Doin éd., 431 p.
- Pascal J.-P., 1995. Quelques exemples de problèmes posés à l'analyste et au modélisateur par la complexité de la forêt tropicale humide, *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, vol. 50, n° 3, 1995, 237-249p.
- Pascal J.-P., 2003. Description et dynamique des milieux forestiers, *Rev, For, Fr, LV*, numéro spécial, 13 p.
- Pelissier R., 1997. Hétérogénéité spatiale et dynamique d'une forêt dense humide dans les Ghâts occidentaux de l'Inde, Institut français de Pondichéry, Publications du Département d'Écologie, tome 37.
- Pielou E. C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10: 370-383 p.
- Portères R., 1946, Climat et végétation de la chaîne des monts Bambutos (Cameroun), *Bull, Soc, Bot, Fr* 93: 352-360 p.
- Raunkiaer C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. *Clarendon Press*. Oxford, 632 p.
- Robbrecht E., 1988. The tropical woody *Rubiaceae*. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *OperaBot. Belg.*, 271 p.
- Rollet B., 1983. Application of various methods of analyses of data to detailed forest inventories raised in tropical forest. *Oecol. Plant*, 14(3): 319-344 p.
- Royer J.M., 2009. Petit précis de phytosociologie sigmatiste. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial*. 33 p.

- Sala O.E., Chapin III F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., LeRoy Poff N., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. & Wall D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science* 287: 1770-1774 p.
- Schmitz A., 1963. Aperçu sur les groupements végétaux du Katanga. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 96 : 233-447 p.
- Schmitz A., 1971. La végétation de la plaine de Lubumbashi (haut Katanga). Publ. INEAC, Sér. Scient.113. 388 p.
- Schmitz A., 1988. Révision des groupements végétaux décrits du Zaïre, du Rwanda et du Burundi. Tervuren, Belgique, Muséum royal d'Afrique centrale, Annales Sciences économiques, vol. 17, 315 p.
- Schnell R., 1952. Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba (Afrique occidentale française), Mémoire de l'Institut Français d'Afrique Noire, N° 22, 604 p.
- Schnell R., 1952. Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba, Mémoire IFAN, Dakar, 640 p.
- Schnell R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les milieux et les groupements végétaux, Gauthier-Villars, Paris, 452 p, Vol. II : 503 – 951 p.
- Schnell R., 1977. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux, Vol, III et IV : Flore et végétation de l'Afrique tropicale, Gauthier – Villars éd, , Paris, 459 p et 378 p.
- Schnell R., 1987. La flore et la végétation de l'Amérique tropicale. Tome I. Généralités, les flores, les formations forestières et les formations mésophiles, éd. Masson, New York,480 p.
- Schnell R., 1987. La flore et la végétation de l'Amérique tropicale. Tome II. Les formations forestières, la végétation des montagnes, la végétation azonale et extra-azonale et conclusions, éd. Masson, New York, 447 p.
- Schnell, R., 1970. Introduction to the Phytogeography of the Tropical Countries: The General Problems 1. Gauthier-Villars, Paris. 499p.
- Schröter D., Cramer W., Leemans R., Prentice I.C., Araújo M.B., Arnell N.W., Bondeau A., Bugmann H. Carter T.R., Gracia C. A., de la Vega-Leinert A. C., ErhardM., Ewert F., Glendining M., House J. I., Kankaanpää S., Klein R. J.T.,

- Lavorel S., Lindner M., Metzger M. J., Meyer J., Mitchell T. D., Reginster I., Rounsevell, M., Sabate, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M., T., Thonicke K., Thuiller W., Tuck G., Zaehle S. & Zierl B., 2005. Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe, *Science* 310: 1333-1337 p.
- Senterre B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique Tropicale, Thèse de doct, ULB, Labo,Bot, Syst, & Phyt., 345 p.
- Shannon C. E., Weaver W., 1948. The mathematical theory of communication, Urbana Univ, Press, Illinois, 117-127 p.
- Sinsin B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse de doctorat, Labo. Bot. Syst. Phytosoc., Univ. Libre Bruxelles, 390 p.
- Sokpon N., 1995. Recherches écologiques sur la forêt dense semi-décidue de Pobé au Sud-Est du Bénin : groupements végétaux, régénération naturelle et chute de litière. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 350 p.
- Sonké B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun). Thèse de doct., ULB., Labo. Bot. Syst.& Phyt., 276 p.
- Sorensen T., 1948. A method of establishing group of species content and its application to analyse of the vegetation on Danish common, *Kong, danske, Vident 4* : 1 – 34 p.
- Suchel J.B., 1972. La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun, Contribution à l'étude des climats de l'Afrique tropicale, Trav.et Doc. De Géographie tropicale, 5 Univ. Féd. Cam. Bordeaux, France, Ed. C.E.G.T., 287 p.
- Tajeukem V. C., 2017. Disponibilité des produits forestiers non ligneux de la périphérie nord du parc national de Boumba-Bek (Sud-est Cameroun).Thèse de doctorat Ph/D. Université de Yaoundé I. 219 p.
- Talbott K., 1993. Central Africa's forest, The second greatest forest system on earth, Institut mondial pour les ressources, Washington.
- Tchoua T. J. M.&Noumi E., 2016. Structure and Floristic Diversity of the Woody Vegetation of the Mount Kupe Submontane Forest (Moungo – Cameroon). *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.* 3(1) : 1-26 p.

- Thomas C.D., Cameron A., Green R. E., Bakkenes M., Beaumont L.J., Collingham, Y. C., Erasmus B. F. N., Ferreira de Siqueira M., Grainger A., Hannah L., Hughes L., Huntley B., Van Jaarsveld A.S., Midgley G. F., Miles L., Ortega-Huerta M.A., Townsend Peterson A., Phillips O. L., & Williams S.E., 2004. Extinction risk from climate change, *Nature* 247:145-148 p.
- Thuiller W., Midgley G. F., Hughes G.O., Bomhard B., Drew G., Rutherford M.C., & WoO., 2006. Endemic species and ecosystem sensitivity to climate change in Namibia, *Global Change Biology* 12: 759–776 p.
- Tomimatsu H., Ohara M., 2004. Edge effects on recruitment of *Trillium camschatcense* in small forest fragments. *Biological conservation*, 117: 509-519 p.
- Torquebiau E., 1981. Analyse architecturale de la forêt de Los Tuxtlas (Veracruz), Montpellier : Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 185 p.
- Tüxen R., Preising E., 1942. Grunbegriffe und Methoden zum studium der Wasser und Sumflanzen-gesellschaften. *Deutsche Wasserwirtschaft* 37: 10-17, 57-69.
- Van Reeth L., 1997. Analysis of the Biodiversity of the Ligneous Flora in the National Park of Monte Alén in Equatorial Guinea. End of Study Work, Lab. Syst. Bot. Phytosociol., Free University of Brussels. 119p.
- Van Steenis C.G.E.J., 1935. On the origin of the Malaysian mountain flora. Part 2. Altitudinal zones, general considerations and renewed statement of the problem. *Bull. Jard. Bot. Buitenz.* Ser. 3, 13 : 289-417 p.
- Verheyen K., Hermy M., 2004. Recruitment and growth of herb-layer species with different colonizing capacities in ancient and recent forests. *Journal of Vegetation Science*, 15: 125-134 p.
- Villiers J.F., 1981. Formations climaciques et relictuelles d'un inselberg inclus dans la forêt camerounaise, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris 6, 501 p.
- Vivien Y., Faure J., 1985. Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, Paris, 565 p.
- Walter H., Lieth H., 1964. Klimadiagram – Weltatlas. G. Fischer, Jena.
- Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T. J.C., Fromentin J-M., Hoegh-Guldberg O., & Bairlein F., 2002. Ecological responses to recent climate change, *Nature* 416: 389-395 p.

- White F. 1979. The Guineo-Congolian region and its relationships to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 40: 11-55 p.
- White F., 1986. La végétation de l'Afrique, Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique, UNESCO-AETFAT/UNSO (traduction française par P, Bamps), Paris ORSTOM-UNESCO, 384 p.
- White F., 1992. Vegetation history and logging disturbance: effects of rain forest mammals in the Lope reserve, Gabon, Thesis submitted for degree of Ph,D, University of Edinburgh, 250 p.
- Whitmore T.C., 1974. Change with time and the role of cyclones in Tropical Rain Forest on Kolombangara, Solomon Islands, Commonwealth Forestry Institute, Oxford, Paper 46 p.
- Wilks C., Issembé Y., 2000. Guide pratique d'identification, Les arbres de la Guinée Equatoriale, Région continentale, Paris, 546 p.
- Wolter, F., 1993. Etude des possibilités techniques, économiques et financières d'un aménagement des forêts tropicales des zones humides de la cuvette du Zaïre, basé sur ses capacités naturelles: Thèse de doctorat, Université de Louvain. 146 p.

ANNEXE

Annexe I : Présentation phytogéographique de la liste floristique de la forêt submontagnarde du massif Kala, avec divers paramètres floristiques et la répartition des individus recensés par classe de diamètre

Espèces	Familles			TB	TP	Etage	UP	TF	TD	[1-	[10-	[20-	[30-	[40-	[50-	[60-	[70-	[80-	[90-	[100-	[110-	[120-	[130-	Ni	
										10[	20[	30[	40[	50[	60[	70[	80[	90[	100[	110[	120[	130[	140[
<i>Celtis zenkeri</i> Engl.	<i>Celtidaceae</i>	Msp	G-Sz	Bm	Pip	Més	Sar	29	9	1	4											2	45		
<i>Aningeria altissima</i> (A. chev.) Aubr. & Peller.	<i>Sapotaceae</i>	Msp	G-Sz	Sm	Gar	Més	Sar	11									1					1	1	14	
<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	<i>Celtidaceae</i>	Msp	Bg	Bm	Pip	Més	Sar	13	2	4												1	1	21	
<i>Scottellia minfiensis</i> Gilg.	<i>Flacourtiaceae</i>	Msp	G	Bm	Gil	Més	Bal		2		1											1		4	
<i>Santiria trimera</i> (Oliv.) Aubr.	<i>Burseraceae</i>	Mgp	G	Sm	Gar	Més	Sar	30	19	14	12	6	5	2	1					2	1				92
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	<i>Myristicaceae</i>	Msp	G	Bm	Mus	Mac	Sar	38	34	13	7	3	1	3						1	1				101
<i>Desbordesia glaucescens</i> (Engl.) Vans Tiegh	<i>Irvingiaceae</i>	Msp	Cg	Bm	Gil	Més	Pté	17	13	5	1	2					2			2					42
<i>Antiaris welwitschii</i> Lesch.	<i>Moraceae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Més	Sar	2	2				1							1					6
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	<i>Cecropiaceae</i>	Msp	G	Bm/Sm	Mus	Mac	Sar		2	4	1	3	2				2	2							16
<i>Cylicodiscus gabunense</i> Harms	<i>Leguminosae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Més	Bal											1							1
<i>Bombax buonopozense</i> P. Beauv.	<i>Bombacaceae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Més	Bal					2				2		1							5
<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex pax.	<i>Euphorbiaceae</i>	Msp	G	Bm	Mus	Més	Sar			3	2	2					2								9
<i>Allanblackia gabonensis</i> (Pellegr.) Bamps	<i>Clusiaceae</i>	Msp	G	Sm	Gar	Més	Sar	62	31	20	30	26	10	4	7	2									192
<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	<i>Irvingiaceae</i>	Msp	G-Sz	Bm	Gil	Més	Sar	10	7	1	1	4	2				1								26
<i>Cola verticillata</i> (Thonn.) stapf ex A. chev	<i>Sterculiaceae</i>	Msp	Aam	Sm	Gar	Més	Sar	31	18	24	3	5				1	1								83
<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	<i>Myristicaceae</i>	Msp	G	Bm	Mit	Més	Sar	32	7	15	16	6	1	1	3										81
<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	<i>Meliaceae</i>	Msp	G	Bm/Sm	Gil	Més	Bal	8	4	5	6	3	2	1	2										31
<i>Isolana hexaloba</i> Engl.	<i>Annonaceae</i>	Msp	Cg	Bm	Gil	Més	Sar	0	8	1			1		2										12
<i>Cola ballayi</i> M. Cornu	<i>Sterculiaceae</i>	Msp	G-Sz	Bm/Sm	Gil	Més	Bal	11	9	12	5	10				1									48
<i>Cordia platythyrsa</i> Bak.	<i>Boraginaceae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Més	Sar	43	4							1									48
<i>Antrocaryon klaineum</i> Pierre	<i>Anacardiaceae</i>	Msp	Cg	Bm	Gil	Lep	Sar	4	1							1									6
<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	<i>Cecropiaceae</i>	Mcp	G	Bm	Mus	Mac	Sar	35	10	7	3		1		1										57
<i>Parkia bicolor</i> A. Chev.	<i>Leguminosae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Lep	Bal	2	3							1									6
<i>Pтелиopsis hylodendron</i> Mild.	<i>Combretaceae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Mic	Pté	2	3	2						1									8

<i>Pterocarpus mildbreadii</i> Engl.	<i>Leguminosae</i>	Msp	Cg	Bm	Pip	Mic	Pté	4	2			2									8
<i>Antidesma membranaceum</i> Müll. Arg.	<i>Euphorbiaceae</i>	Mcp	G	Bm/Sm	Gil	Més	Sar	4	2			1									7
<i>Drypetes klainei</i> Pierre ex Pax	<i>Euphorbiaceae</i>	Msp	Cg	Bm	Gil	Més	Sar	29	4	1		1									35
<i>Garcinia mannii</i> Oliv.	<i>Clusiaceae</i>	Mcp	Cg	Sm/Mi	Gar	Més	Sar	1	4	1		1									7
<i>Sloetiopsisusambarensis</i> Engler	<i>Moraceae</i>	Mcp	G-Sz	Bm/Sm	Str	Més	Sar	22	32	9	1	1									65
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	<i>Sterculiaceae</i>	Msp	Pra	Bm	Mit	Més	Bal	24	4	1		1									30
<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f. ex Benth.	<i>Olacaceae</i>	Msp	G-Sz	Bm/Sm	Str	Més	Sar	13	3	2	5	1									24
<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> (harms) Hauman	<i>Leguminosae</i>	Msp	Cg	Bm	Ery	Més	Bal		2			1									3
<i>Zanthoxylum gillettii</i> De Willd.	<i>Rutaceae</i>	Msp	G	Bm/Sm	Pte	Més	Bar	11	2			1									14
<i>Myrianthus libericus</i> P. Beauv.	<i>Cecropiaceae</i>	Mcp	G	Sm	Gar	Mac	Sar	10	3	5	4										22
<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. & Thonn.) Taub.	<i>Leguminosae</i>	Mcp	G	Bm	Pip	Lep	Bar	23		2	4										29
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W. F. Wight	<i>Leguminosae</i>	Msp	At	Bm/Sm	Mus	Lep	Bal	6	2			3									11
<i>Casearia barberi</i> Jacq.	<i>Samydaceae</i>	Mcp	At	Bm/Sm	Str	Més	Bal	9	2			3									14
<i>Scottellia coreacea</i> A. Chev.	<i>Flacourtiaceae</i>	Mcp	G	Bm	Gil	Més	Bal	4	4	2	3										13
<i>Strombosia pustulata</i> Oliv.	<i>Olacaceae</i>	Mcp	G	Bm/Sm	Str	Més	Sar	17	5			3									25
<i>Synsepalum dulcificum</i> Schum. & Thonn.	<i>Sapotaceae</i>	Mcp	Cg	Bm	Mit	Més	Sar	3	7	4	3										17
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	<i>Clusiaceae</i>	Msp	Pan	Bm	Mit	Més	Sar	14	2			2									18
<i>Sterculia rhimopetala</i> K. Schum.	<i>Sterculiaceae</i>	Mcp	Cg	Bm	Pip	Més	Bal	9	26	9	2										46
<i>Dacryodes igangaga</i> Aubr. & Pellegr.	<i>Burseraceae</i>	Msp	G	Bm	Gil	Més	Sar	1	3			2									6
<i>Albizia glaberrima</i> (schum. & thonn.) Benth.	<i>Leguminosae</i>	Msp	Cg	Bm/Sm	Mus	Lep	Bal	20	4	1	2										27
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	<i>Moraceae</i>	Mcp	G	Bm	Pip	Més	Sar	2	3	1	2										8
<i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms	<i>Alangiaceae</i>	Msp	Pal	Mi	Pol	Mac	Bar	21	1	5	1										28
<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms.	<i>Leguminosae</i>	Msp	Cg	Bm	Gil	Més	Pté	15	1	1	1										18
<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) R.	<i>Sterculiaceae</i>	Msp	G	Bm	Pip	Més	Pté	2	1	2	1										6
<i>Paraberlinia bifoliolata</i> Pellegr.	<i>Leguminosae</i>	Msp	G	Bm	Ery	Més	Pté	5				1									6
<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	<i>Lecythidaceae</i>	Msp	G	Sm	Mus	Més	Pté	1	2	1	1										5
<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook. F.) Brenan	<i>Leguminosae</i>	Mgp	G	Bm/Sm	Pip	Lep	Pté				1	1									2
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	<i>Euphorbiaceae</i>	Msp	G-Sz	Bm/Sm	Mus	Més	Sar	5	5	2	1										13
<i>Gosswilerodendron balsamiferum</i> (Verm.) Harms	<i>Leguminosae</i>	Mgp	Cg	Bm	Ery	Lep	Pté	30			1	1									32

Annexe 1 : Densité, aire basale, diversité et FIV des familles végétales rencontrées dans 5,25 ha du Massif Kala présentée dans l'ordre décroissant de FIV.

Familles	Nombre d'individus	Densité relative [X100]	Aire basale (m ²)	Dominance relative [X100]	Nombre d'espèces	Diversité relative [X100]	FIV [X300]
<i>Leguminosae</i>	468	10,3563	8,9300	6,1026	34	16,1905	32,6494
<i>Sterculiaceae</i>	368	8,1434	13,9801	9,5538	13	6,1905	23,8877
<i>Clusiaceae</i>	312	6,9042	18,2998	12,5058	6	3,3333	22,7433
<i>Annonaceae</i>	369	8,1655	10,7776	7,3653	13	6,1905	21,7213
<i>Meliaceae</i>	314	6,9484	11,7692	8,0429	12	5,7143	20,7056
<i>Rubiaceae</i>	436	9,6482	5,1129	3,4941	15	7,1429	20,2851
<i>Euphorbiaceae</i>	222	4,9126	5,7452	3,9262	24	11,4286	20,2673
<i>Myristicaceae</i>	207	4,5807	11,0407	7,5451	4	1,9048	14,0305
<i>Burseraceae</i>	181	4,0053	9,4974	6,4904	5	2,3810	12,8767
<i>Apocynaceae</i>	243	5,3773	5,2681	3,6001	7	3,3333	12,3108
<i>Moraceae</i>	192	4,2487	5,1208	3,4995	8	3,8095	11,5577
<i>Tiliaceae</i>	158	3,4963	2,3994	1,6397	6	2,8571	7,9932
<i>Cecropiaceae</i>	95	2,1022	6,0927	4,1637	3	1,4286	7,6945
<i>Ulmaceae</i>	70	1,5490	6,4992	4,4414	3	1,4286	7,4190
<i>Sapotaceae</i>	56	1,2392	4,4139	3,0164	6	2,8571	7,1128
<i>Flacourtiaceae</i>	84	1,8588	2,6468	1,8088	7	3,3333	7,0009
<i>Irvingiaceae</i>	68	1,5048	5,7570	3,9342	2	0,9524	6,3914
<i>Olacaceae</i>	121	2,6776	3,0336	2,0731	3	1,4286	6,1793
<i>Lauraceae</i>	97	2,1465	0,8816	0,6025	3	1,4286	4,1775
<i>Ebenaceae</i>	69	1,5269	0,7324	0,5005	4	1,9048	3,9321
<i>Combretaceae</i>	30	0,6639	1,1585	0,7917	3	1,4286	2,8841
<i>Sapindaceae</i>	53	1,1728	0,6381	0,4361	2	0,9524	2,5613
<i>Anacardiaceae</i>	19	0,4204	0,9170	0,6266	3	1,4286	2,4757
<i>Boraginaceae</i>	48	1,0622	0,5969	0,4079	1	0,4762	1,9463
<i>Bignoniaceae</i>	13	0,2877	0,2611	0,1785	3	1,4286	1,8947

<i>Bombacaceae</i>	5	0,1106	1,9105	1,3056	1	0,4762	1,8924
<i>Rutaceae</i>	26	0,5753	0,3338	0,2281	2	0,9524	1,7558
<i>Cyatheaceae</i>	27	0,5975	0,0530	0,0362	2	0,9524	1,5861
<i>Alangiaceae</i>	28	0,6196	0,4006	0,2737	1	0,4762	1,3695
<i>Vochyliaaceae</i>	33	0,7303	0,1905	0,1302	1	0,4762	1,3366
<i>Leeaceae</i>	20	0,4426	0,4791	0,3274	1	0,4762	1,2462
<i>Samydaceae</i>	14	0,3098	0,3416	0,2335	1	0,4762	1,0195
<i>Simaroubaceae</i>	10	0,2213	0,4123	0,2818	1	0,4762	0,9793
<i>Ochnaceae</i>	18	0,3983	0,1139	0,0778	1	0,4762	0,9523
<i>Menispermaceae</i>	14	0,3098	0,0589	0,0403	1	0,4762	0,8262
<i>Violaceae</i>	11	0,2434	0,0216	0,0148	1	0,4762	0,7344
<i>Lecythidaceae</i>	5	0,1106	0,1826	0,1248	1	0,4762	0,7116
<i>Pandaceae</i>	4	0,0885	0,0707	0,0483	1	0,4762	0,6130
<i>Verbenaceae</i>	2	0,0443	0,0982	0,0671	1	0,4762	0,5875
<i>Polygalaceae</i>	3	0,0664	0,0059	0,0040	1	0,4762	0,5466
<i>Araceae</i>	1	0,0221	0,0491	0,0335	1	0,4762	0,5319
<i>Melastomataceae</i>	2	0,0443	0,0039	0,0027	1	0,4762	0,5231
<i>Chrysobalanaceae</i>	1	0,0221	0,0177	0,0121	1	0,4762	0,5104
<i>Rhamnaceae</i>	1	0,0221	0,0177	0,0121	1	0,4762	0,5104
<i>Delliniaceae</i>	1	0,0221	0,0020	0,0013	1	0,4762	0,4997
	4519	100	146,3334	100,0023	212	101,4286	301,4309

Annexe 2 : Densité, aire basale, fréquence et IVI des espèces végétales rencontrées dans 5,25 ha du Massif Kala présentée dans l'ordre décroissant d'IVI.

Espèces	Fréquence absolue	Fréquence relative [X100]	Abondance absolue	Densité relative [X100]	Aire basale (m ²)	Dominance relative [X100]	IVI [X300]
<i>Allanblackia gabonensis</i> (Pellegr.) Bamps	6	0,7009	192	4,2487	16,6033	11,3465	16,2962
<i>Anonidium mannii</i> (Oliv.) Engl. & Diels.	16	1,8692	119	2,6333	7,0038	4,7863	9,2888
<i>Santiria trimera</i> (Oliv.) Aubr.	13	1,5187	92	2,0358	8,2545	5,6410	9,1956
<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	14	1,6355	178	3,9389	3,7581	2,5683	8,1427
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	13	1,5187	101	2,2350	5,6019	3,8282	7,5819
<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	8	0,9346	81	1,7924	5,3113	3,6296	6,3567
<i>Aulacocalyx jasmiflora</i> Hook. f.	6	0,7009	154	3,4078	1,9674	1,3445	5,4533
<i>Cola attiensis</i> var. <i>bordardii</i> (Pellegr.) N. Halle	6	0,7009	94	2,0801	3,4675	2,3697	5,1507
<i>Cola ballayi</i> M. Cornu	13	1,5187	48	1,0622	3,2830	2,2435	4,8244
<i>Cola verticillata</i> (Thonn.) stapf ex A. chev	4	0,4673	83	1,8367	3,6501	2,4945	4,7984
<i>Desbordesia glaucescens</i> (Engl.) Vans Tiegh	7	0,8178	42	0,9294	3,7895	2,5897	4,3369
<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	13	1,5187	31	0,6860	3,0768	2,1026	4,3073
<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex DC.)	11	1,2850	54	1,1950	2,3680	1,6182	4,0982
<i>Guarea thompsonii</i> Harms.	9	1,0514	93	2,0580	1,2822	0,8762	3,9856
<i>Celtis zenkeri</i> Engl.	5	0,5841	45	0,9958	3,5127	2,4005	3,9804
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	6	0,7009	16	0,3541	3,8327	2,6192	3,6742
<i>Grewia coriacea</i> Mast.	11	1,2850	49	1,0843	1,6984	1,1607	3,5300
<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f. ex Benth.	5	0,5841	72	1,5933	1,8064	1,2345	3,4119
<i>Garcinia smeathmannii</i> Oliv.	6	0,7009	88	1,9473	0,9896	0,6763	3,3245
<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	12	1,4019	26	0,5753	1,9674	1,3445	3,3217
<i>Carapa procera</i> DC.	12	1,4019	38	0,8409	1,4412	0,9849	3,2277

<i>Myrianthus arboreus</i> P. Beauv.	7	0,8178	57	1,2613	1,5571	1,0641	3,1432
<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	5	0,5841	21	0,4647	2,9158	1,9926	3,0414
<i>Aningeria altissima</i> (A. chev.) Aubr. & Peller.	3	0,3505	14	0,3098	3,2476	2,2194	2,8797
<i>Rothmannia lujae</i> (De Wild.) Keay	12	1,4019	47	1,0401	0,4064	0,2778	2,7197
<i>Sizygium rowlandii</i> Sprague	3	0,3505	65	1,4384	1,3057	0,8923	2,6812
<i>Leplaea mayombensis</i> (Under.) Alst.	4	0,4673	43	0,9515	1,7966	1,2278	2,6466
<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	7	0,8178	46	1,0179	1,1113	0,7595	2,5952
<i>Uapaca guineensis</i> Müell. Arg.	10	1,1682	24	0,5311	1,0681	0,7300	2,4293
<i>Trilepisium madagascariensis</i> DC.	4	0,4673	46	1,0179	1,3312	0,9098	2,3950
<i>Dacryodes macrophylla</i> (Oliv.) Lam	7	0,8178	50	1,1064	0,6480	0,4428	2,3670
<i>Greenwayodendron suaveolens</i> (Engl. & Diels) Verd.	5	0,5841	54	1,1950	0,8129	0,5555	2,3346
<i>Annickia chlorantha</i> Oliv.	5	0,5841	68	1,5048	0,3063	0,2093	2,2982
<i>Cordia platythyrsa</i> Bak.	6	0,7009	48	1,0622	0,5969	0,4079	2,1710
<i>Hypodaphnis zenkeri</i> (Engl.) Stapf	6	0,7009	48	1,0622	0,5027	0,3435	2,1066
<i>Aulacocalyx caudata</i> Hook. f.	4	0,4673	57	1,2613	0,4889	0,3341	2,0627
<i>Monodora myristica</i> (Geartn.) Dinal	5	0,5841	56	1,2392	0,2985	0,2040	2,0273
<i>Coffeabrevipes</i> Hiern	5	0,5841	50	1,1064	0,4909	0,3355	2,0260
<i>Anthonotha macrophylla</i> P. Beauv.	5	0,5841	28	0,6196	1,1860	0,8105	2,0142
<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex pax .	5	0,5841	9	0,1992	1,7927	1,2251	2,0084
<i>Isolana hexaloba</i> Engl.	7	0,8178	12	0,2655	1,3116	0,8963	1,9796
<i>Eriocoelum macrocarpum</i> Gilg.	5	0,5841	43	0,9515	0,6185	0,4227	1,9583
<i>Dialum zenkeri</i> Harms	7	0,8178	31	0,6860	0,3750	0,2563	1,7600
<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. & Thonn.) Taub.	6	0,7009	29	0,6417	0,5282	0,3610	1,7036
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	5	0,5841	24	0,5311	0,8168	0,5582	1,6734
<i>Myrianthus liberucus</i> P. Beauv.	6	0,7009	22	0,4868	0,7029	0,4804	1,6681
<i>Diospyros simulans</i>	6		36		0,2278	0,1557	

F. White		0,7009		0,7966			1,6532
<i>Bombax buonopozense</i> P. Beauv.	2	0,2336	5	0,1106	1,9105	1,3056	1,6499
<i>Entada gigas</i> (Linn.) Fawcett & Rendle	5	0,5841	30	0,6639	0,5459	0,3730	1,6210
<i>Trichilia welwitschii</i> C.DC.	8	0,9346	16	0,3541	0,4712	0,3220	1,6107
<i>Ficus exasperata</i> Vahl.	6	0,7009	22	0,4868	0,6087	0,4160	1,6037
<i>Drypetes klainei</i> Pierre ex Pax	5	0,5841	35	0,7745	0,3358	0,2295	1,5881
<i>Alstonia boonei</i> De Willd.	4	0,4673	23	0,5090	0,7991	0,5461	1,5224
<i>Psydrax arnoldianum</i> (De Willd. & Th.Dur.) Hepper	5	0,5841	29	0,6417	0,4182	0,2858	1,5117
<i>Desplatsia subericarpa</i> Bocq.	4	0,4673	41	0,9073	0,1590	0,1087	1,4833
<i>Sterculia rhimopetala</i> K. Schum.	5	0,5841	30	0,6639	0,3259	0,2227	1,4707
<i>Glyphaea brevis</i> (Sprague) Manachino	6	0,7009	27	0,5975	0,2415	0,1650	1,4635
<i>Omphalocarpum procerum</i> P. Beauv.	9	1,0514	9	0,1992	0,2847	0,1946	1,4451
<i>Gilbertiodendron brachystegioides</i> Harms	4	0,4673	38	0,8409	0,1846	0,1261	1,4343
<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> (Verm.) Harms	5	0,5841	32	0,7081	0,2042	0,1396	1,4318
<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. & Diels	7	0,8178	19	0,4204	0,2415	0,1650	1,4032
<i>Scottellia minfiensis</i> Gilg.	2	0,2336	4	0,0885	1,5629	1,0681	1,3903
<i>Antiaris welwitschii</i> Lesch.	4	0,4673	6	0,1328	1,1428	0,7809	1,3810
<i>Massularia acuminata</i> (K. Schum.) Hoyle	5	0,5841	28	0,6196	0,2592	0,1771	1,3808
<i>Alchornea floribunda</i> Müll. Arg.	5	0,5841	21	0,4647	0,4811	0,3287	1,3776
<i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms	4	0,4673	28	0,6196	0,4006	0,2737	1,3606
<i>Erythrina mildbraedii</i> Harms	4	0,4673	21	0,4647	0,6067	0,4146	1,3466
<i>Erysmadelphus exsul</i> Mildbr.	4	0,4673	33	0,7303	0,1905	0,1302	1,3277
<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	5	0,5841	26	0,5753	0,2238	0,1530	1,3124
<i>Caloncoba welwitschii</i> (Oliv.) Gilg.	6	0,7009	25	0,5532	0,0805	0,0550	1,3092
<i>Strombosia</i>	4		25		0,4104	0,2804	

<i>pustulata</i> Oliv.		0,4673		0,5532			1,3010
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	4	0,4673	17	0,3762	0,6146	0,4200	1,2635
<i>Casearia barteri</i> Jacq.	6	0,7009	14	0,3098	0,3416	0,2335	1,2442
<i>Desplatsia dewevrei</i> De wild. & Th. Dur	5	0,5841	23	0,5090	0,2022	0,1382	1,2313
<i>Polyalthia suaveolens</i> Engl. & Diels	6	0,7009	9	0,1992	0,4732	0,3234	1,2235
<i>Albizia glaberrima</i> (schum. & thonn.) Benth.	3	0,3505	27	0,5975	0,3515	0,2402	1,1881
<i>Hylodendron gabunense</i> Taub.	4	0,4673	12	0,2655	0,6362	0,4348	1,1676
<i>Gilbertiodendron preussii</i> Harms	4	0,4673	27	0,5975	0,1158	0,0792	1,1439
<i>Treculia africana</i> Decne.	3	0,3505	24	0,5311	0,3770	0,2576	1,1392
<i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) Lam	5	0,5841	19	0,4204	0,1787	0,1221	1,1267
<i>Leea guineensis</i> G. Don	3	0,3505	20	0,4426	0,4791	0,3274	1,1204
<i>Amphimas pterocarpoides</i> Harms.	5	0,5841	18	0,3983	0,1924	0,1315	1,1139
<i>Beilschmiedia grandifolia</i> (Vahl.) Hutch. & Dalz.	3	0,3505	31	0,6860	0,1080	0,0738	1,1103
<i>Acacia pennata</i> (L.) Willd.	5	0,5841	18	0,3983	0,1610	0,1100	1,0925
<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	2	0,2336	10	0,2213	0,9307	0,6360	1,0910
<i>Scottellia coreacea</i> A. Chev.	4	0,4673	13	0,2877	0,4653	0,3180	1,0730
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	5	0,5841	13	0,2877	0,2926	0,1999	1,0717
<i>Rothmannia hispida</i> (K. Schum) Fagerlind	4	0,4673	21	0,4647	0,1983	0,1355	1,0675
<i>Parkia bicolor</i> A. Chev.	5	0,5841	6	0,1328	0,4987	0,3408	1,0577
<i>Microdesmis puberula</i> Hook.	4	0,4673	23	0,5090	0,1080	0,0738	1,0501
<i>Zanthoxylum tessmannii</i> (Engl.) R. Let.	6	0,7009	12	0,2655	0,1178	0,0805	1,0470
<i>Synsepalum dulcificum</i> Schum. & Thonn.	4	0,4673	23	0,5090	0,0923	0,0631	1,0393
<i>Homalium</i> sp.	4	0,4673	19	0,4204	0,2101	0,1436	1,0313
<i>Discoglyprena caloneura</i> (Pax) Prain	4	0,4673	5	0,1106	0,6381	0,4361	1,0140
<i>Dialium bipendense</i> Harms	5	0,5841	15	0,3319	0,1394	0,0953	1,0113

<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich.) Engl.	5	0,5841	5	0,1106	0,4339	0,2965	0,9913
<i>Hannoa kleineana</i> Pierre & Engl.	4	0,4673	10	0,2213	0,4123	0,2818	0,9704
<i>Pтелиopsis hylodendron</i> Mild.	3	0,3505	8	0,1770	0,5969	0,4079	0,9354
<i>Beilschmiedia obscura</i> (Stapf) Engl. & A.	3	0,3505	18	0,3983	0,2710	0,1852	0,9340
<i>Antrocaryon klaineanum</i> Pierre	4	0,4673	6	0,1328	0,4673	0,3194	0,9194
<i>Trichilia rubenscens</i> Oliv.	5	0,5841	11	0,2434	0,1316	0,0899	0,9174
<i>Gambeya africana</i> (G. Dan. ex Bak.) Pierre.	6	0,7009	7	0,1549	0,0609	0,0416	0,8974
<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	4	0,4673	14	0,3098	0,1689	0,1154	0,8925
<i>Pterocarpus mildbreadii</i> Engl.	4	0,4673	8	0,1770	0,3613	0,2469	0,8912
<i>Xylopia staudtii</i> Engl.	5	0,5841	10	0,2213	0,1139	0,0778	0,8832
<i>Cola acuminata</i> P. Beauv.	4	0,4673	8	0,1770	0,3142	0,2147	0,8590
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	4	0,4673	8	0,1770	0,2985	0,2040	0,8483
<i>Diospyros longiflora</i> R. Let.	2	0,2336	16	0,3541	0,3770	0,2576	0,8453
<i>Rauvolfia macrophylla</i> Stapf	5	0,5841	8	0,1770	0,1100	0,0751	0,8363
<i>Brachystegia cynemetroides</i> Harms	4	0,4673	9	0,1992	0,2376	0,1624	0,8288
<i>Landolphia congolensis</i> (Stapf) Pichon	2	0,2336	13	0,2877	0,4496	0,3073	0,8286
<i>Carapa grandiflora</i> (Pax) Hutch	2	0,2336	6	0,1328	0,6715	0,4589	0,8253
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W. F. Wight	3	0,3505	11	0,2434	0,3358	0,2295	0,8233
<i>Cola pachycarpa</i> K. Schum.	4	0,4673	10	0,2213	0,1924	0,1315	0,8201
<i>Garcinia mannii</i> Oliv.	4	0,4673	7	0,1549	0,2808	0,1919	0,8141
<i>Zanthoxylum gillettii</i> De Willd.	3	0,3505	14	0,3098	0,2160	0,1476	0,8079
<i>Strombosiopsis tetrandra</i> Eng.	2	0,2336	18	0,3983	0,2553	0,1744	0,8064
<i>Cyathea camerooniana</i> Hook. f	3	0,3505	19	0,4204	0,0373	0,0255	0,7964
<i>Erythrococca africana</i> (Baill.) Prain	3	0,3505	16	0,3541	0,1257	0,0859	0,7904
<i>Voacanga braeteata</i> Stapf	3	0,3505	17	0,3762	0,0805	0,0550	0,7817

<i>Combretum</i> sp.	2	0,2336	20	0,4426	0,1178	0,0805	0,7567
<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) R.	4	0,4673	6	0,1328	0,2160	0,1476	0,7477
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A. Rich.	4	0,4673	11	0,2434	0,0530	0,0362	0,7469
<i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev.	3	0,3505	15	0,3319	0,0766	0,0523	0,7347
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.	4	0,4673	7	0,1549	0,1394	0,0953	0,7175
<i>Oxyanthus speciosus</i> DC.	3	0,3505	11	0,2434	0,1787	0,1221	0,7160
<i>Eribroma oblangum</i> (Mast.) Bodard	3	0,3505	5	0,1106	0,3711	0,2536	0,7147
<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisel.) Müll. Arg.	4	0,4673	9	0,1992	0,0648	0,0443	0,7107
<i>Campylospermum elongatum</i> (Oliv.) Vahl Tiegh	2	0,2336	18	0,3983	0,1139	0,0778	0,7098
<i>Penianthus longifolius</i> Miers	3	0,3505	14	0,3098	0,0589	0,0403	0,7005
<i>Caloncoba echinata</i> (Oliv.) Gilg.	4	0,4673	9	0,1992	0,0491	0,0335	0,7000
<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern	3	0,3505	13	0,2877	0,0726	0,0496	0,6878
<i>Homalium letestui</i> Pellgr.	3	0,3505	9	0,1992	0,1905	0,1302	0,6798
<i>Aulacocalyx preussii</i> Hook. f.	2	0,2336	17	0,3762	0,0962	0,0657	0,6756
<i>Antidesma</i> sp.	2	0,2336	18	0,3983	0,0511	0,0349	0,6669
<i>Pterygota macrocarpa</i> K. Schum.	2	0,2336	18	0,3983	0,0353	0,0242	0,6561
<i>Garcinia kola</i> Heckel	4	0,4673	5	0,1106	0,1041	0,0711	0,6491
<i>Antidesma membranaceum</i> Müll. Arg.	3	0,3505	7	0,1549	0,2022	0,1382	0,6436
<i>Sorindeia grandifolia</i> Engl.	3	0,3505	7	0,1549	0,2022	0,1382	0,6436
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg.	2	0,2336	17	0,3762	0,0491	0,0335	0,6434
<i>Trichilia dregeana</i> Sond.	3	0,3505	11	0,2434	0,0687	0,0470	0,6408
<i>Cylicodiscus gabunense</i> Harms	1	0,1168	1	0,0221	0,7088	0,4844	0,6234
<i>Baphiopsis parviflora</i> Benth. & Bak.	4	0,4673	6	0,1328	0,0275	0,0188	0,6188
<i>Rinorea oblongifolia</i> (C.h. Wright) Marg. ex chipp	3	0,3505	11	0,2434	0,0216	0,0148	0,6086
<i>Brachystegia laurentii</i> (De Wild.) Louis	2	0,2336	15	0,3319	0,0452	0,0309	0,5964

<i>Duboscia macrocarpa</i> Bocq.	2	0,2336	14	0,3098	0,0589	0,0403	0,5837
<i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild. & Th. Dur .)Merrill	2	0,2336	3	0,0664	0,3986	0,2724	0,5724
<i>Antidesma laciniatum</i> Müll. Arg.	3	0,3505	8	0,1770	0,0628	0,0429	0,5704
<i>Dacryodes igangaga</i> Aubr. & Pellegr.	2	0,2336	6	0,1328	0,2474	0,1691	0,5355
<i>Cola lateritia</i> K. Schum.	3	0,3505	6	0,1328	0,0746	0,0510	0,5342
<i>Caloncoba glauca</i> (P. Beauv) Gilg.	3	0,3505	5	0,1106	0,0884	0,0604	0,5215
<i>Crudia gabonensis</i> Pierre ex De Willd.	3	0,3505	5	0,1106	0,0726	0,0496	0,5108
<i>Schumanniphyton magnificum</i> Harms	2	0,2336	11	0,2434	0,0373	0,0255	0,5026
<i>Antidesma venosum</i> Tul.	3	0,3505	5	0,1106	0,0569	0,0389	0,5000
<i>Uapaca esculenta</i> A. Chev.	3	0,3505	5	0,1106	0,0569	0,0389	0,5000
<i>Milletia sanagana</i> Harms	3	0,3505	4	0,0885	0,0707	0,0483	0,4873
<i>Maesobotrya klaineana</i> Benth.	3	0,3505	3	0,0664	0,1001	0,0684	0,4853
<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	2	0,2336	5	0,1106	0,1826	0,1248	0,4691
<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	2	0,2336	10	0,2213	0,0196	0,0134	0,4684
<i>Christiana africana</i> DC.	3	0,3505	4	0,0885	0,0393	0,0268	0,4658
<i>Terminalia superpa</i> Engl. & Diels	1	0,1168	2	0,0443	0,4437	0,3033	0,4643
<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	3	0,3505	3	0,0664	0,0530	0,0362	0,4531
<i>Monodoxa tenuifolia</i> Benth	2	0,2336	6	0,1328	0,1217	0,0832	0,4496
<i>Plagiosiphon emarginatus</i> Hutch. & Dalz.	3	0,3505	3	0,0664	0,0373	0,0255	0,4423
<i>Paraberlinia bifoliolata</i> Pellegr.	2	0,2336	6	0,1328	0,1060	0,0725	0,4389
<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> (harms) Hauman	2	0,2336	3	0,0664	0,1944	0,1328	0,4329
<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	2	0,2336	4	0,0885	0,1492	0,1020	0,4241
<i>Cyathea manniana</i> Hook. f.	2	0,2336	8	0,1770	0,0157	0,0107	0,4214
<i>Carpolobia lutea</i> G. Don.	3	0,3505	3	0,0664	0,0059	0,0040	0,4209
<i>Khaya anthotheca</i> (welw.) C. DC.	2	0,2336	5	0,1106	0,1041	0,0711	0,4154
<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook. F.) Brenan	2	0,2336	2	0,0443	0,1453	0,0993	0,3772
<i>Celtis philippensis</i>	2		4		0,0707	0,0483	

Blanco		0,2336		0,0885			0,3705
<i>Panda oleosa</i> Pierre	2	0,2336	4	0,0885	0,0707	0,0483	0,3705
<i>Diospyros hoyleana</i> F. White	2	0,2336	4	0,0885	0,0550	0,0376	0,3597
<i>Anthonotha fragrans</i> (Bak. f.) Excell. Hill.	2	0,2336	3	0,0664	0,0844	0,0577	0,3577
<i>Macaranga barteri</i> Müll. Arg.	2	0,2336	4	0,0885	0,0393	0,0268	0,3490
<i>Macaranga monandra</i> Müll. Arg.	2	0,2336	4	0,0885	0,0393	0,0268	0,3490
<i>Maesobotrya dusenii</i> (Pax) Hutch.	2	0,2336	4	0,0885	0,0393	0,0268	0,3490
<i>Rothmannia whitfieldii</i> (Lind.) Dandy	2	0,2336	2	0,0443	0,0982	0,0671	0,3450
<i>Vitex grandifolia</i> (C. H. Wright) Marq. ex chipp	2	0,2336	2	0,0443	0,0982	0,0671	0,3450
<i>Librevillea klainei</i> Pierre (ex Harms) Hoyle	1	0,1168	6	0,1328	0,1374	0,0939	0,3435
<i>Cola rostrata</i> K. Schum.	2	0,2336	4	0,0885	0,0079	0,0054	0,3275
<i>Ficus mucuso</i> Ficalho	2	0,2336	4	0,0885	0,0079	0,0054	0,3275
<i>Gambea boukokoensis</i> Aubr. & Pellegr.	2	0,2336	2	0,0443	0,0668	0,0456	0,3235
<i>Mammea africana</i> Sabine	2	0,2336	2	0,0443	0,0668	0,0456	0,3235
<i>Entandrophragma utile</i> Dawe & Sprague	1	0,1168	5	0,1106	0,1198	0,0819	0,3093
<i>Sloetiopsisusambarensis</i> Engler	1	0,1168	8	0,1770	0,0157	0,0107	0,3046
<i>Markhamea lutea</i> (Benth.) K. Schum.	2	0,2336	3	0,0664	0,0059	0,0040	0,3041
<i>Bertiera adamsii</i> (Hepper) N. Halle	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Drypetes gossweileri</i> S. Moore	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Pausinystalia macroceras</i> (K. Schum) Pierre	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Voacanga africana</i> Stapf	2	0,2336	2	0,0443	0,0353	0,0242	0,3021
<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	1	0,1168	1	0,0221	0,2376	0,1624	0,3013
<i>Tessmania anomala</i> (Mich.) Harms	1	0,1168	3	0,0664	0,1630	0,1114	0,2946

<i>Memecylon polyanthemos</i> Hook. f.	2	0,2336	2	0,0443	0,0039	0,0027	0,2806
<i>Newtonia griffoniana</i> (Baill.) Keay	1	0,1168	5	0,1106	0,0098	0,0067	0,2342
<i>Margaritaria discoidea</i> (Benth) K. Schum.	1	0,1168	3	0,0664	0,0373	0,0255	0,2087
<i>Tetrorchidium didymostemon</i> (Baill.) Pax	1	0,1168	1	0,0221	0,0962	0,0657	0,2047
<i>Xylopia rubescens</i> Oliv.	1	0,1168	3	0,0664	0,0059	0,0040	0,1872
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	1	0,1168	1	0,0221	0,0491	0,0335	0,1725
<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	1	0,1168	2	0,0443	0,0039	0,0027	0,1638
<i>Hexalobus crispiflorus</i> A. Rich.	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Hymenostegia afzelii</i> (Oliv.) Harms	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Lasiodiscus mannii</i> Hook. f.	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Maranthes glabra</i> (Oliv.) Prance	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Sapium ellipticum</i> (Hochst.) Pax	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Uvariastrum pynaertii</i> De Wild.	1	0,1168	1	0,0221	0,0177	0,0121	0,1510
<i>Macaranga saccifera</i> Pax	1	0,1168	1	0,0221	0,0020	0,0013	0,1403
<i>Tetracera alnifolia</i> Willd.	1	0,1168	1	0,0221	0,0020	0,0013	0,1403
<i>Uapaca togoensis</i> Pax & Engl.	1	0,1168	1	0,0221	0,0020	0,0013	0,1403
Total	856	100	4519	100	146,333422	100,002339	300,002339

Annexe 3. Equation de la courbe aire-espèce et ajustement par la methode des moindres carres.

Tableaudonnées du terrain : Le test d'homogénéité cumulé a donné les résultats présentés dans le tableau suivant : Chaque unité de relevé est représentée par une surface de 100 m x 25 m = 0,25 ha.

Relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Surfaces de relevés cumulés (m ²)	2500	2500	2500	2500	12500	2500	2500	25000	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Nombre d'espèces nouvellement apparues	5	5	1	6	5	2	3	2	6	3	6	2	4	3	0

Tableau donnant le nombre d'espèces en fonction des aires

Relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Surfaces de relevés cumulés (m ²) = x	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	275000	30000	32500	35000	37500
Nombre d'espèces cumulés = y	5	10	11	17	22	24	27	29	35	38	44	46	50	53	53

Le tableau ci-dessus représente les nombres respectifs de 15 unités de relevés (X) et de leurs diversités floristiques (Y).

Lorsqu'on place les points (x₁, y₁), (x₂, y₂),..., (x_n, y_n) dans un système d'axes rectangulaires, l'ensemble des points ainsi obtenus forme un nuage de points.

Dans le cas présent, le nuage des points forme une courbe en coordonnées arithmétiques et une droite en coordonnées logarithmiques. On peut ajuster cette droite par la méthode des moindres carrés et son équation est : $Y = a_0 + a_1 X$.

Les divers variables utilisées dans les formules des constantes a_0 et a_1 et celle du coefficient de corrélation sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau donnant les valeurs des variables permettant de calculer a_0 , a_1 et r

x (m ²)	y	X = log ₂ x	Y = log ₂ y	X ²	Y ²	XY
2500	5	11,29	2,32	127,41	5,39	26,21
5000	10	12,29	3,32	150,99	11,04	40,82
7500	11	12,87	3,46	165,71	11,97	44,53
10000	17	13,29	4,09	176,56	16,71	54,31

12500	22	13,61	4,46	185,22	19,89	60,69
15000	24	13,87	4,58	192,45	21,02	63,61
17500	27	14,10	4,75	198,67	22,61	67,02
20000	29	14,29	4,86	204,14	23,60	69,41
22500	35	14,46	5,13	209,02	26,31	74,16
25000	38	14,61	5,25	213,44	27,54	76,67
27500	44	14,75	5,46	217,48	29,81	80,51
30000	46	14,87	5,52	221,20	30,51	82,15
32500	50	14,99	5,64	224,64	31,85	84,59
35000	53	15,10	5,73	227,86	32,81	86,46
37500	53	15,19	5,73	230,88	32,81	87,03
Σ		209,57	70,31	2945,67	343,86	998,18

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{-2079,56321}{267,2709337} = -7,78073089$$

$$a_1 = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{238,515559}{267,270934} = 0,89241114$$

L'équation de la droite d'ajustement $Y = a_0 + a_1X$ s'écrit alors :

$$Y = -7,78 + 0,89X$$

$$a_0 = \log_a d \text{ où } a = 0,00042$$

$$a_1 = b = 0,89$$

d'où la relation d'allométrie $y = ax^b$ est $y = 0,0042 x^{0,89}$.

Le coefficient de corrélation qui mesure la netteté de la liaison existant entre les deux séries d'observations si l'on suppose qu'il y a une relation linéaire entre deux variables s'écrit :

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

où $x = X - \bar{X}$ et $y = Y - \bar{Y}$. En remplaçant x et y par leur valeur, on obtient :

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} = \frac{238,515559}{239,509212} = 0,99585129$$