

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

Diversité floristique et biomasse des forêts atlantiques du Cameroun

Thèse présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat/Ph.D. en Biologie des
Organismes Végétaux

Option : Botanique-Ecologie
Spécialité : Ecologie forestière

Par :

FOBANE Jean Louis
D.E.A. en Botanique
Matricule : 97Y850

Sous la :



Direction

ONANA Jean Michel
Chargé de Cours/HDR

Supervision

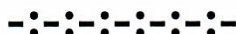
MBOLO Marie Epouse ABADA
Maître de Conférences

Année 2017



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

ATTESTATION DE CORRECTION DE THESE DE
DOCTORAT/Ph.D.



Nous soussignés membres du jury de la thèse de Doctorat/ Ph.D de **Monsieur FOBANE Jean Louis**, Matricule **97Y850**, soutenue le **17 octobre 2017**, sur le thème « **Diversité floristique et biomasse des forêts atlantiques du Cameroun** », certifions qu'il a effectué les corrections conformément aux remarques et recommandations du jury.

En foi de quoi, nous lui délivrons cette attestation de correction pour servir et valoir ce que de droit. /.

PRÉSIDENT

YOUMBI Emmanuel
Professeur, UYI

RAPPORTEURS


ONANA Jean Michel, HDR
Chargé de Cours, UYI

MBOLO Marie épse ABADA
Maître de Conférences, UYI

MEMBRES

Augustina GENLA NWANA épse FONGOD
Maître de Conférences,

ZAPFACK Louis,
Professeur, UYI

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	ATOCHO 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 Clautilde	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	MIMPFONDI 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	DZEUFIEF 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
21	ALENE Désirée Chantal	Chargé de Cours	En poste
22	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
23	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
24	BILANDA Danielle Claude	Chargé de Cours	En poste
25	DJIOGUE Séfirin	Chargé de Cours	En poste
26	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargé de Cours	En poste
27	JATSA MEGAPTCHE Hermine	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
28	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
29	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
30	MOUGANG NGAMENI Luciane	Chargé de Cours	En poste
31	LEKEUFACK FOLEFACK Guy Benoît	Chargé de Cours	En poste
32	NGOuateu KENFACK Omer BEBE	Chargé de Cours	En poste
33	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Chargé de Cours	En poste
34	NGUEMBOCK	Chargé de Cours	En poste
35	NJUA Clarisse YAFI	Chargé de Cours	En poste
36	TADU Zéphirin	Chargé de Cours	En poste
37	TOMBI Jeannette	Chargé de Cours	En poste
38	YEDE	Chargé de Cours	En poste
39	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
40	KANDEDA KAVAYE Antoine	Assistant	En poste
41	KOGA MANG'Dobara	Assistant	En poste
42	METCHI DONGFACK Mireille Flore	Assistant	En poste
43	NOAH E. O. Vivien	Assistant	En poste
44	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 YOUBI 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 Beuregar	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. Fouban</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	<i>Chef de Département</i>
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	AMINOU 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	MONTHE DJIADEU Valery 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	<i>Chef de Département</i>
5	EMVUDU WONO Yves S.	Maître de Conférences	<i>Chef Division MINESUP</i>
6	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
7	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
8	AGHOUKENG 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	MELI'I Jorelle Larissa	Assistant	En Poste
41	MVOGO Alain	Assistant	En Poste
10- DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (S.T.) (43)			
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	LAMILEN 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)	10 (3)	14 (9)	11 (6)	40 (19)
BPA	10 (0)	10 (1)	18 (6)	6 (4)	44 (11)
BPV	1 (0)	7 (0)	12 (3)	7 (6)	27 (9)
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)	43 (5)
Total	49 (3)	77 (11)	138 (33)	75 (24)	339 (70)

Soit un total de : 339 (70) dont

- Professeur : 49 (3)
- Maîtres de Conférences : 77 (11)
- Chargés de Cours : 138 (33)
- Assistants 75 (24)
- () = Nombre de femmes

DÉDICACES

Je dedie ce travail à mon papa Djolebé Gabé

à ma maman Fanta Baissa

et à mon épouse Geneviève Sah Palouma

REMERCIEMENTS

Au moment où j'achève ce travail qui a été réalisé au sein du Laboratoire d'Ecologie Forestière de l'Université de Yaoundé I, il m'est agréable, d'exprimer ma profonde gratitude aux nombreuses personnes qui ont contribué à mener ce travail à son terme.

Je rends un vibrant hommage au regretté Pr. Amougou Akoa Cir Pierre, qui avait accepté d'assurer la supervision de ce travail, mais qui malheureusement a été brutalement arraché à la vie alors que mes travaux étaient tout au début. Qu'il repose en paix.

J'adresse tout particulièrement ma reconnaissance au Pr. Marie Mbolu épouse Abada à l'origine de l'idée novatrice de cette étude. Je mesure la confiance qu'elle m'a accordée en me proposant ce sujet. C'est grâce à elle que j'ai fait mes premiers pas dans la recherche et dans la foresterie, qu'elle trouve ici le couronnement de son œuvre et de son soutien sans faille.

Je remercie le Dr. Jean Michel Onana, d'avoir accepté de diriger ce travail après la disparition du Professeur Amougou Akoa. Il a suivi avec autant de rigueur que de sympathie les différentes phases de cette étude. En lisant à plusieurs reprises ce manuscrit il a permis d'améliorer la qualité de cette dissertation. Je l'en remercie sincèrement.

Ma profonde reconnaissance s'adresse au Dr. Tchiengue qui m'a offert l'opportunité d'appréhender les réalités de la recherche. Ses multiples conseils durant la laborieuse phase d'analyse de données et de rédaction resteront inoubliables. Merci à toi Barthelemy.

Je remercie le Directeur Général de la société forestière Transformation Reef Cameroun (TRC) qui m'a fait confiance et m'a confié le poste de responsable des inventaires de toutes ses Unités Forestières d'Aménagement (UFA).

Je remercie le Professeur Emmanuel Youmbi, Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales de la Faculté des Sciences, de l'Université de Yaoundé I, pour sa disponibilité, sa sympathie, ses suggestions et sa diligence administrative.

Je témoigne ma reconnaissance au Professeur Bonaventure Sonke, Chef de Département des Sciences Biologiques à l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé I. Ses encouragements incessants à finaliser cette thèse m'ont permis d'accorder plus de temps à ce travail. Je le remercie du fond du cœur.

Mes remerciements s'adressent également à mes enseignants du Département de Biologie et Physiologie Végétales de la Faculté des Sciences, de l'Université de Yaoundé I, pour l'encadrement qu'ils m'ont fourni durant tout mon parcours académique.

Ma reconnaissance va également à l'endroit de tous mes collègues du Département des Sciences Biologiques pour leur encouragement et conseils, je dis particulièrement merci aux

Pr. Niemenak, Dr. Longo, Dr. Maho, Dr. Moto, Dr. Ngo Massou, M. Damolai et Mlle Ngo Elogan.

Je remercie Dr. Biyé et Dr. Kono pour les contributions multiformes ayant permis d'améliorer la qualité de ce travail.

J'exprime ma gratitude au Pr. Alexis Belibi pour avoir gracieusement accepté de lire ce manuscrit. J'exprime ma reconnaissance à mes amis et collègues, Dr. Missoup, Dr. Nzameyo, Dr. Signé, M. Gasissou et Mlle Fanta.

Je remercie Inoussa, Arnaud, William, Ndam, Seraphin, Delphine avec qui j'ai passé des moments inoubliables au sein de la Cellule d'Aménagement et de la Certification de TRC.

Je remercie particulièrement Jules Christian Zekeng pour avoir grandement participé à affiner l'analyse des données et en m'encourageant à finaliser au plus vite cette thèse. Ses contributions dans les différentes phases de ce travail ont été très enrichissantes.

Je remercie le Dr. Gonmadje pour les nombreux échanges et discussions sur l'écologie forestière.

Je remercie Ebontané, botaniste qui a été présent durant toutes les phases de collecte de données. Il a été un compagnon fidèle durant les années de travail que nous avons passées ensemble. Je n'oublie pas les autres membres de l'équipe, je pense à Marie France, Wandjo, feu Mpam, Ebale, Mambo et Maurice.

Ma reconnaissance va à l'endroit de mes amis d'enfance pour leur soutien sans équivoques et déterminants. Je pense à Torres, Ks, Careca, Zaz, Pierreot, Beka, Anastasie, Wiwa et Khoury.

Mes sincères remerciements à ma famille qui a toujours cru en moi, m'a fait confiance et m'a encouragé à l'achèvement de cette thèse. Qu'elle trouve ici l'œuvre de ses sacrifices innombrables pour mon succès. Je pense ici à mes frères et sœurs : feu Rebecca, Faka, Fadanka, Paul, Lukas, Sane, Angèle, Yacoup, Simon, Yano, Palai, Isane, Younas, Zebba.

Je remercie les populations des villages Iboti, Ndoctiba et l'Arrondissement de Yinguï riverains de l'UFA 00 004 et Okoroba, Bayib Assibong, Ossing, Ossele, Mbegati riverains de l'UFA 11 001 pour leur hospitalité.

Que dire de mon épouse Geneviève et de mes enfants Ilan, Pavel et Maël qui ont longuement soufferts de mon absence, de ma chaleur pendant mes multiples descentes de terrain. Qu'ils trouvent ici le résultat de ces absences répétées.

Je m'excuse auprès de ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail et dont les noms ont été oubliés.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS	iii
DÉDICACES	xiv
REMERCIEMENTS	xv
TABLE DES MATIERES	xvii
LISTE DES ABREVIATIONS ET DES ACRONYMES	xxii
LISTE DES FIGURES	xxiii
LISTE DES TABLEAUX	xxv
RÉSUMÉ.....	xxvii
ABSTRACT	xxix
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	7
I.1. Milieu écologiques des forêts atlantiques du Cameroun	8
I.1.1. Situation géographique.....	8
I.1.2. Facteurs abiotiques	9
I.1.2.1. Relief.....	9
I.1.2.2. Géologie et sols	10
I.1.2.3. Hydrographie	10
I.1.2.4. Climat.....	11
I.1.3. Facteurs biotiques.....	12
I.1.3.1. Végétation et flore.....	12
I.1.3.2. Faune.....	14
I.1.4. Facteurs anthropiques et caractéristiques démographiques	16
I.2. Terminologies et concepts	17
I.2.1. Forêt	17
I.2.2. Concession forestière	17
I.2.3. Aménagement forestier	18
I.2.4. Unité forestière d'aménagement	18
I.2.5. Plan d'aménagement	19

I.2.6. Certification forestière.....	19
I.2.7. Stock de carbone	20
I.2.8. Biomasse végétale	20
I.2.9. Conservation.....	20
I.3. Diversité biologique des forêts tropicales.....	21
I.4. Synthèse historique des forêts tropicales africaines.....	21
I.5. Changement climatique.....	22
I.5.1. Emissions de gaz à effet de serre et réchauffement climatique.....	23
I.5.2. Mécanisme REDD+	24
I.5.3. Impacts du réchauffement climatique	25
I.6. Stocks de carbone forestier	25
I.7. Stocks de carbone dans les forêts du Bassin du Congo et contribution dans la REDD.	27
I.8. Déforestation et dégradation des forêts au Cameroun	27
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	30
II.1. Matériel.....	31
II.1.1. Localisation et choix des sites d'étude.....	31
II.1.2. Matériel de travail	31
II.2. Méthodes	32
II.2.1. Dispositif d'échantillonnage	32
II.2.2. Inventaire floristique	35
II.2.3. Collecte des échantillons botaniques	36
II.2.4. Analyse des données	37
II.2.4.1. Détermination des différents groupements végétaux	37
II.2.4.2. Caractérisation de la diversité floristique	37
II.2.4.2.1. Richesse floristique	37
II.2.4.2.2. Caractéristique de la richesse floristique	37
II.2.4.3. Caractérisation de la structure de la végétation	38

II.2.4.3.1. Densité et surface terrière des individus (diversité γ).....	38
II.2.4.3.2. Distribution diamétrique des individus et leur surface terrière.....	39
II.2.4.3.3. Importance écologique des espèces et des familles	39
II.2.4.4. Caractérisation des paramètres fonctionnels	40
II.2.4.4.1. Types chorologiques	40
II.2.4.4.2. Types de dissémination.....	41
II.2.4.4.3. Type de tempéraments	42
II.2.4.5. Indicateurs floristiques pour la conservation dans ce travail.....	42
II.2.4.6. Estimation de la biomasse épigée et du carbone	43
II.2.5. Analyses statistiques	44
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION	45
III.1. RESULTATS	46
III.1.1. Caractéristiques et distribution de la végétation.....	46
III.1.1.1. Richesse taxonomique.....	46
III.1.1.1.1. Forêt d’Okoroba	46
III.1.1.1.2. Forêt de Yingui.....	47
III.1.1.1.3. Forêt atlantique	48
III.1.1.2. Groupements végétaux identifiés	49
III.1.1.3. Groupements végétaux rencontrés dans les deux forêts.....	51
III.1.1.3.1. Groupement 1 (G1).....	51
III.1.1.3.2. Groupement 2 (G2).....	53
III.1.1.3.3. Groupement 3 (G3).....	54
III.1.2. Richesse spécifique et diversité.....	55
III.1.3. Structure de la végétation	58
III.1.3.1. Indices de structure.....	58
III.1.3.1.1. Forêt d’Okoroba	58
III.1.3.1.2. Forêt de Yingui.....	59

III.1.3.1.3. Forêt atlantique	60
III.1.3.2. Structure spatialisée de la végétation	63
III.1.3.3. Répartition de la structure de la végétation par classe de diamètre.....	64
III.1.4. Chorologie, modes de dissémination des diaspores et tempéraments	67
III.1.4.1. Types chorologiques des forêts d’Okoroba et de Yingui.....	67
III.1.4.2. Types chorologiques des trois groupements	69
III.1.4.3. Types de diaspores dans les forêts d’Okoroba et de Yingui	69
III.1.4.4. Types de diaspores dans les groupements.....	70
III.1.4.5. Tempérament des espèces dans les forêts d’Okoroba et de Yingui	71
III.1.4.6. Types de tempérament dans trois groupements	72
III.1.5. Conservation.....	73
III.1.5.1. Espèces intégralement protégées à Yingui.....	74
III.1.5.2. Espèces intégralement protégées à Okoroba.....	75
III.1.5.3. Espèces prioritaires pour la conservation recensées au sein des deux UFA ..	76
III.1.6. Stock de carbone.....	77
III.1.6.1. Stockage de carbone par forêt	77
III.1.6.2. Stockage de carbone par groupement.....	78
III.1.6.3. Contribution relative des espèces au stockage de carbone.....	82
III.1.6.4. Effet de la structure de la forêt et de l’altitude sur la variation de la biomasse	85
III.2. DISCUSSION	87
III.2.1. Dénomination et caractéristiques des groupements forestiers.....	87
III.2.1.1. Groupement 1 ou forêt submontagnarde à <i>Garcinia lucida</i>	87
III.2.1.2. Groupement 2 ou forêt de basse et moyenne altitude à <i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	88
III.2.1.3. Groupement 3 ou forêt de basse altitude à <i>Calpocalyx dinklagei</i>	89
III.2.2. Richesse spécifique et diversité.....	89
III.2.3. Chorologie et dissémination des diaspores.....	90

III.2.3.1. Chorologie	90
III.2.3.2. Caractéristiques de types de diaspores	91
III.2.3.3. Types de tempéraments	93
III.2.4. Conservation	93
III.2.4.1. Conservation des espèces	93
III.2.4.2. Espèces recensées au sein des UFA et prioritaires pour la conservation	94
III.2.5. Stockage de carbone	95
III.2.5.1. Biomasse et structure des forêts atlantiques	95
III.2.5.2. Altitude et régimes de perturbations	102
CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	103
1. CONCLUSION	104
2. PERSPECTIVES	106
3. RECOMMANDATIONS	106
BIBLIOGRAPHIE	108

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES ACRONYMES

AFOLU:	Agriculture, Forestry and Other Land Use
ATIBT:	Association Technique Internationale des Bois Tropicaux
CCNUCC:	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CDB :	Convention sur la Diversité Biologique
CITES :	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CJB :	Conservatoire et Jardin Botaniques Ville de Genève
COP :	Conférence des Parties
FAO:	Food and Agriculture Organisation
FR :	Forçage Radioactif
FSC:	Forest Stewardship Council
GES:	Gaz à Effet de Serre
GIEC :	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPS:	Global Positioning Sytem
IFN:	Initiative Forestier National
IKA:	Indice Kilométrique d'Abondance
MDP:	Mécanisme pour le développement Propre
MINEF:	Ministère de l'Environnement et des Forêts
MINEPDEP :	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature et du Développement Durable
MINFOF :	Ministère des Forêts et de la Faune
OIBT:	Organisation Internationale pour les Bois Tropicaux
PK:	Point Kilométrique
PNUE:	Programme des Nations Unies pour l'environnement
RC:	République du Cameroun
REDD+:	Reducing emissions from deforestation and forest degradation
SDIAF:	Sous-Direction des Inventaires et de l'Aménagement Forestier
SIG :	Système d'Information Géographique
TRC:	Transformation Reef Cameroun
UFA:	Unité Forestière d'Aménagement
UICN:	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
WWF:	World Wide Fund

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Carte de localisation de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001).	8
Fig. 2. Carte de localisation de la forêt de Yingui (UFA 00 004).	9
Fig. 3. Diagramme ombrothermique de Mamfé.....	11
Fig. 4. Courbe ombrothermique de Yabassi.....	12
Fig. 5. Carte de végétation du Cameroun	14
Fig. 6. Localisation des dispositifs de l'UFA 11 001.....	33
Fig. 7. Localisation des dispositifs de l'UFA 00 004.....	34
Fig. 8. Parcelle d'un hectare montrant l'orientation vers les sous placettes	35
Fig. 9. Mesure, marquage et étiquetage des arbres.	36
Fig. 10. Familles les plus abondantes en individus de la forêt d'Okoroba.	46
Fig. 11. Contribution des genres en individus de la forêt d'Okoroba.	47
Fig. 12. Familles les plus abondantes en individus de la forêt de Yingui.....	47
Fig. 13. Contribution des genres en individus de la forêt de Yingui.....	48
Fig. 14. Famille les plus abondantes en individus de la forêt atlantique.....	49
Fig. 15. Contribution des genres en individus de la forêt atlantique.....	49
Fig. 16. Représentation des deux premiers axes à l'issue de l'analyse en correspondance montrant la répartition des 12 parcelles d'étude.	50
Fig. 17. Dendrogramme issu de l'analyse de clustérisation montrant les affinités entre les 12 parcelles d'étude.....	51
Fig. 18. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 1.....	52
Fig. 19. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 1.....	52
Fig. 20. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 2.....	53
Fig. 21. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 2.....	54
Fig. 22. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 3.....	55
Fig. 23. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 3.....	55
Fig. 24. Courbe d'accumulation aire-espèces des forêts d'Okoroba et de Yingui.....	56

Fig. 25. Courbe d'accumulation aire-espèces appartenant aux 12 parcelles inventoriées.	58
Fig. 26. Distribution des individus ainsi que leur aire basale par classe de diamètre	65
Fig. 27. Distribution des individus ainsi que leur aire basale par classe de diamètre	67
Fig. 28. Spectre phytogéographique des trois groupements.....	69
Fig. 29. Types de diaspores dans les forêts d'Okoroba et de Yingui.	70
Fig. 30. Tempéraments dans les forêts d'Okoroba et de Yingui.....	72
Fig. 31. Distribution des stocks de carbone à l'intérieur des forêts d'Okoroba et Yingui.....	78
Fig. 32. Distribution des stocks de carbone des différents groupements végétaux	79
Fig. 33. Distribution des stocks de carbone des forêts étudiées.	80
Fig. 34. Distribution des stocks de carbone par classe de diamètre.	81
Fig. 35. Distribution diamétrique des stocks de carbone des différents groupements végétaux.	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Densités relatives (IKA) des espèces de grands et moyens mammifères identifiés dans la forêt d'Okoroba.	15
Tableau II. Densités relatives (IKA) des espèces de grands mammifères identifiés dans la forêt de Yingui.	16
Tableau III. Évolution du couvert forestier par continent.	26
Tableau IV. Carbone aérien (t/ha) dans la végétation par types d'occupation du sol	28
Tableau V. Moteurs d'appauvrissement de la diversité floristique au Cameroun.	29
Tableau VI. Récapitulatif des indices de diversités observés dans les deux types de forêts....	57
Tableau VII. Récapitulatif des indices de diversités observés dans les trois groupements.	57
Tableau VIII. Dix espèces les plus importantes en termes de FIV dans la forêt d'Okoroba. ..	59
Tableau IX. Dix espèces les plus importantes en termes d'IVI dans la forêt d'Okoroba.	59
Tableau X. Dix espèces les plus importantes en termes de FIV de la forêt de Yingui.	60
Tableau XI. Dix espèces les plus importantes en termes d'IVI des forêts étudiées.	60
Tableau XII. Liste des 10 premières familles les plus importantes (en astérisque) en termes de FIV dans les trois groupements végétaux.	61
Tableau XIII. Liste des dix premières espèces les plus importantes (en astérisque) en termes d'IVI dans les trois groupements.	62
Tableau XIV. Récapitulatif des données structurales par types de forêts (densité, dhp moyen, surface terrière).	63
Tableau XV. Récapitulatif des données structurales par groupement (densité, dhp moyen, surface terrière).	64
Tableau XVI. Types chorologiques des forêts d'Okoroba et de Yingui.	68
Tableau XVII. Spectres bruts et pondérés des types de diaspores.	71
Tableau XVIII. Spectres bruts et pondérés des types de tempérament.	72
Tableau XIX. Liste des plantes prioritaires pour la conservation recensées dans les UFA 00 004 et 11 001.	74
Tableau XX. Liste d'espèces intégralement protégées de la forêt de Yingui (UFA 00 004)...	75
Tableau XXI. Liste d'espèces intégralement protégées de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001).76	
Tableau XXII. Liste d'espèces prioritaires pour la conservation recensées au sein des deux UFA.	76
Tableau XXIII. Quantité de carbone stockée par les dix espèces à IVI les plus élevés (en astérisque) dans les différents types de forêts.	83

Tableau XXIV. Quantité de carbone stockée par les dix espèces aux IVI les plus élevés (en astérisque) dans les différents groupements.	84
Tableau XXV. Résumé des modèles de régression multiples avec sélection des variables pour examiner les effets combinés de l'élévation et de la structure du peuplement (densité d'arbres par classe) sur la variation totale de la biomasse aérienne, de la biomasse des différentes classes de diamètre.	86
Tableau XXVI. Comparaison des stocks de carbone pour les forêts atlantiques du Cameroun et du Brésil.	98

RÉSUMÉ

Dans le but d'alimenter la stratégie et plan d'action national pour la biodiversité et celle du mécanisme REDD+ du Cameroun, une étude de la structure des forêts atlantiques a été menée, de juin à septembre 2011, dans les concessions forestières 1086, Unité Forestière d'Aménagement 11 001, Commune d'Eyumedjock, localité d'Okoroba, région du Sud-Ouest et 1029, UFA 00 004, Commune de Yingui, localité de Yingui située à cheval entre les régions du Centre et du Littoral.

La richesse et la diversité floristiques, la distribution des classes de diamètre, la densité, la surface terrière, la chorologie et les stocks de carbone ont été évalués dans six parcelles d'un hectare chacune, installées dans chaque site. Chaque parcelle a été divisée en 25 sous parcelles de 20 m x 20 m dans lesquelles tous les arbres de diamètre supérieur ou égal à 10 cm ont été identifiés, comptés, marqués et les diamètres à 1,30 m du sol mesurés.

À Okoroba, la flore est constituée de 247 espèces, réparties dans 179 genres et 56 familles. Cette forêt se singularise par la dominance des Caesalpiniaceae grégaires confirmant son appartenance au district atlantique biafréen (190-375 m d'altitude). À Yingui, le fond floristique est constitué de 234 espèces, 170 genres et 53 familles. Deux faciès y sont observés, un faciès riche en Clusiaceae se rapprochant du district atlantique nord-occidental (956-963 m d'altitude) et un faciès plus ou moins riche en Caesalpiniaceae appartenant au district atlantique littoral (285-547 m d'altitude).

Aussi bien à Okoroba qu'à Yingui les classes de diamètre montrent une distribution en L avec beaucoup d'individus de petits diamètres et très peu d'individus de gros diamètres traduisant une bonne régénération de la forêt au niveau de ces deux sites.

Du point de vue de la structure non spatialisée, l'analyse indique des valeurs moyennes de densité de 573 ± 102 individus dans les forêts d'Okoroba et 498 ± 126 individus/ha à Yingui. La surface terrière moyenne est de $32,35 \pm 05,13$ à Okoroba et $31,69 \pm 06,37$ m²/ha à Yingui.

Concernant la dissémination des diaspores, à Okoroba, on rencontre surtout les espèces sarcochores. À Yingui, le faciès littoral regorge d'espèces sarcochores ; dans le faciès nord-occidental on rencontre surtout les espèces barochores.

Quant aux indicateurs biologiques de conservation, les inventaires réalisés révèlent la présence de 60 espèces de plantes prioritaires pour la conservation : 26 espèces vulnérables (3 à Okoroba, 2 à Yingui et 21 communes aux deux sites), 3 espèces en danger (2 à Okoroba et 1

à Yingui), 2 espèces en danger critique (1 pour chaque site) et 29 espèces endémiques du Cameroun communes aux deux sites.

Les forêts de Yingui stockent une quantité moyenne de $202,37 \pm 50,51$ tC/ha légèrement supérieure aux $194,95 \pm 34,59$ tC/ha stockés par les forêts d'Okoroba. La présence d'espèces prioritaires pour la conservation et les valeurs de biomasse ci-dessus calculées montrent que les concessions forestières représentent des sites de conservation de la biodiversité et de stockage du carbone, malgré leur affectation comme site de production de bois d'œuvre.

Mots clés : Conservation - Diversité floristique - Forêts atlantiques - Stock de carbone - Structure.

ABSTRACT

With the aim to inform the National Biodiversity Strategic and Action Plan and the mechanism for the Reduction of Emissions due to Deforestation and Degradation of Cameroon, the structure of Atlantic forests was studied from June to September 2011 in the forest concessions 1086, Forest Management Unit 11 001, Eyumedjock council at Okoroba, Southwest region and forest concessions 1029, forest management unit 00 004, of the Yingui council, at Yingui situated between the Centre and littoral regions.

Floristic richness and diversity, distribution of diameter classes, density, basal area, chorology and carbon stocks were evaluated in six plots of one hectare each, established in each site. Each plot was subdivided into 25 sub-plots of 20 m x 20 m in which all the trees with diameter greater than or equal to 10 cm were identified, counted, marked, labelled and the trees' diameters measured 1.30 m from the ground.

At Okoroba, the flora is made up of 247 species, divided into 179 genera and 56 families. This forest distinguishes itself due to the predominance of gregarious Caesalpinioideae thus confirming its belonging to the biafran atlantic district (190-375 m of altitude). At Yingui, the flora constituted of 234 species, 170 genera and 53 families. Two phases were distinguished; one is rich in Clusiaceae making it close to the north-western atlantic district (956-963 m of altitude) and the other phase more or less rich in Caesalpinioideae belonging to the littoral atlantic district (285-547 m of altitude).

In Okoroba as well as in Yingui, the diameter classes showed many trees with small diameter and very few trees having a large diameter indicating a good regeneration of forest in these two sites.

From a structural point of view, the analysis indicates average densities of 573 ± 102 trees ha^{-1} in the forest of Okoroba and 498 ± 126 trees/ha at Yingui. The average basal area is 32.35 ± 05.13 m^2/ha at Okoroba and 31.69 ± 06.37 m^2/ha at Yingui.

With regards to the dissemination of diaspores, at Okoroba, more of the sarcochores species were found. At Yingui, the littoral district was full of the sarcochores species while in the north-western district the barochores species dominated.

From the inventories biological conservation indicators, revealed the presence of 60 species that have to be conserved as a matter of priority: 26 vulnerable species (3 at Okoroba, 2 at Yingui and 21 in both sites), 3 endangered species (2 at Okoroba and 1 at Yingui), 2 critically endangered species (1 in each site) and 29 species endemic to Cameroon in the two sites.

Yingui forests store an average amount of 202.37 ± 50.51 tC/ha, slightly above 194.95 ± 34.59 tC/ha stored by Okoroba forests. The presence of priority species for conservation and the above calculated biomass values show that forest concessions represent biodiversity conservation sites and carbon storage in spite of their allocation to the logging concessions.

Key words: Atlantic forest - Carbon stock - Conservation - Floristic diversity - Structure

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les forêts tropicales denses humides d'Afrique centrale s'observent de l'est du Nigéria et se prolongent en Ouganda. C'est la deuxième réserve forestière du monde après la forêt tropicale dense humide amazonienne qui représente près de la moitié des forêts du monde (40 %) (FAO, 2005; 2011). Elles couvrent une superficie de 2 800 000 km² et regroupent deux centres d'endémismes (White, 1979) ainsi qu'une partie du centre d'endémisme de l'archipel afro montagnard. Elles comptent environ 11 000 espèces végétales. Selon White (1986), 80 % de la flore d'Afrique centrale est endémique. La densité spécifique moyenne d'arbres de plus de 10 cm de diamètre à 1,30 m de hauteur varierait entre 60 et 90 espèces à l'hectare (Van de Weghe, 2004).

Au Cameroun, la région guinéo-congolaise est représentée par le domaine bas-guinéen ou guinéen inférieur et le domaine congolais du Dja. Les groupements végétaux potentiels sont des forêts submontagnardes, des forêts denses humides sempervirentes et semi-caducifoliées de moyenne et basse altitude qui se distinguent par leur composition floristique (Onana, 2013). Le domaine des forêts denses humides sempervirentes toujours vertes est constitué des formations hydrophiles, dues aux pluies abondantes et régulières toute l'année (Onana, 2013). Les bassins hydrographiques distinguent deux secteurs : le secteur atlantique ou nigéro-camerouno-gabonais et le secteur congolais ou camerouno-congolais. Le secteur nigéro-camerouno-gabonais ou secteur forestier toujours vert atlantique est caractérisé par des forêts atlantiques plus ou moins riches en Caesalpinioideae avec quatre districts plus ou moins individualisés par leur composition floristique.

Deux phases majeures de la perturbation des écosystèmes forestiers africains ont été notées au cours du Quaternaire (Maley, 1996; Maley et Brénac, 1998). Ces phases, liées à des changements climatiques se rapprochent à travers la série de «refuges» qui leurs sont connues à la faveur des milieux forestiers résiduels (Maley, 1996 ; 2001). Ces « refuges» ont dû être surtout constitués par des paysages de mosaïque forêt/savane dans lesquels les îlots forestiers seraient restés majoritaires. La perturbation la plus ancienne a coïncidé avec le développement maximum des conditions glaciaires offrant des conditions plus fraîches qui auraient eu un effet sur la région du Golfe de Guinée (Maley, 1996; Maley et Brénac, 1998). A l'inverse, la perturbation la plus récente intervenue durant l'Interglaciaire Holocène a été caractérisée par des glaciations moins sévères avec des températures à tendances chaudes.

Dans cette région, des millions de personnes sont tributaires des forêts pour la satisfaction quotidienne de leurs besoins en bois d'œuvre, bois énergie, terres cultivables, produits forestiers non ligneux, etc. (FAO, 2006). Il s'en suit une pression anthropique qui, nonobstant sa proportion moins élevée comparée à d'autres forêts tropicales pour lesquelles la

déforestation a atteint le seuil de 673 000 ha par an, soit un taux annuel d'extraction de 0,28 % dans la période de 2000 à 2005 (Holmgren *et al.*, 2007).

Au vu du potentiel énorme en biodiversité des forêts tropicales et du cycle de carbone (Clark, 2007) dont elles sont génératrices, la problématique de leur conservation qui fait l'objet de divergences à l'échelle planétaire divise la tendance de la mise en défens totale (Bowles *et al.*, 1998; Howard *et al.*, 1996; Terborgh, 1999; Vincent, 1992) de ceux qui militent en faveur d'une approche intégrant la conservation des forêts et leur valorisation pour le développement des communautés humaines locales (Ferraro et Simpson, 2003; Wilhussen *et al.*, 2002). Des divergences considérables subsistent également, aussi bien sur les approches de conservation que sur les règles devant guider l'exploitation forestière pour concilier les objectifs de conservation et de développement socio-économique (Clark *et al.*, 2009; Durrieu de Madron *et al.*, 1998; Fredericksen et Putz, 2003; Niesten et Rice, 2004; Sist, 2000; Sist et Brown, 2004).

Le déclin de la diversité floristique est lié aux processus naturels des changements climatiques, de la fragmentation des habitats, de la conversion des écosystèmes, de l'extinction des espèces (Amara, 2010) et les activités anthropiques telles que relevées dans le cinquième rapport national du Cameroun sur la convention de la diversité biologique (Anonyme, 2014). Le Cameroun possède des forêts les plus diversifiées au plan biologique et des plus menacées du Bassin du Congo. Il est placé au quatrième rang en matière de diversité florale et au cinquième rang en matière de diversité faunique sur le continent africain. Ses différents écosystèmes sont en outre représentatifs de 92 % des écosystèmes de l'Afrique, ce qui explique la référence faite au pays comme « Afrique en miniature » (Anonyme, 2008).

Ces forêts, ont subi au cours des dernières décennies une conversion extensive des superficies forestières en surface agricole et à la création des villages. Au moins 20 % des forêts résiduelles sont dégradées ou sont des forêts secondaires. La mise en culture de terres forestières est la principale cause de la déforestation ; toutefois, le développement de l'exploitation forestière ouvre rapidement de vastes massifs de forêts primaires résiduelles (Bikié *et al.*, 2000).

Les plans d'aménagement au Cameroun prévoient des séries de protection et de conservation au sein de l'unité de gestion et sont à cet effet pensés à juste titre et deviennent des éléments indispensables qui visent à la gestion durable, concept qui dépasse celui de gestion soutenue en intégrant les fonctions écologiques et sociales de la forêt (Estève, 2001; FAO, 1992). En outre, la Décision n° 108/D/MINEF/CAB du 09/02/1998 (normes d'intervention en milieu forestier) constitue la principale référence sur les habitats sensibles

devant être protégés. Ces zones sont exclues d'exploitation et se retrouvent de fait dans la série de conservation (Dainou *et al.*, 2016).

Une connaissance minimale de la dynamique des peuplements perturbés ou non par des interventions humaines, constitue un élément indispensable à l'élaboration des scénarii de gestion raisonnée (Favrichon *et al.*, 1998). Les dispositifs permanents utilisés pour étudier la dynamique forestière sont les placettes et layons (Picard, 2007; Picard et Gourlet-Fleury, 2008). On entend par dispositif permanent tout dispositif forestier où les arbres sont marqués individuellement de façon durable, permettant ainsi de repasser et de remesurer des arbres identifiés.

Les forêts du Cameroun ont fait l'objet de plusieurs études ayant révélé une richesse floristique et un endémisme élevé (Anonyme, 2014; Cable et Cheek, 1998; Davis *et al.*, 1994; Doumenge *et al.*, 2003; Gonmadje *et al.*, 2012; Kouob, 2009; Linder, 2001; Onana, 2011; Onana et Cheek, 2011; Sonké, 2005; SOSEF, 1994; Tchiengué, 2004; Tchouto *et al.*, 2009; Tchouto *et al.*, 2006; White, 1983). De même, une forte richesse faunistique a été révélée par plusieurs chercheurs ayant travaillé dans la zone. De nombreux mammifères et oiseaux endémiques et menacés d'extinction selon la liste rouge de l'UICN ont été signalés dans ce domaine bas-guinéen (Amiet, 1987; 1989; Djama, 2001; Kam *et al.*, 2002; Vivien, 1991). Cependant, dans les unités forestières d'aménagement, des inventaires sont menés à des fins d'aménagement forestier où seules les espèces de bois d'œuvre font l'objet de convoitise. Les principales études scientifiques menées se sont focalisées prioritairement sur la faune, ne donnant qu'une importance secondaire aux études floristiques (Bobo, 2012; Ekobo, 2008).

Les travaux d'inventaires botaniques réalisés dans le Parc National de Korup proche de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001) ont révélé une richesse importante et un endémisme élevé (Kuper *et al.*, 2004). Au sein de la réserve d'EBO proche de la forêt de Yingui (UFA 00 004), on note également la présence d'une grande population d'espèces animales de la classe A à l'instar des éléphants, des chimpanzés, des gorilles et autres primates. S'agissant de la flore, en dehors des études phytogéographiques préliminaires faites par Letouzey (1985a), des recherches approfondies et plus fines faisant le lien entre la flore et les facteurs environnementaux n'ont pas été menées dans les phytochories du Cameroun.

Compte tenu des problématiques d'appauvrissement de la diversité biologique, de l'exploitation durable des ressources, des effets du réchauffement climatique de l'heure, ce travail vise à réaliser cette analyse avec pour phytochories expérimentales les forêts atlantiques du Cameroun. Il s'agit de documenter la diversité floristique des forêts atlantiques

et d'estimer leur potentiel de stockage de carbone afin d'évaluer leur capacité à atténuer les effets du réchauffement climatique.

L'objectif général est d'évaluer la diversité floristique et le potentiel de stockage de carbone des forêts atlantiques du Cameroun.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- caractériser la végétation en montrant l'influence des facteurs environnementaux sur la distribution de ces forêts ;
- déterminer la diversité floristique et structurale de l'ensemble des forêts de nos deux zones d'études ;
- caractériser les types phytogéographiques et chorologiques des forêts étudiées ;
- analyser la valeur en conservation de ces forêts avec comme critères des indicateurs biologiques pour le Cameroun ;
- évaluer le potentiel de stockage de carbone des forêts étudiées et des différents groupements végétaux.

Trois hypothèses ont été formulées afin d'atteindre les objectifs définis :

Hypothèse 1 : les forêts du district atlantique biafréen sont riches en Caesalpinioideae grégaires tandis que celles du district atlantique littoral en sont pauvres en Caesalpinioideae (Letouzey, 1985) ;

Hypothèse 2 : dans les concessions forestières certifiées, la biodiversité est conservée par une mise en défens des espèces forestières protégées par la réglementation nationale, régionale ou internationale ;

Hypothèse 3 : le stockage de carbone est fonction de la composition floristique et de la structure de celle-ci.

Le document est présenté de la manière suivante :

- le premier chapitre traite de l'introduction à partir de laquelle sont présentés la revue de la littérature sur la flore, le stockage de carbone, la conservation et les changements climatiques. Des terminologies liées au thème d'étude sont définies. La description du cadre géographique et physique est présentée ;
- le chapitre II présente le matériel et les différentes méthodes utilisés pendant la période de collecte des données. Les outils utilisés pour l'analyse des données sont également présentés ;

- le troisième chapitre présente la totalité des résultats obtenus et la discussion suivant les hypothèses émises pour ces deux forêts (Okoroba et Yingui).
- le chapitre IV présente la conclusion suivie des perspectives susceptibles d'être utilisées pour les études ultérieures. Cette étude se termine par des recommandations.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1. Milieu écologiques des forêts atlantiques du Cameroun

L'étude s'est déroulée au sein de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001), région du Sud-Ouest et de la forêt de Yingui (UFA 00 004), région du Littoral et du Centre.

I.1.1. Situation géographique

La forêt d'Okoroba appartient à la concession forestière 1086 localisée dans la Région du Sud-Ouest (Département de la Manyu, Arrondissement d'Eyumodjock). Elle est repérable sur le feuillet cartographique de Mamfé, et est comprise entre 5°18' - 5°37' N de latitude et 9°05' - 9°23'E de longitude (Fig. 1.). La superficie de cette concession forestière est évaluée à 55 580 hectares.

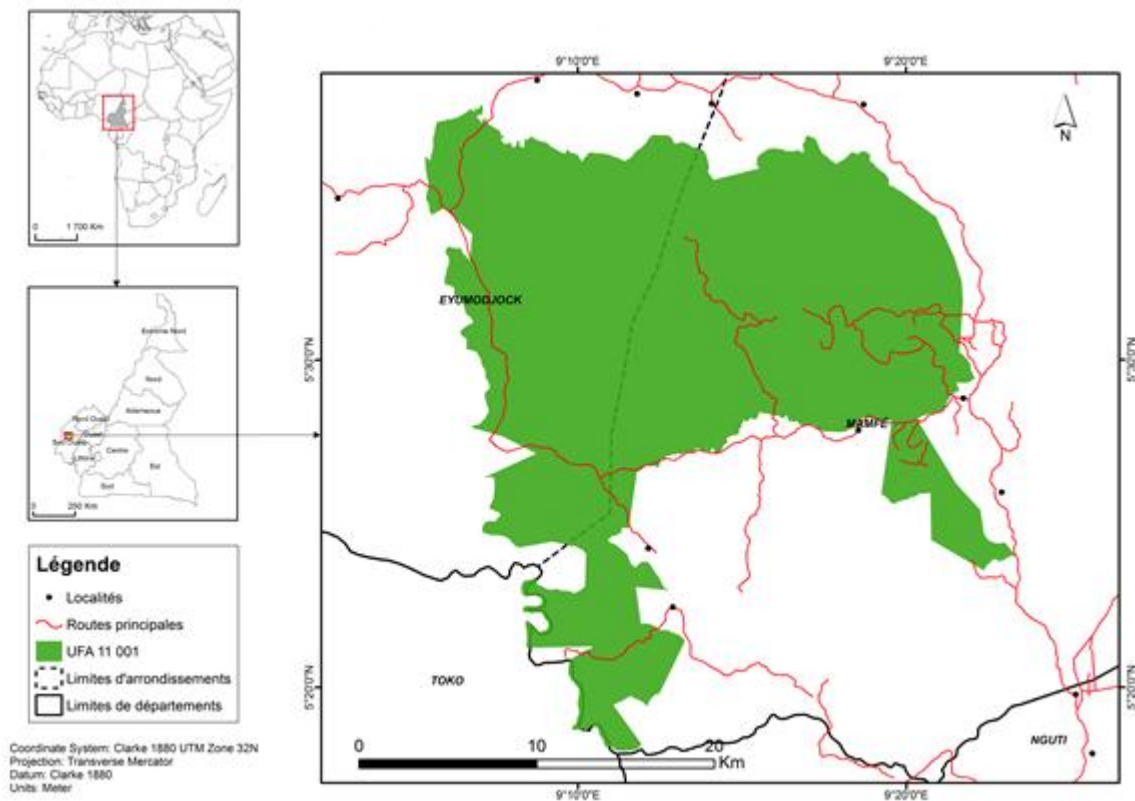


Fig. 1. Carte de localisation de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001).

La forêt de Yingui appartenant à la concession forestière n°1029 est comprise entre 10°20' et 10°40' de latitude N et entre 4°30' et 4°50' de longitude E. Elle s'étend sur une superficie de 94 868,13 ha. Située à cheval entre la Région du Centre (Département de Mbam et Inoubou, Arrondissements de NdiKiniméki et de Makenene) et la Région du Littoral (Département du Nkam, Arrondissements de Nkondjock, Yingui et Nord Makombé) (Fig. 2.).

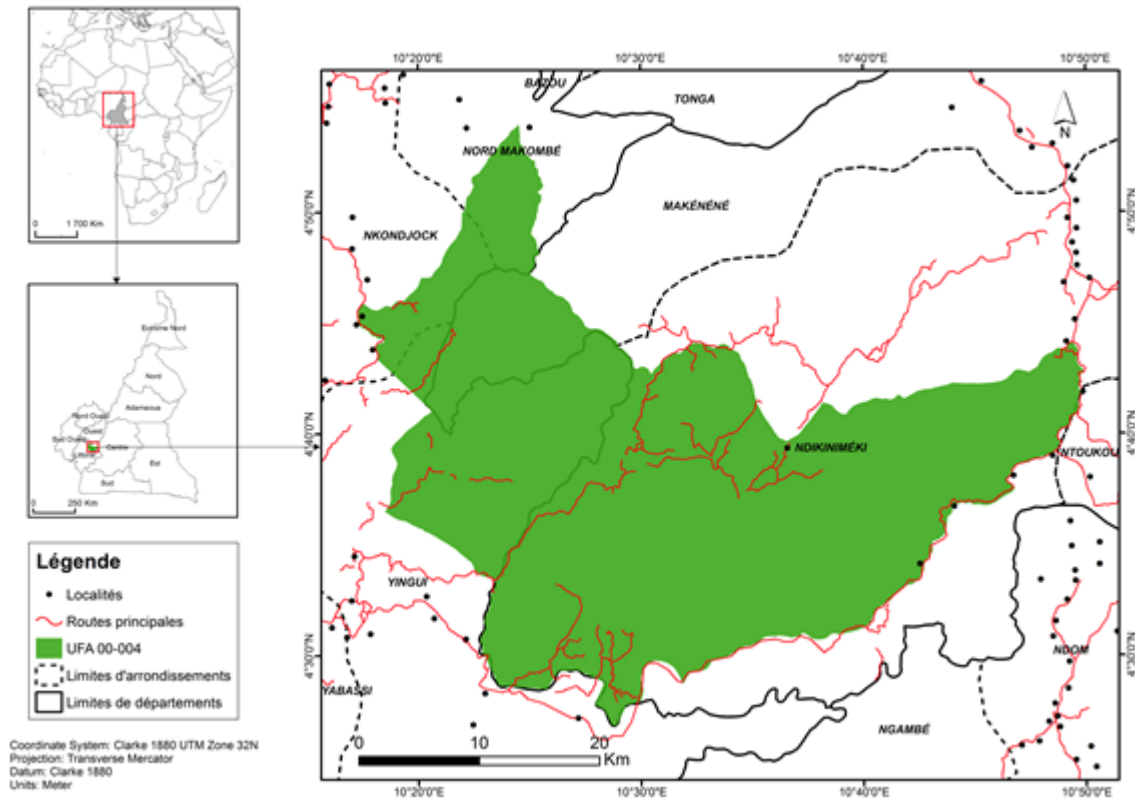


Fig. 2. Carte de localisation de la forêt de Yingui (UFA 00 004).

I.1.2. Facteurs abiotiques

I.1.2.1. Relief

La forêt d'Okoroba subit l'influence du relief de la région du Sud-ouest qui présente globalement trois ensembles distincts :

- la plaine littorale dont la continuité n'est interrompue que par le Mont Cameroun (bassin de Tiko au Rio del Rey) ;
- le bassin du Ndian (région très basse au contact de la mer) ;
- la cuvette de Mamfé (zone de dépression plus ou moins circulaire entre les hauts plateaux de l'Ouest à l'Est, le plateau d'Akwaya au Nord et les montagnes Rumpi au Sud).

Dans la partie nord (vers la ville de Mamfé), le relief est assez plat et correspond au fond de la cuvette. Cette zone plate est interrompue dans la partie Sud par la chaîne de montagnes et collines Nkwende qui offre, à travers l'étagement de la végétation, une vue pittoresque à partir des villages Abat, Okoroba et Bakogo. Ces collines laissent apparaître par

endroits des affleurements rocheux. Globalement, l'altitude de la région varie de 100 à 1 400 m entre Eyumojock et Akwaya (Effala, 2007).

La forêt de Yingui connaît des altitudes importantes alors qu'une autre partie est située sur un terrain relativement plat et de basse altitude. L'altitude au sein de cette forêt varie entre 300 et 1300 m.

I.1.2.2. Géologie et sols

La qualité des sols jugés très fertiles, a favorisé la création de vastes plantations industrielles qui dominent aujourd'hui l'agriculture de la région. Cet argument reste surtout valable dans le Département du Fako et dans une bonne partie de la Mémé où les sols sont d'origine volcanique. Dans le département de la Manyu, les sols sont ferrallitiques et sablonneux par endroits. Au niveau des bas-fonds, les apports de l'érosion intense des flancs des collines constituent des sols sablo-argileux (Effala, 2007).

La totalité de la forêt de Yingui est située sur des formations précambriennes, notamment du précambrien inférieur (Gasel, 1957). Les formations sont constituées de roches métamorphiques notamment des gneiss inférieurs, des ortho gneiss et des micaschistes contenant des quartzites. Sur ce socle cristallin des sols ferrallitiques jaunes dérivés de roches métamorphiques sont abondants. Ces sols ont généralement une couche brune humifère de 5 à 10 centimètres, qui couvre une couche argileuse rouge de quelques décimètres voire quelques mètres de profondeur. Le pH des sols rouges se situe entre 5 et 6 (Gasel, 1957).

Sur les flancs des collines, les sols sont généralement moins épais et susceptibles d'érosion. Le long des rivières, il peut exister des zones d'inondation composées d'un sol alluvial, brun. Ces sols ont une teneur en matières organiques beaucoup plus importante que les sols jaunes ou rouges. Ces sols de marais sont caractérisés par une accumulation de matières organiques assez peu décomposées, riches en débris végétaux de toutes sortes encore bien reconnaissables (Segalen, 1957).

I.1.2.3. Hydrographie

Le réseau hydrographique dans les deux forêts est constitué de quatre rivières importantes : le Wouri, la Manyu, le Mungo et la Makombé.

La forêt d'Okoroba possède un réseau hydrographique dense caractérisé par deux principaux bassins : le bassin de la Manyu et celui du Mungo. Le bassin de la Manyu où se trouve cette forêt, draine dans la cuvette de Mamfé le cours d'eau Manyu et ses affluents,

principalement la Munaya. En outre, il existe d'autres cours d'eau de petite et moyenne importance. Parmi ceux-ci, on peut citer : Badi, Bakwe, Bakogho, Bagodo, Bakongo, Babilick, etc. Signalons par ailleurs, la présence du lac Ejagham dans la cuvette de Mamfé. Avec ce lac, les rivières fournissent du poisson aux populations vivant à l'intérieur des terres, loin des côtes maritimes (Effala, 2007).

La zone de la forêt de Yingui fait partie du système de drainage du Wouri. Les principales rivières traversant cette zone sont la Makombé et Inoubou qui se dirigent généralement vers le Sud-est (Medinof, 2009).

I.1.2.4. Climat

Les données climatologiques (précipitations, températures, hygrométrie, ensoleillement, etc.) de la forêt d'Okoroba sont celles de la station météorologique de Mamfé. Le maximum des précipitations se situe en août (445,69 mm) tandis que le minimum est observé en janvier (17,46 mm). L'écart entre les températures moyennes mensuelles minimale et maximale est de 3,72 °C. La température moyenne mensuelle est de 27,02 °C. Le mois de mars apparaît comme étant le mois le plus chaud.

Le diagramme ombrothermique de cette zone est unimodal comme le montre la figure 3.

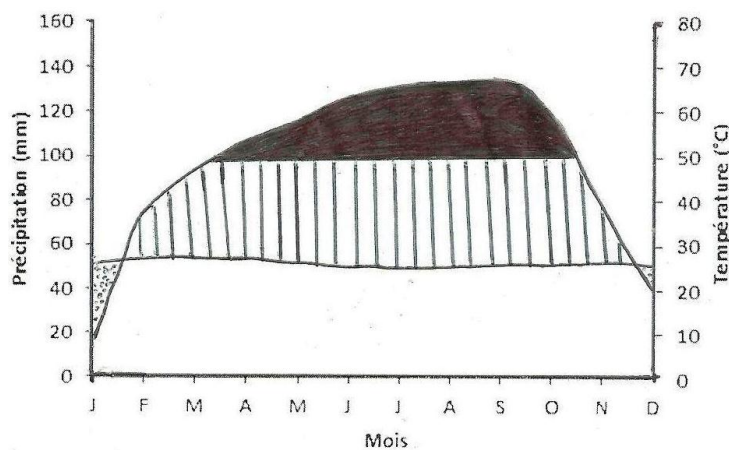


Fig. 3. Diagramme ombrothermique de Mamfé (Medinof, 2006).

Ce diagramme montre aussi que la région est soumise à un climat de type équatorial caractérisé par deux saisons qui rythment l'année ainsi qu'il suit :

- une grande saison de pluies de mi-mars à mi-novembre (8 mois) ;
- une petite saison sèche de mi-novembre à mi-mars (4 mois).

La forêt de Yingui fait partie de la zone de transition entre la zone équatoriale et la zone tropicale. Cette zone reçoit plus de 2000 mm d'eau par an.

Deux saisons rythment le cours de l'année comme l'indique la figure 4 représentant le diagramme ombrothermique de Yabassi :

- la grande saison sèche, de mi-novembre à mi-mars ;
- la grande saison des pluies, de mi-mars à mi-novembre.

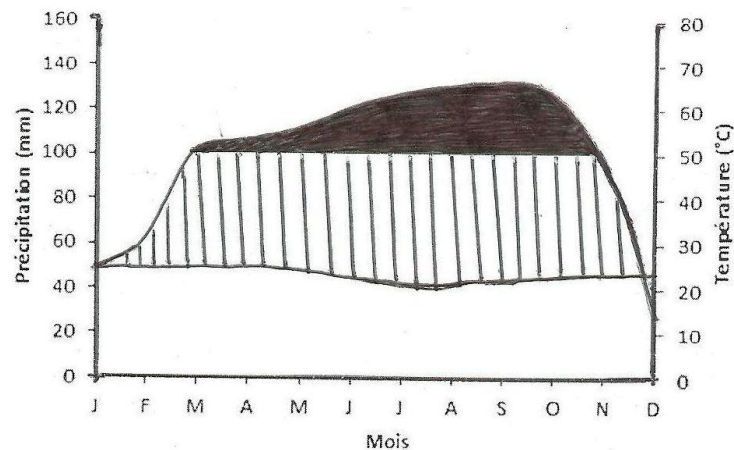


Fig. 4. Courbe ombrothermique de Yabassi.

Pour la construction de ces graphiques, nous avons utilisé les techniques de (Walter et Lieth, 1964) reprises par Sonké (1998). Gaussen (1955), considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle P en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T °C, c'est-à-dire là où $P < 2T$. Ainsi, on indique par les pointillés les périodes écologiquement sèches. On représente par des hachures les périodes non sèches c'est-à-dire les mois où $P < 100$ mm et en noire la lame de pluie où $P > 100$ mm. Les précipitations sont réduites au $10^{\text{ème}}$ au-delà de 100 mm ; à 10 °C correspondent 20 mm sur l'échelle des précipitations.

I.1.3. Facteurs biotiques

I.1.3.1. Végétation et flore

La végétation des deux zones d'études (Okoroba, Yingui) appartient au secteur forestier toujours vert atlantique ou Nigero-Camerouno-Gabonais. Ce sont des forêts atlantiques plus ou moins riches en Caesalpinioideae avec quatre districts plus ou moins individualisés par leur composition floristique et qui s'interpénètrent par endroits (Letouzey, 1985a; Onana, 2013).

- **District atlantique nord-occidental.** Selon Letouzey (1985), les forêts appartenant à ce district sont pauvres en Caesalpinioideae. Toutefois, on constate une bonne

coloration d'éléments atlantiques et sporadiquement des espèces à feuilles caduques. De façon générale, ces forêts sont localisées à des altitudes supérieures à 200 m et pouvant atteindre 1000 m. On assiste à des imbrications d'autres types de forêts en l'occurrence la forêt biafréenne, la forêt littorale et la forêt semi-caducifoliée favorisant le caractère atlantique de type nord-occidental.

- **District atlantique biafréen.** Les forêts atlantiques biafréennes sont dites de basses altitudes. Elles sont généralement rencontrées entre 200 et 500 m. Ces forêts sont caractérisées par une forte diversité floristique et sont riches en Caesalpinioideae grégaires. Des enchevêtrements des forêts littorales, des forêts mixtes atlantiques biafréennes et des forêts congolaises du Dja y sont observés.
- **District atlantique littoral.** C'est le domaine des forêts à altitude proche du niveau de la mer (0 à 200 m). La présence des espèces de la famille des Caesalpinioideae y est rare. Quatre espèces caractéristiques à affinité géographique sont rencontrées dans ces forêts. *Lophira alata*, *Saccoglottis gabonensis* et *Klainedoxa microphylla* dans les Départements du Nkam, Sanaga Maritime et Ndian. *Saccoglottis gabonensis* dans le Département de l'Océan, plus précisément aux encablures de Campo.
- **District atlantique central et oriental.** Ces forêts sont à facies atlantique dans les zones à accès difficile (petites collines) dont l'intrusion humaine est faiblement remarquée et à facies semi-caducifoliée dans les zones ayant connu une dégradation prononcée du couvert végétal due à leur proximité aux zones de forte densité humaine. Ici, on note une quasi absence des Caesalpinioideae mais une présence d'éléments atlantiques y est remarquée. Les forêts de ce district se rencontrent sur un plateau central entre les forêts biafréennes, les forêts semi-caducifoliées et les forêts congolaises.

La figure 5 met en relief les différents types de végétation du Cameroun, y compris les forêts atlantiques biafréennes et littorales.

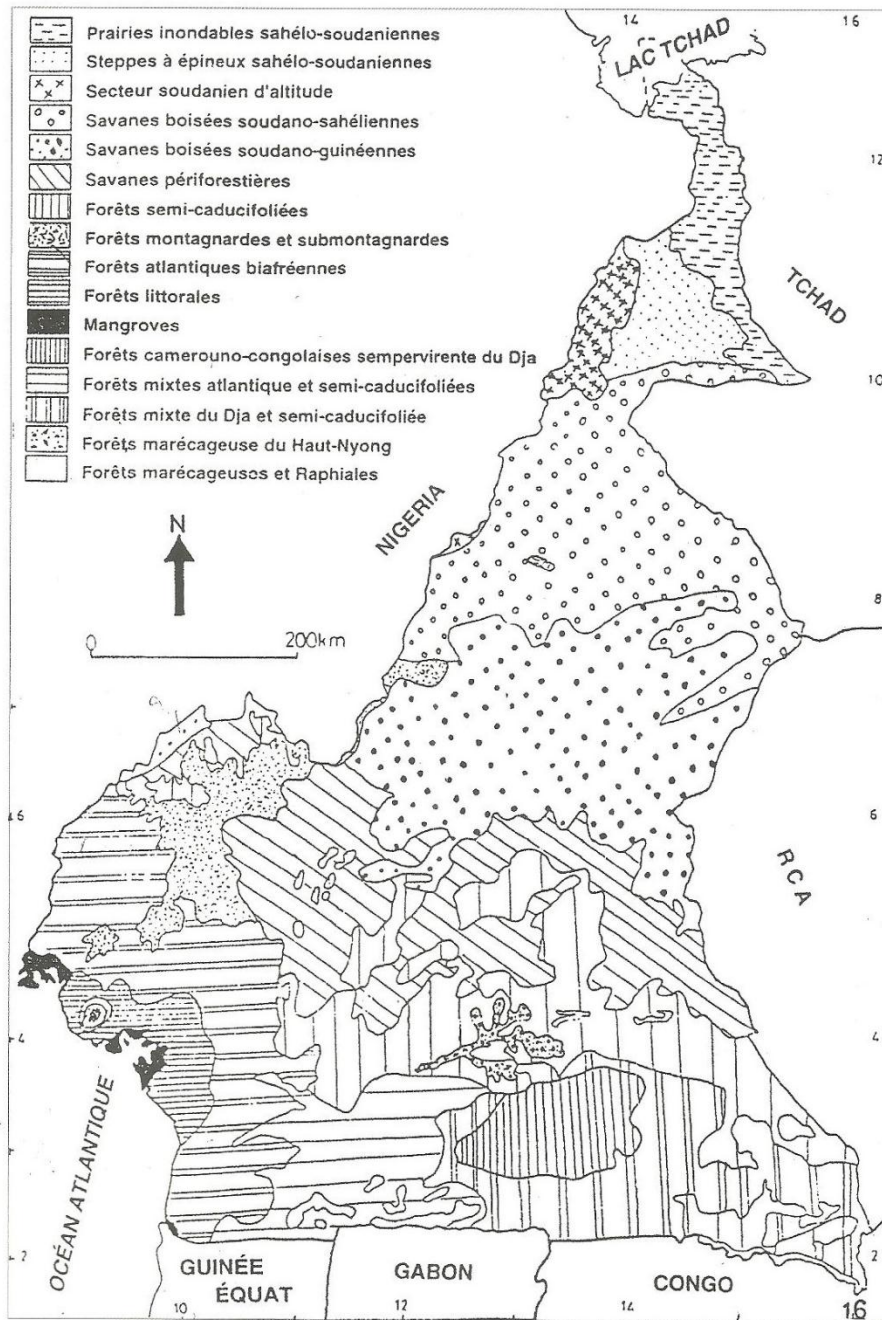


Fig. 5. Carte de végétation du Cameroun (Reprise de Achoundong, 1996).

I.1.3.2. Faune

La concession forestière N°1086 est limitrophe au Parc National de Korup qui abrite une faune très riche et variée. Par leur mobilité, les animaux ne connaissent pas de frontière de territoires, ils peuvent se retrouver de part et d'autre. Les études menées dans la région en 2007 par le WWF montrent la présence des familles de grands et moyens mammifères à des densités différentes (Tableau I).

Tableau I. Densités relatives (IKA) des espèces de grands et moyens mammifères identifiés dans la forêt d'Okoroba.

Espèce	Nom scientifique	Densité relative (IKA)	Pourcentage de présence
Céphalophe bleu	<i>Cephalophus monticola</i>	0,79	32,5
Céphalophe brun	<i>Cephalophus spp.</i>	0,73	30,0
Potamochère	<i>Potamochoerus porcus</i>	0,56	23,0
Mone	<i>Cercopithecus mona</i>	0,12	4,9
Hocheur	<i>Cercopithecus nictitans</i>	0,08	3,3
Athérure africain	<i>Atherurus africanus</i>	0,04	1,6
Drill	<i>Mandrillus leucophaeus</i>	0,04	1,6
Chevrotain aquatique	<i>Hymochus aquaticus</i>	0,03	1,2
Éléphant de forêt	<i>Loxodonta africana cyclotis</i>	0,03	1,2
Civette	<i>Viverra civetta</i>	0,01	0,4
Min	/	0,01	/
Max	/	0,79	/
Moyenne		0,24	

Deux zones de conservation avaient été identifiées en fonction des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA) et de l'accès à la suite d'une étude faune réalisée par le WWF (WWF, 2007). Lors de cette étude, des données devant permettre à la société de protéger la ressource faunique de la forêt ont été collectées. Le tableau II donne les IKA (Indice Kilométrique d'Abondance) pour les 12 espèces observées dans la forêt de Yingui.

Tableau II. Densités relatives (IKA) des espèces de grands mammifères identifiés dans la forêt de Yingui.

Espèces	Nom scientifique	Densité relative (IKA)	Pourcentage de présence
Éléphant de forêt	<i>Loxodonta africana cyclotis</i>	1,23	48 %
Potamochère	<i>Potamochoerus porcus</i>	0,29	11 %
Céphalophe à bande dorsale noire	<i>Cephalophus dorsalis</i>	0,29	11 %
Drill	<i>Mandrillus leucophaeus</i>	0,24	9 %
Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>	0,22	8 %
Céphalophe bleu	<i>Cephalophus monticola</i>	0,12	4 %
Céphalophe à front noir	<i>Cephalophus nigrifrons</i>	0,10	4 %
Hocheur	<i>Cercopithecus nictitans</i>	0,10	4 %
Céphalophe à dos jaune	<i>Cephalophus syvicultor</i>	0,04	1 %
Mone	<i>Cercopithecus mona</i>	0,03	1 %
Cercocèbe à collier blanc	<i>Cercocebus torquatus</i>	0,02	1 %
Mone couronné	<i>Cercopithecus pogonias</i>	0,02	1 %

I.1.4. Facteurs anthropiques et caractéristiques démographiques

L'ouverture de nouvelles routes par l'exploitation forestière offre un accès aux chasseurs et une voie de transport de la viande de brousse jusqu'aux marchés urbains. La présence humaine est fortement remarquée dans cette forêt par la création des champs du côté des villages Kembong et Ossing et l'installation des campements temporaires pour l'extraction des amandes d'*Irginvia gabonensis*.

Au sein de la forêt de Yingui, les observations sur les activités de chasse sont les plus nombreuses avec plus d'une observation par kilomètre (Paque *et al.*, 2005). Il ne paraît pas de corrélation significative entre l'augmentation de la concentration de la faune par rapport aux activités de chasse.

Les groupes ethniques qui peuplent la zone de la forêt d'Okoroba sont aussi bien autochtones (Barondo, Okoro, Bayangi, Akwaya, Bakossi, et Bakweri) qu'allogènes (Bamilékés, Béti, Bassa) venus d'autres régions du Cameroun et des pays voisins (Nigéria, Tchad). Les populations locales s'expriment en langue Ejagham. Toutefois, le pidgin constitue également un support de communication (Effala, 2007).

La zone d'influence de la forêt de Yingui est peuplée d'environ 17.000 personnes, regroupées dans 60 villages. Les ethnies les plus importantes sont les Bandem et les Banen. Les villages sont dirigés par une chefferie héréditaire. La population pratique généralement l'agriculture, ainsi que la chasse et la cueillette. La religion catholique est prédominante.

I.2. Terminologies et concepts

I.2.1. Forêt

Selon FAO (2015), une forêt est une terre occupant une superficie de plus de 0,5 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à cinq mètres et un couvert arboré de plus de dix pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils in situ. Sont exclues les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.

Sur le plan écologique, une forêt est un peuplement où dominant les arbres et qui se maintient en équilibre plus ou moins stable sous l'action toujours prédominante des facteurs définissant le milieu (Boudy, 1948).

Selon la loi n°94-01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche dans son article 2, sont considérés comme forêts, les terrains comportant une couverture végétale dans laquelle prédominent les arbres, arbustes et autres espèces susceptibles de fournir des produits autres qu'agricoles.

Le domaine forestier camerounais couvre une superficie de 21,2 millions d'hectares de forêt catégorisée en domaine forestier permanent (16.642.350 ha) et domaine forestier non permanent (5.499.042 ha). Le domaine forestier permanent est composé des forêts domaniales, ayant 114 UFA dont 74 sont aménagées et actives. En plus de ces UFA, elle comporte des réserves, et 13 forêts communales. Le domaine forestier non permanent est constitué des forêts qui peuvent être affectées à différentes autres utilisations (MINEF, 1995).

I.2.2. Concession forestière

Selon l'article 47 de la loi n° 94/01 du 20 Janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche, la concession forestière est le territoire sur lequel s'exerce la convention d'exploitation forestière. Elle peut être constituée d'une ou de plusieurs unités forestières d'aménagement. Depuis 1995, les concessions forestières sont devenues les types de permis d'exploitation les plus importants au Cameroun. Les concessions forestières sont attribuées par appel d'offres aux sociétés forestières (UFA inactives) et ne doivent pas aller au-delà de 200.000 ha par société. Les concessions sont situées dans une ou plusieurs Unités Forestières d'Aménagement (SDIAF, 2010).

I.2.3. Aménagement forestier

L'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT) définit l'aménagement forestier comme une organisation d'une forêt autour d'objectifs dont les principaux sont la régularité de sa production annuelle et sa pérennité (durabilité). D'après la SDIAF (2003), c'est la démarche la plus importante de la gestion forestière ; il oriente l'évolution de la forêt de façon à ce qu'elle réponde toujours mieux aux multiples besoins des hommes. En Afrique centrale, le niveau « long terme » de la planification d'aménagement est comparativement beaucoup plus élaboré que sur les autres continents (ATIBT, 2007). La loi forestière de 1994 définit l'aménagement d'une forêt permanente en son article 23 comme étant la mise en œuvre sur la base d'objectifs et d'un plan arrêtés au préalable, d'un certain nombre d'activités et d'investissements, en vue de la protection soutenue de produits forestiers et de services, sans porter atteinte à la valeur intrinsèque, ni compromettre la productivité future de ladite forêt, et sans susciter d'effets indésirables sur l'environnement physique et social. Au Cameroun d'après Cerutti *et al.* (2008), on compte plusieurs types de permis en exploitation forestière, notamment :

- les permis d'exploitation du bois d'œuvre ;
- les permis d'exploitation des produits spéciaux ;
- les permis d'exploitation du bois de chauffe ou des perches ;
- l'autorisation personnelle de coupe ;
- l'autorisation de récupération de bois (coupe de sauvetage et enlèvement de bois).

I.2.4. Unité forestière d'aménagement

L'Unité Forestière d'Aménagement (UFA) est une portion du domaine forestier permanent devant faire l'objet d'un aménagement (MINEF, 2001). Les UFA sont des forêts affectées à la production de la matière ligneuse divisées en unités forestières de grande superficie dont l'exploitation est soumise à un plan d'aménagement approuvé par l'État. Les forêts domaniales peuvent être subdivisées par l'administration chargée des forêts en unités forestières d'aménagement (Anonyme, 1994). Pendant le processus de classement, les limites réelles de l'UFA sont révisées et finalement fixées par un décret signé par le Premier Ministre (UFA classées). Dans la mesure où l'exploitation débute avant le classement, les surfaces des UFA peuvent changer au fil du temps (SDIAF, 2010). En 1995, 103 UFA ont été proposées dans le premier plan de zonage (UFA planifiées). D'après la même source, le Cameroun comptait en 2011, 114 UFA couvrant 7.079.712 hectares réparties en 74 UFA aménagées

(4.650.261 ha), 21 UFA en convention provisoire (1.010.1114 ha), 5 UFA aménagées et abandonnées (338.239 ha) et 14 UFA inactives (1.081.098 ha). Parmi ces UFA, 59 ont un processus de classement déjà achevé et 55 UFA sont déclarées (SDIAF, 2010).

I.2.5. Plan d'aménagement

D'après ATIBT (2007), le plan d'aménagement est un document stratégique à long terme, révisable en général tous les cinq à dix ans en fonction des législations, dont les décisions entérinées par l'entreprise et l'administration en charge des forêts constitueront l'élément fondamental d'application des politiques forestières de ces deux principaux intervenants. Le Plan d'Aménagement est l'aboutissement d'une étude approfondie des potentialités du massif à aménager, ainsi que des risques pouvant peser sur la forêt et ses fonctions, étude qui a guidé la réflexion sur la mise en valeur du massif. Il est bon de rappeler que le Plan d'Aménagement est la clef de voûte d'une gestion forestière durable. Il est un outil essentiel de gestion non seulement pour l'exploitation forestière au quotidien mais aussi pour la politique des investissements et la planification générale des entreprises forestières.

I.2.6. Certification forestière

La certification forestière est l'un des nombreux instruments de marché visant à promouvoir une meilleure gestion forestière. L'objectif de la certification est de prouver qu'il est possible de concilier le souci de préservation avec la demande accrue de bois du consommateur c'est-à-dire satisfaire nos besoins en matériaux bois actuels et futurs tout en respectant l'environnement (Tadjuidje, 2009).

La certification forestière trouve racine dans le concept de développement durable, terme utilisé dès le début des années 80 par l'Union mondiale pour la conservation de la nature (UICN). Le terme est repris par la suite par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement en 1987, dans le rapport Notre Avenir à tous (PNUD, 2007).

Cet ouvrage, communément appelé le «rapport Brundtland», du nom de la présidente de la commission Mme Gro Harlem Brundtland, définit le concept de développement durable comme étant "un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs". On peut aussi exprimer le développement durable comme étant une activité économiquement viable, socialement acceptable et respectueuse de l'environnement (PNUD, 2007).

Le concept de développement durable étant étroitement lié aux ressources naturelles, le secteur forestier a fait l'objet d'une attention particulière, notamment à l'occasion du Sommet de la Terre célébré à Rio de Janeiro en 1992, alors que les dirigeants du monde entier s'entendaient sur l'adoption d'un cadre international de l'aménagement forestier durable, se référant ainsi au développement durable des forêts. C'est aussi l'époque où les populations du monde entier réalisent de plus en plus que leurs habitudes de consommation ont une influence directe sur l'exploitation des ressources naturelles de la planète. Ainsi, suite à la médiatisation des activités de déforestation, particulièrement de la forêt amazonienne, un mouvement de boycott des bois tropicaux a vu le jour en occident (Tadjuidje, 2009).

La certification forestière devait ainsi assurer les consommateurs que les produits forestiers qu'ils achètent proviennent d'une forêt qui est aménagée et exploitée de façon durable et responsable.

I.2.7. Stock de carbone

Le stockage du carbone désigne la fixation ou l'accumulation du carbone dans un puits (sol, océan, mer, écosystème, etc.). Le stockage du carbone se réfère à la problématique de la recherche de solutions conduisant à un ralentissement de l'augmentation des concentrations en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Anonyme (2001) signale qu'on peut agir sur le stockage du carbone par un changement d'usage des terres notamment en évitant la déforestation, en augmentant la reforestation et la surface des plantations sylvicoles et en développant l'agroforesterie.

I.2.8. Biomasse végétale

La biomasse végétale désigne l'ensemble des matières organiques ou la masse de matière vivante végétale présente à un moment donné dans un milieu donné, pouvant devenir sources d'énergies pour combustion après modification de façon chimique ou après méthanisation.

I.2.9. Conservation

Ensemble de pratiques comprenant la protection, la restauration et l'utilisation durable et visant la préservation de la biodiversité, le rétablissement d'espèces ou le maintien des services écologiques pour les générations actuelles et futures (Limoges *et al.*, 2013).

I.3. Diversité biologique des forêts tropicales

Le terme « biodiversité », dérivé de l'expression « diversité biologique », est apparu en 1985 lors de la préparation du « National Forum on Biological Diversity » organisé par le National Research Council en 1986. Le terme apparaît pour la première fois, publié en 1988, dans le compte-rendu de ce forum par Edward Osborne Wilson mais il est entré dans le langage courant à l'occasion du sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992.

Selon la Convention sur la Diversité Biologique, la Diversité biologique est la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

Cette variabilité fait appel à des accommodements réalisés entre les individus appartenant à différentes espèces. En forêt tropicale, milieu où se rencontre une gamme variée de types biologiques, des interactions y sont observées. L'on continue de s'interroger sur les phénomènes qui militent en faveur d'une cohabitation des espèces. MacArthur et Wilson (1967), estiment qu'au niveau régional, les désastres causés, les délocalisations, les formations de nouvelles espèces sont une des explications de la diversité biologique. Mais à petite échelle, cette diversité serait tributaire de la diversité régionale (Ricklefs, 2004 ; Kouob, 2009).

D'autres facteurs naturels comme la sécheresse, les épidémies ou les chablis causés à la chute d'un arbre en milieu forestier occasionnant des dégâts sur le peuplement résiduel, mais concourant au développement des espèces de lumières tapis sous l'ombrage peuvent contribuer à une vie en communauté entre les espèces moins exigeantes et les espèces de lumière. En dehors des espèces compagnes sans préférence de milieu de vie, les facteurs édaphiques peuvent contribuer à la coexistence de certaines espèces en forêt tropicales (Valencia *et al.*, 2004).

Le rôle joué par les ravageurs en milieu forestier n'est pas totalement néfaste. Car une maladie déclarer peut certes décimer un certain nombre d'espèces et favoriser un réel équilibre entre les espèces partageant la même niche écologique (Gillett, 1962).

I.4. Synthèse historique des forêts tropicales africaines

Les manquements dus à l'archivage des fossiles liés aux conditions défavorables sont des raisons pour lesquelles les forêts tropicales humides sont mal datées. Bien que l'existence de ces forêts date depuis des temps géologiques, les facteurs ayant conduit à leur

diversification suscitent encore beaucoup d'interrogations. A l'inverse, d'autres espèces telles que les palmiers ont été plus faciles à reconnaître à la faveur des enregistrements fossiles importants. Les palmiers ont eu pour gîte durant plusieurs millions d'années, les forêts tropicales humides, milieux reconnus pour leur richesse floristique et faunistique et source d'approvisionnement de multiples bien et services dont est tributaire un grand nombre de personnes (Couvreur *et al.*, 2011).

Il est de nos jours admis par les paléogéographes et autres que pendant les périodes les plus froides de l'histoire de l'existence sur terre (25 000 – 30 000 BP), principalement pendant l'ultime période de glaciations, les forêts tropicales de basses altitudes se sont disloquées donnant lieu à des reliques forestières sempervirentes en Afrique centrale et de l'ouest jusqu'à 12 000 ans BP au début de l'Holocène. À en croire Maley (1987), ces reliques se sont établis entre 15 000 et 10 000 ans.

Au Cameroun, on note les refuges forestiers de l'ouest qui couvrent approximativement des aires de la forêt atlantique biafréenne comprenant les forêts des localités du Parc naturel de Korup-Mundemba-Kumba etc. et ceux de la zone d'Eséka-Makak-Lolodorf-Mvengue-Bipindi-Akom II-Nyabesan au sud (Maley, 1987).

Les données obtenues des sites du Cameroun révèlent la mise en place de différentes formations végétales. À l'ouest autour du Lac Barombi Mbo on a assisté à l'installation d'une proposition élevée de Gramineae. Ce type de végétation n'est observé nulle part ailleurs, car la substitution de la forêt en savane n'a été pas notée, mais il a été observé la persistance de formations ligneuses d'espèces pionnières floristiquement comparables aux forêts secondaires actuelles, grâce à la forte pluviométrie (Lac Ossa) et parfois aussi le caractère hydromorphe voire marécageux du sol (Nyabesan). Mais dès 2 000 ans BP, selon les zones, il y a eu reprise forestière avec retour des espèces sempervirentes de forêt humide, rapidement autour du Lac Barombi Mbo environ 1 800 ans BP, donc un intervalle d'environ de 200 ans (Lézine, 2007; Onana, 2013).

I.5. Changement climatique

Le changement climatique désigne la variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, notamment les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques ou des changements anthropiques persistants dans la composition de

l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres (GIEC, 2014). On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des «changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

I.5.1. Emissions de gaz à effet de serre et réchauffement climatique

L'effet de serre est un processus atmosphérique naturel qui consiste en l'absorption par certains gaz de l'atmosphère de rayonnements infrarouges émis par le sol. Ces flux de rayonnement thermique réchauffent l'atmosphère qui rayonne vers la Terre augmentant ainsi la température de l'atmosphère au voisinage du sol (Kandel et Fouquart, 1992).

Le dioxyde de carbone, ou CO₂ et le méthane (CH₄) sont tous les deux des gaz à effet de serre. Le premier reste dans l'atmosphère près de 200 ans tandis que le second n'y reste qu'une douzaine d'années. À l'échelle du siècle, le méthane est tout de même 23 fois plus puissant que le CO₂ en potentiel de réchauffement global mais à quantité égale, le méthane est donc plus puissant en effet de serre que le CO₂. Mais il n'y a pas autant d'émissions de méthane que d'émissions de dioxyde de carbone.

Selon IPCC (2013), la température moyenne à la surface du globe terrestre a continuellement augmenté depuis le 19^{ème} siècle. La température mesurée entre la terre et l'océan montre un réchauffement de 0,85 °C pour la période de 1880 à 2012 et environ 0,72 °C pour la période 1951-2012. En outre, l'augmentation globale de la température est confirmée par de nombreuses observations réalisées au cours des dernières décennies, comme la fonte de la banquise arctique qui est d'environ 106 km² par décennies depuis 1979 (Comiso et Nishio, 2008; Markus et Cavalieri, 2000; Rayner, 2003; Walsh et Chapman, 2001), et l'augmentation du niveau de la mer d'environ 2 millimètres par an depuis 1870 (Ablain *et al.*, 2009; Jevrejeva *et al.*, 2008; Leuliette et Scharroo, 2010; Nerem *et al.*, 2010; Ray et Douglas, 2011).

Suite à l'augmentation croissante des gaz responsables du réchauffement de l'atmosphère, les écologistes et le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) sont ceux qui militent en faveur d'une des solutions adoptée en 1997 à Kyoto sur la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 5,2 % que sont le boisement

et le reboisement (CCNUCC, 1997). En conséquence, le Protocole de Kyoto n'a fourni que peu d'incitations à la reforestation et aucune incitation à conserver les forêts existantes.

I.5.2. Mécanisme REDD+

Les forêts ont de plus en plus été considérées comme une question cruciale dans les négociations de la CCNUCC, sachant que l'objectif d'atténuation du changement climatique soit susceptible d'être atteint sans une action importante sur la déforestation et la dégradation des forêts. Cependant, la question de la façon d'inclure la déforestation et la dégradation des forêts dans un système d'atténuation internationale dans le cadre de la CCNUCC a été une question technique et politique difficile à résoudre dès le début des négociations en 1992 (Gitz, 2004). Cela se reflète aussi dans le grand nombre de propositions et de cadres d'incitation faites sur le sujet (Parker *et al.*, 2009). Suite à un processus qui a commencé au cours de la 13e Conférence des Parties (COP) à la CCNUCC à Bali en 2007, une décision (4 / CP.15) a été adoptée à Copenhague (Anonyme, 2009) sur l'orientation méthodologique pour ce qui est maintenant appelé REDD + (Réduction des émissions dues à la déforestation et la dégradation des forêts et le rôle de la conservation, la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement).

Cet accord au niveau méthodologique était accompagné de plusieurs engagements financiers des pays développés. Durant la conférence d'Oslo sur le climat et la forêt, organisée en mai 2010, plusieurs pays développés se sont engagés conjointement à soutenir à hauteur de 4 milliards de dollars les politiques et les mesures de la REDD +. En décembre 2010 à Cancun, la COP 16 a adopté une décision, comprenant des approches politiques et des incitations positives sur les questions relatives à la REDD+.

En ce qui concerne l'utilisation de terre, les changements d'affectations de terre et la foresterie, cinq activités relatives aux forêts ont été identifiées dans le contexte de la REDD + : (i) la déforestation, (ii) la dégradation des forêts, (iii) la conservation, (iv) la gestion durable des forêts et (v) le renforcement des stocks de carbone forestier.

En utilisant l'approche méthodologique du GIEC, Henry (2010); Maniatis (2010) pensent que les activités REDD + peuvent être réparties en deux catégories principales : premièrement, les processus de changement d'utilisation des terres et, deuxièmement, les processus de changement au sein de la même catégorie de terres.

I.5.3. Impacts du réchauffement climatique

Pour des raisons géographiques et de manque de moyens d'adaptation, les pays les plus pauvres seront les plus touchés. Baisse des rendements agricoles, multiplication des événements climatiques extrêmes, inondations, acidification des océans... Selon les experts du GIEC aucune partie du monde n'échappera à l'un ou l'autre de ces impacts du réchauffement climatique en cours (GIEC, 2014).

D'un point de vue géographique, Les régions situées sous les plus hautes latitudes pourraient tirer leur épingle du jeu. Avec l'élévation moyenne des températures, les rendements agricoles pourraient par exemple augmenter en Sibérie ou au Canada, quand ils vont probablement stagner voire décroître dans le reste du monde. La disponibilité en eau potable pourrait aussi s'y améliorer, alors même qu'elle devrait se réduire « de manière significative » dans les régions subtropicales déjà les plus sèches (GIEC, 2013).

I.6. Stocks de carbone forestier

Le cycle de carbone et sa séquestration par les écosystèmes forestiers suscitent de nombreux intérêts depuis la signature des accords de Kyoto en 1997. L'ensemble des forêts mondiales représente une grande part du carbone stocké dans la biosphère, soit environ 80 % du carbone au-dessus du sol (biomasse épigée) et 40 % du carbone souterrain (biomasse hypogée) (Cielsa, 1997).

Les flux de fixation de carbone par une forêt suivent son cycle de vie (le stock de carbone croît avec l'âge avant d'atteindre un plateau) et varient notamment selon le climat, la fertilité des sites, l'altitude, les types de peuplements et les différentes régions. Il est dès lors important de comprendre comment la richesse d'espèces et la composition des communautés influencent la biomasse et la productivité.

En 2005, les forêts naturelles couvraient environ 4 milliards d'hectares (soit 30 % de la surface terrestre), dont 47 % de forêts tropicales, et 33 % de forêts boréales ; les plantations forestières représentaient seulement 3,8 % des forêts. Les forêts mondiales renferment entre 25 et 50 % du carbone accumulé dans les écosystèmes terrestres (soit environ 1000-1400 GtC ou 2500-4000 GtCO₂ dont environ 40 % dans la partie aérienne – par comparaison, 760 GtC se trouvent dans l'atmosphère), qui se répartit approximativement à 49 % dans les forêts boréales, 38 % dans les forêts tropicales, et 13 % dans les forêts tempérées.

Les forêts mondiales représentent un puits de carbone de l'ordre de 2,6 GtC/an (9,5 tCO₂/an), y compris les forêts tropicales primaires, qui, bien qu'elles soient à l'équilibre,

seraient des puits de carbone, absorbant jusqu'à 0,5 tC/ha/an. Par ailleurs, les émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation (essentiellement dans les régions tropicales) pendant les années 1990 ont été estimées à 1,6 GtC/an (soit environ 20-25 % des émissions anthropiques mondiale de gaz à effet de serre ou 80 % des émissions de l'Union européenne à 27 membres). De nombreuses incertitudes scientifiques demeurent sur la vitesse de déforestation dans certaines régions et sur la capacité de stockage du carbone par les différents types de forêts. D'après le GIEC, le puits annuel de carbone serait compris entre 0,5 GtC et 2,7 GtC (estimations en 2007) ; la vitesse de la déforestation s'établirait, par continent, de la manière suivante : - Amérique : 0,7 (0,4 à 0,9) GtC/an ; - Afrique : 0,3 (0,2 à 0,4) GtC/an ; - Asie : 0,8 (0,4 à 1,1) GtC/an. Le tableau III présente l'évolution du couvert forestier par continent et la variation nette représentant une perte de 0,22 % du couvert forestier dans les années 1990, et de 0,18 % sur la période 2000-2005.

Tableau III. Évolution du couvert forestier par continent.

Régions	Superficie forestière (milliards ha)	Variation nette (superficie déforestée – superficie reboisée) annuelle (Mha/an)	
	2005	1990-2000	2000-2005
Afrique (Soudan) (Zambie)	0,63	-4,4	-4,0
			(-0,6)
			(-0,5)
Asie (Indonésie) (Birmanie) (Chine)	0,57	-0,8	+1,0
			(-1,8)
			(-0,6)
			(+4,0)
Europe	1	0,9	0,7
Amérique centrale et du nord	0,71	-0,3	-0,3
Océanie	0,21	-0,4	-0,4
Amérique du sud (Brésil)	0,83	-3,8	-4,3
			(-3,1)
Monde	3,95	-8,9	-7,3

I.7. Stocks de carbone dans les forêts du Bassin du Congo et contribution dans la REDD

La déforestation libère le carbone naturellement stocké dans les forêts mais également réduit la capacité d'absorption globale de la biosphère, si bien qu'une tonne de carbone émise par déforestation contribue plus (de l'ordre de 50 %) à l'augmentation de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone que l'émission d'une tonne de carbone fossile (Gitz, 2004). Il est toutefois à admettre qu'il a fallu plus de dix ans pour reconnaître que la réduction des émissions dues à la déforestation ou à la séquestration du carbone dans les forêts sur pied est plus efficace que les plantations d'arbre (de Wasseige *et al.*, 2009). Le concept de REDD qui en résulte permet d'inciter les pays en développement à réduire volontairement leurs taux nationaux de déforestation et les émissions de carbone qui en sont dérivées en dessous des niveaux de référence. Les pays qui démontreraient de telles réductions d'émissions seraient en mesure de vendre des crédits de carbone sur le marché international de carbone ou de recevoir pour leur comportement exemplaire une compensation financière dont les modalités restent à définir (de Wasseige *et al.*, 2009).

Quel que soit le mécanisme REDD qui sera mis en place, il est primordial de connaître de façon précise la quantité de carbone emmagasinée dans les différents types de végétation (particulièrement les forêts) et les sols et la quantité de carbone rejetée par d'autres activités de l'AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use). Selon le GIEC, dans le volet «forêt», aux différents types écologiques correspondent différents stocks de carbone (Tableau IV).

I.8. Déforestation et dégradation des forêts au Cameroun

L'exploitation illégale du bois est un des moteurs les plus importants de la perte de biodiversité forestière au Cameroun. Le secteur informel pour les usages domestiques est tout aussi néfaste : près de 3 millions de mètres cubes sont exploitées annuellement dont 25-30 % ont été enlevés illégalement et destinés au marché intérieur (Topa *et al.*, 2009). Par ailleurs, l'exploitation anarchique de la forêt, et la réduction de la taille de la population selon les générations due à l'exploitation de l'espèce sans mesure de régénération, sont les principales causes de l'extinction des espèces végétales (Heink et Kowarik, 2014). Le tableau V met en relief les moteurs d'appauvrissement de la diversité d'espèces végétales à fleur selon le déclin continu de la superficie et/ou de la qualité de l'habitat, la réduction de la superficie de la zone d'occupation ou de l'aire d'occurrence.

Tableau IV. Carbone aérien (t/ha) dans la végétation par types d'occupation du sol (de Wasseige et *al.*, 2009).

Types d'occupation de sols	Carbone aérien (t/ha)		
	Basé sur les données des placeaux	Basé sur les données d'inventaire	Basé sur des données de SIG
Savane boisée décidue	21 (2-43 ; 20)	-	-
Forêt dense sèche (Miombo)	42 (22-68 ; 6)	-	36
Forêt dense humide de basse altitude	216 (146-275 ; 15)	126 (63-174 ; 55)	178-211
Forêt marécageuse	-	85 (- ; 1)	-
Forêt dense humide de moyenne altitude	-	-	68
Forêt (humide) de montage	-	-	68
Mosaïque Forêt-terre cultivée (complexe rural)	54 (3-141 ; 29)	-	-
Mosaïque Forêt-savane	14 (4-22 ; 2)	-	-

Tableau V. Moteurs d'appauvrissement de la diversité floristique au Cameroun (Anonyme, 2014).

État de la population / habitat	Principale cause identifiée	Nombre d'espèces	Pourcentage sur 807 espèces menacées
Déclin continue de la population due à la dégradation de l'habitat	Déclin continu de la superficie, étendue et /ou qualité de l'habitat	618	76,579 %
Déclin de la population selon les générations	Réduction de la superficie de la zone d'occupation ou de l'aire d'occurrence et / ou de la qualité de l'habitat. Niveaux d'exploitation	114	14,126 %
Population très réduite : nombre d'individus connus très faible et confiné à un très petit nombre de localités	Population dont la zone d'occupation est très réduite (en règle générale moins de 20 km ²) à tel point que la population est exposée aux impacts anthropiques, ou aux catastrophes naturelles en une très brève période de temps et dans un avenir imprévisible. Par conséquent, elle pourrait devenir éteinte en un laps de temps très court	71	8,798 %
Déclin de la population mature selon les générations	Déclin continue estimé à 25% au moins en 3 ans ou en une génération selon la période maximum de 100 ans	4	0,496 %

CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Localisation et choix des sites d'étude

Les dispositifs ont été installés de juin à septembre 2011 dans deux unités forestières d'aménagement (UFA) 00 004 et 11 001, gérées par la société forestière TRC. Ils ont été établis dans les localités d'Okorobo au Sud-ouest ($5^{\circ}18'$ - $5^{\circ}37'$ N de latitude et $9^{\circ}05'$ - $9^{\circ}23'$ E de longitude) et Yingui au Littoral ($10^{\circ}20'$ et $10^{\circ}40'$ N de latitude et entre $4^{\circ}30'$ et $4^{\circ}50'$ E de longitude). Ces deux sites ont été choisis pour leur appartenance à des concessions forestières certifiées FSC où les pratiques de gestion durable et responsable leurs sont reconnues. Ils sont situés à proximité de deux parcs bénéficiant d'une protection et d'une attention internationale (Parc National de Biodiversité de Korup proche de l'UFA 11 001 et le Parc National d'EBO proche de l'UFA 00 004). De par la détermination du concessionnaire à gérer durablement ces forêts par l'exploitation à impact réduit et la mise en place des dispositifs permanents pour le suivi de la dynamique forestière, ces sites revêtent un atout pour des études de biodiversité.

Le choix des zones d'implantation des dispositifs a été motivé par la volonté du concessionnaire de les préserver de toute activité humaine compromettante qui leurs enlèveraient leurs qualités de site de recherche.

II.1.2. Matériel de travail

Pour la réalisation de ce travail, le matériel ci-après a été utilisé :

- un GPS de marque Garmin pour géoréférencer les placettes ;
- un galon circonférentiel pour la mesure des diamètres des arbres ;
- une boussole de marque SHUNTO pour l'orientation en forêt et la délimitation des parcelles ;
- des machettes pour délimiter les parcelles en ouvrant un layon d'un mètre de large et faire des entailles sur les arbres afin de les identifier ;
- un double décimètre pour mesurer les distances entre deux points d'une sous placette ;
- un fil étalonné sur 100 m pour délimiter les parcelles ;
- des étiquettes pour marquer les arbres ;
- des presses en bois et des papiers journaux pour presser les échantillons collectés ;
- une paire de sécateur pour prélever les échantillons ;
- des sacs plastiques (sacs poubelles) pour conserver les échantillons ;
- un carnet de notes pour des prises de notes sur le terrain ;
- un appareil photo numérique pour filmer certains échantillons.

II.2. Méthodes

II.2.1. Dispositif d'échantillonnage

La collecte des données au sein de la forêt de Yingui (UFA 00 004) s'est faite en fin 2006, année d'engagement de la société TRC vers la certification FSC. L'acquisition de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001) s'étant faite trois années plus tard, les dispositifs dans ce site ont été mis en place en 2011. Les travaux d'installation des placettes ont duré deux (02) mois dans chaque forêt et ont donné lieu à l'établissement de douze (12) parcelles permanentes soit six (06) parcelles dans chaque site. Les localisations de ces parcelles sont présentées par les figures 6 et 7.

Dans le cadre de ce travail, le type d'échantillonnage utilisé est la parcelle permanente d'un hectare. Pour la mise en place des parcelles, les layons d'inventaires à équidistance d'un kilomètre ou d'inventaire d'aménagement à équidistance de trois kilomètres ont été avantageusement utilisés.

Cette méthode d'échantillonnage utilisant les parcelles permanentes a déjà été utilisée dans plusieurs sites d'Afrique Centrale dont les principaux connus au Cameroun sont Korup, Reserve de Biosphère du Dja, Campo Ma'an, Ngovayang etc. Ces parcelles permanentes aideront à l'avenir dans le suivi de l'évolution de la forêt et permettront de les comparer avec d'autres parcelles de même taille installées dans d'autres régions du pays ou dans la sous-région.

Chaque parcelle d'un hectare de forme carrée de (100 x 100 m) de côté a été subdivisée en 25 sous-parcelles de 20 m x 20 m (fig. 8.). La subdivision des parcelles d'un hectare en 25 sous-parcelles de 20 m x 20 m permet de voir la répartition des espèces et les différents assemblages et de faire des comparaisons entre les sous-parcelles de 20 m x 20 m à l'intérieur d'un hectare d'une part, et entre d'autres parcelles permanentes de même superficie. À l'aide d'un GPS de marque GARMIN, les coordonnées géographiques de chaque parcelle ont été prises et ont permis de géo-référencier les sites d'études afin de les situer par rapport à l'ensemble du territoire national.

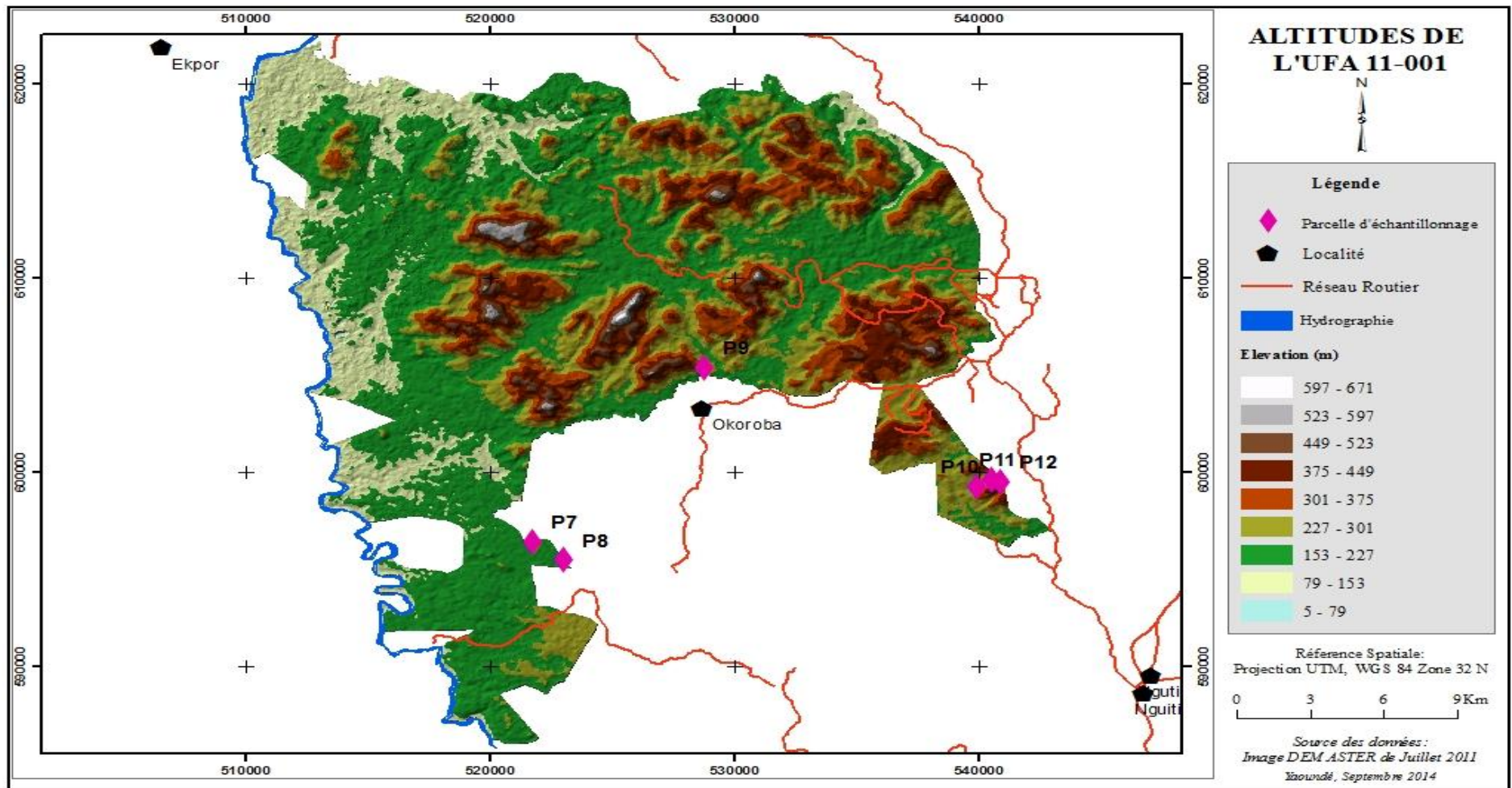


Fig. 6. Localisation des dispositifs de l'UFA 11 001.

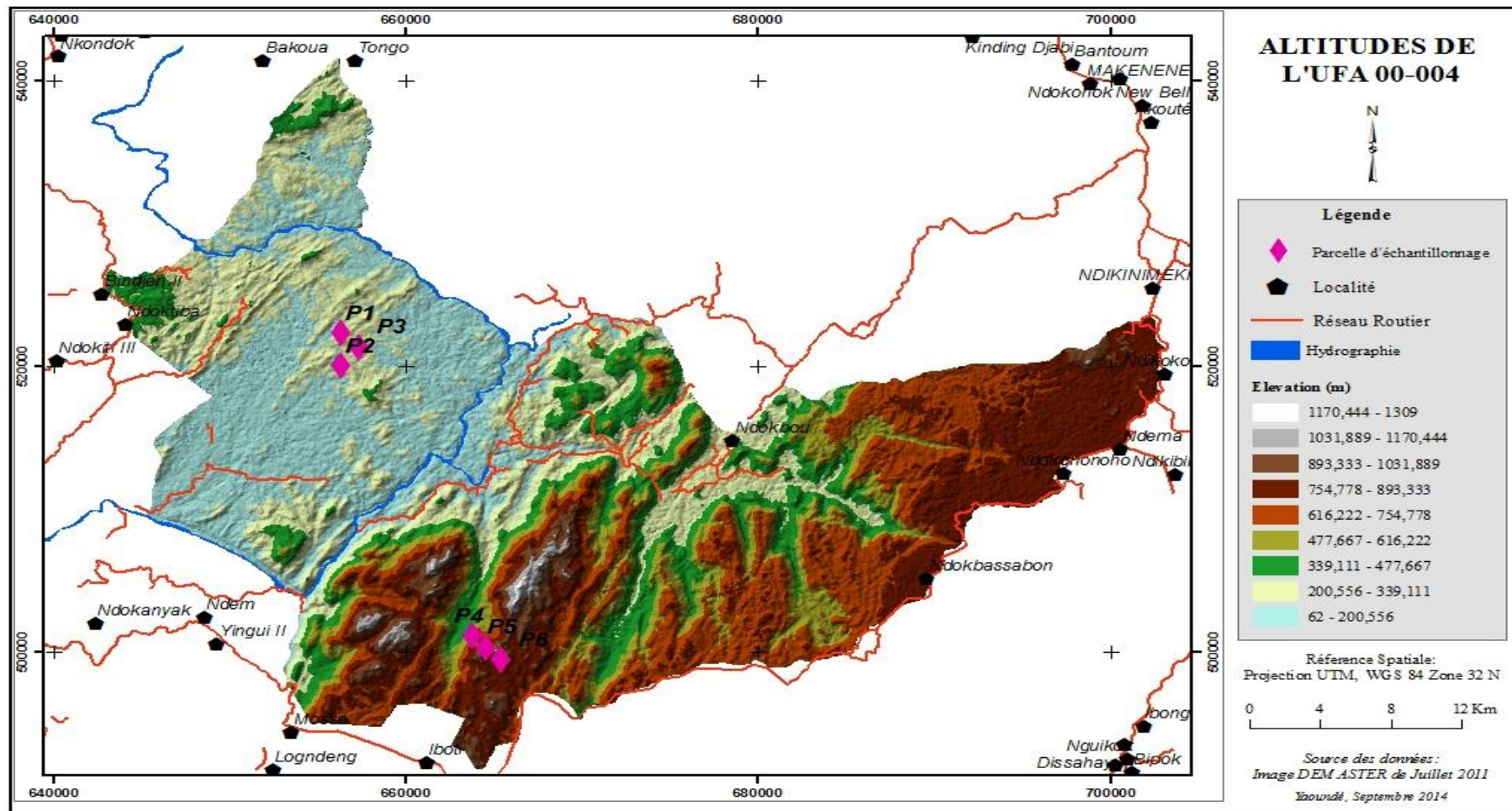


Fig. 7. Localisation des dispositifs de l'UFA 00 004.

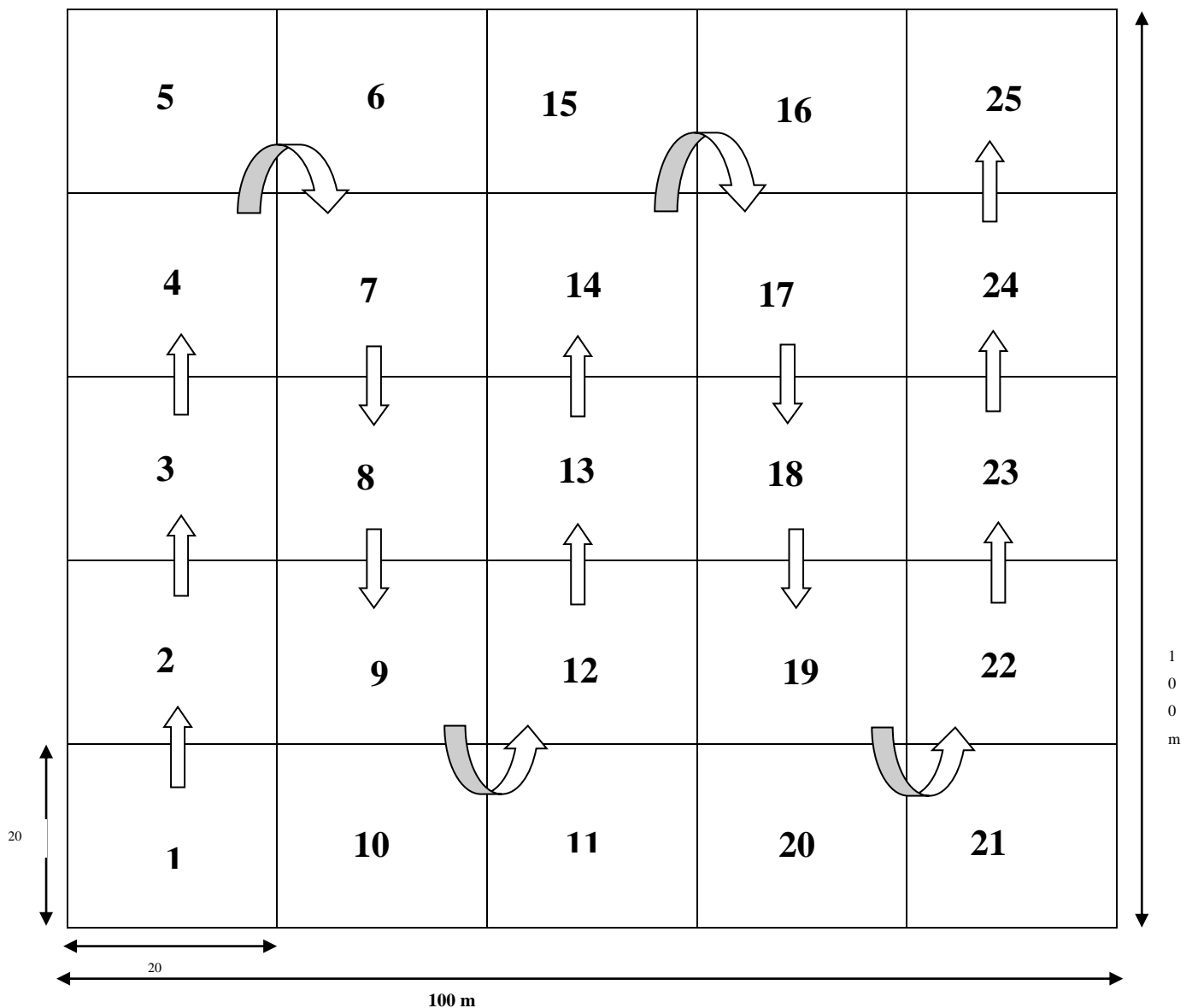


Fig. 8. Parcelle d'un hectare montrant l'orientation vers les sous placettes (Kueber, 2006).

II.2.2. Inventaire floristique

Tous les arbres ayant atteint un diamètre de 10 cm et identifiés au sein de la placette d'un hectare ont été mesurés puis marqués comme illustré dans la figure 9. Le $dbh \geq 10$ cm est choisi car il permet d'avoir une vue rapide sur la diversité floristique du site et de faire des comparaisons avec d'autres études. Tous les individus dont le dbh est inférieur à 10 cm sont systématiquement considérés comme faisant partie de la régénération. Les mesures ont été prises à 1,30 m au-dessus du sol à l'aide d'un galon circonférentiel. Les mesures des arbres à racines échasses et contreforts ont été prises à des niveaux où des déformations ne sont pas observées. Pour tout arbre identifié, un numéro lui a été affecté. Ce numéro a été inscrit sur une

étiquette en l'aluminium à environ 30 cm au-dessus du point où la mesure a été effectuée pour les arbres normaux et à environ 40 cm au-dessus des arbres présentant des contreforts ou des racines échasses. Il faut noter que l'aluminium est utilisé ici en lieu et place du fer de par sa propriété à résister aux aléas climatiques et au vu de l'humidité quasi constante dans le sous-bois.



Fig. 9. Mesure, marquage et étiquetage des arbres.

II.2.3. Collecte des échantillons botaniques

Les arbres identifiés sur pied ont été faits sur la base des aspects morphologiques usuels tels que la tranche de l'écorce, la couleur de l'exsudat, la vitesse approximative d'écoulement de l'exsudat, la morphologie des feuilles, les fleurs et les fruits. Quant aux espèces non identifiées par l'équipe de botanistes, les échantillons fertiles accessibles et non fertiles ont été récoltés aussi bien à l'intérieur qu'en dehors des parcelles pour des identifications à l'Herbier National du Cameroun. Ces identifications ont été faites en utilisant les spécimens disponibles à l'herbier et en se référant aux différents ouvrages qui traitent de l'identification des plantes tels que les flores du Cameroun en particulier le volume qui traite des Légumineuses-Caesalpinioideae (Aubreville, 1970) et les manuels de botanique forestière Afrique tropicale (Letouzey, 1982a; b).

II.2.4. Analyse des données

II.2.4.1. Détermination des différents groupements végétaux

Pour obtenir les différents rapprochements de la végétation des 12 placettes inventoriées, deux méthodes d'ordinations ont été utilisées à savoir l'Analyse en Correspondance (AC) et la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

L'AC a été utilisé dans le cadre de cette étude pour identifier les différents gradients de variabilité. Elle établit ainsi une mesure de la diversité bêta le long des gradients floristiques. Le but principal de l'AC est de lire l'information contenue dans un espace multidimensionnel par une réduction de la dimension de cet espace tout en conservant un maximum de l'information contenu dans l'espace de départ.

La CHA est habituellement utilisée pour classer les unités géographiques telles que les relevés en groupes ou en fonction de leurs affinités. Cette analyse est complémentaire à l'analyse des correspondances.

II.2.4.2. Caractérisation de la diversité floristique

II.2.4.2.1. Richesse floristique

La richesse spécifique (S), qui correspond au nombre d'espèces d'une communauté ou d'un échantillon est parfois déclinée en densité spécifique, qui correspond au nombre d'espèces par unité d'échantillonnage. La richesse spécifique est ainsi dépendante de l'échelle d'étude de sorte que les résultats d'une étude réalisée à une échelle donnée ne sauraient être extrapolés ni transposés à une autre échelle (Peet, 1974).

II.2.4.2.2. Caractéristique de la richesse floristique

Indice de diversité de Shannon-Wiener H'

Il dérive de la théorie de l'information et mesure l'entropie d'un échantillon, soit la « saturation » de la communauté (Kent et Coker, 1992). Il mesure l'incertitude quant à l'appartenance à une espèce donnée d'un individu pris au hasard dans l'échantillon. Cet indice est le plus utilisé en écologie des communautés biologiques. L'unité de mesure encore appelé « unité d'indétermination de Shannon-Wiener » est le « bit ».

L'indice est donné par la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (N_i / N_s) \log_2 (N_i / N_s)$$

Avec N_i l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon et N_s l'effectif total.

H' tend vers 0, quand le peuplement est constitué d'une seule espèce,

H' prend la valeur maximale seulement quand toutes les espèces (S) présentes ont une abondance équivalente.

En d'autres termes, la prévalence d'espèces dominantes dans la communauté induit une faible valeur de H' , tandis que l'équirépartition se traduit par une valeur élevée de H' . On calcule alors la valeur maximale pour H' , correspondant à des proportions de chaque espèce : $H'_{max} = \log_2 N$.

A partir de l'indice ci-dessus, on exprime le rapport entre les deux valeurs pour définir l'Équitabilité de Pielou : $EQ = H'/H'_{max}$.

Cette équitabilité permet de rendre compte de l'équirépartition des individus entre les espèces.

Indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson est une mesure de la dominance. Il exprime la probabilité pour que deux individus tirés au hasard dans une population infinie, appartiennent à la même espèce (Simpson, 1949). Il mesure la manière dont les individus se répartissent entre les espèces d'une population. Il s'exprime à partir des fréquences p_i des espèces. Par conséquent la contribution relative des espèces rares est presque insignifiante.

$D' = \sum p_i^2$ avec p_i la fréquence.

L'indice de Simpson est aussi la mesure inverse de la diversité ($D = 1 - D'$), ceci traduit la probabilité pour que deux individus tirés au hasard dans une population infinie appartiennent à deux espèces différentes.

II.2.4.3. Caractérisation de la structure de la végétation

II.2.4.3.1. Densité et surface terrière des individus (diversité γ)

La densité d'un peuplement est le nombre d'individus ≥ 10 cm (pour la présente étude) qui couvre un hectare. $N = n/a$ (avec n = nombre d'individus ou de tiges dans la parcelle et a = surface de la parcelle en ha).

La surface terrière est la surface de la section transversale à 1,30 m de tous les individus ≥ 10 cm rapporté à l'hectare. Elle est utilisée pour déterminer la dominance d'une espèce (Jenner, 2002). Elle est calculée suivant la formule suivante :

Surface terrière = $\pi \frac{dbh^2}{4}$ avec dbh le diamètre à 1,30 m du sol de l'espèce.

II.2.4.3.2. Distribution diamétrique des individus et leur surface terrière

Les dhp ainsi que la surface terrière correspondantes ont été regroupés en trois classes à savoir $10 \leq \text{dhp} < 30 \text{ cm}$, $30 \leq \text{dhp} < 50 \text{ cm}$ et $50 \geq \text{dhp}$. Ces classes de diamètre permettent d'apprécier le comportement de la végétation en général et des différentes espèces dominantes.

II.2.4.3.3. Importance écologique des espèces et des familles

La structure du peuplement est abordée principalement en terme d'abondance des taxons, de densité et de surface terrière. La dominance des taxons est évaluée sur la base de la densité (D), la surface terrière (ST), l'IVI (Importance Value Index) et la FIV (Family Importance Value Index).

L'IVI est obtenu en additionnant les valeurs relatives de la densité, la fréquence et la surface terrière (Cottam et Curtis, 1956).

$$\text{IVI} = \text{Densité relative} + \text{Surface terrière relative} + \text{Fréquence relative.}$$

La FIV est obtenue en additionnant les valeurs relatives de la densité, la surface terrière et la diversité relative de chacune des familles (Mori *et al.*, 1983).

$$\text{FIV} = \text{Densité relative} + \text{Surface terrière relative} + \text{Diversité relative.}$$

Les valeurs d'IVI et de FIV sont comprises entre 0 (absence de dominance) et 300 (monodominance). Ces indices permettent d'identifier les entités dominantes d'une communauté ou d'un compartiment, c'est-à-dire les espèces et les familles ayant une forte valeur écologique. Reitsma (1988), considère qu'une espèce ou une famille est écologiquement dominante lorsque IVI ou FIV >10.

Densité relative (D_r) = $100 \times \text{Nombre d'individus d'une famille ou espèce} / \text{Nombre total d'individu dans l'échantillon}$;

Dominance relative (D_{or}) = $100 \times \text{Surface terrière d'une espèce ou famille} / \text{Surface terrière totale de l'échantillon}$;

Fréquence relative (F_r) = $100 \times \text{Fréquence d'une espèce} / \text{Total des fréquences de toutes les espèces}$. Elle correspond au nombre d'unités d'échantillonnage contenant cette espèce ;

Diversité relative (D_{ir}) = $100 \times \text{Nombre d'espèces au sein d'une famille} / \text{Nombre total d'espèces}$.

II.2.4.4. Caractérisation des paramètres fonctionnels

II.2.4.4.1. Types chorologiques

À partir des travaux de Schnell (1971) sur la phytogéographie des pays tropicaux et les différents travaux menés sur les caractéristiques biologiques et écologiques des espèces des forêts tropicales d'Afrique centrale, nous avons repris les types chorologiques, les types de dissémination des diaspores ci-dessous correspondant à la flore des deux massifs choisis pour cette étude.

Espèces à large distribution géographique (LDI)

Parmi les espèces à LDI, on distingue :

- cosmopolites : espèces réparties dans le monde entier, aussi bien dans les zones tempérées que tropicales ;
- pantropicales : espèces présentes dans toute la zone tropicale ;
- afro-américaines : espèces répandues en Afrique et Amérique tropicales ;
- paléotropicales : espèces connues en Afrique et Asie tropicales ainsi qu'à Madagascar et en Australie ;
- afromalgaches : espèces communes aux îles de la région malgache et de l'Afrique continentale.

Espèces plurirégionales africaines (PRA)

Parmi les espèces PRA, on distingue :

- plurirégionales africaines : répandues dans les régions floristiques africaines ou dans seulement quelques régions floristiques disjointes ;
- afro-tropicales : présentes dans toute l'Afrique tropicale et dans les îles océaniques tropicales (Madagascar, Seychelles...).

Espèces sub-endémiques guinéo-congolaises

Espèces qui s'étendent aux zones de transitions adjacentes ou qui débordent légèrement au-delà de ces dernières en tant qu'espèces d'intrusion marginale ou en tant qu'espèces formant des peuplements satellites faiblement éloignés.

Espèces endémiques guinéo-congolaises

Les espèces de ce groupe sont désignées comme suit :

- omni-guinéo-congolaises : présentes dans toute la région guinéo-congolaise ;
- omni-guinéennes : présentes dans les domaines guinéens inférieur et supérieur ;

- centro-guinéo-congolaises : espèces dont la distribution couvre les domaines guinéen inférieur (du sud du Nigeria à la République Démocratique du Congo) et congolais ;
- guinéennes inférieures : espèces répandues dans le sous centre guinéen inférieur, du sud du Nigeria au sud de la République du Congo ;
- endémiques camerounaises : espèces exclusives du territoire camerounais.

Espèces de liaison (ELI)

Espèces dont l'aire de distribution couvre deux ou plusieurs régions floristiques africaines et qui sont trop largement répandues ou trop abondantes par endroits pour être considérées comme des sub-endémiques. Ces éléments sont soit des transgresseurs chorologiques et écologiques, soit simplement des espèces à large distribution et à écologie assez uniforme.

II.2.4.4.2. Types de dissémination

Il s'agit du mode de dissémination des espèces.

Zoochorie

Ce type de dissémination est effectué par les animaux (mammifères et oiseaux). Les cas rencontrés dans le cadre de cette étude sont :

- sarcochores (Sar) : diaspores totalement ou partiellement charnues indéhiscentes ;
- desmochores (Des) : diaspores accrochantes ou adhésives.

Anémochorie

L'anémochorie est un type de dissémination assuré par le vent. On rencontre :

- ptérochores (Pté) : diaspores munies d'appendices aliformes ;
- pogonochores (Pog) : diaspores à appendices plumeux ou soyeux ;
- sclérochores (Sclér) : diaspores non charnues relativement légères.

Autochorie

L'autochorie est un type de dissémination réalisé par la plante elle-même. Les exemples de ce type sont :

- ballochores (Bal) : diaspores sèches ou charnues expulsées par la plante elle-même ;
- barochores (Bar) : diaspores sèches ou charnues, lourdes et indéhiscentes.

II.2.4.4.3. Type de tempéraments

Le tempérament d'une espèce traduit son comportement vis-à-vis de la lumière. Il est lié au microclimat. Hawthorne (1996), définit trois types de microclimat. Les espèces pionnières (P), les espèces non pionnières mais héliophiles (NP) et les espèces tolérantes à l'ombre ou espèces de sous-bois (Sb).

Une formule dite Indice Pionnier a été développée par le même auteur sus cité. Elle se traduit comme suit : $PI = [(Pi + Np) / \text{nombre total d'individus}] \times 100$

Avec Pi = nombre d'individus d'espèces pionnières et Np = nombre d'individus d'espèces non pionnières.

Lorsque PI tend vers 0, il n'y a pas d'espèces pionnières par conséquent pas de perturbation.

Lorsque PI tend vers 100, cela traduit que toutes les espèces sont pionnières, synonyme d'une forêt perturbée ou secondarisée.

L'indice pionnier est un bon indicateur de degré de perturbation ou de dégradation de forêt. Il permet de distinguer les forêts secondaires des forêts matures au seuil de 50 %.

II.2.4.5. Indicateurs floristiques pour la conservation dans ce travail

Les espèces prioritaires se définissent comme étant des espèces ayant une forte valeur pour la conservation telles que les espèces endémiques du Cameroun, les espèces rares ou les espèces menacées d'extinction (Onana, 2013; Onana et Cheek, 2011; Tchouto *et al.*, 2006). Pour la mise en place de cette liste d'espèces prioritaires, nous nous sommes inspirés de la base de données du CBJ, de la liste rouge de l'IUCN (2015) et de la littérature (Aubreville et Leroy, 1961; 1963; Lebrun et Stork, 1991; 1992; 1995; 1997; Letouzey, 1968; 1985b; Onana, 2011; Onana, 2013). En fonction des objectifs recherchés, différentes méthodes d'évaluation de rareté ont été proposées (Victor et Keith, 2004). Dans cette étude, la notion de rareté exprime la possibilité de rencontrer un individu d'une espèce donnée dans chacune des localités où elle est présente, basée sur le nombre de collections d'herbier (Onana, 2013; Thomas, 1998). Il s'agit de ce fait, de la rareté de collecte. Les récoltes visent généralement deux objectifs :

- les collections qualitatives où seuls les individus fertiles sont collectés se limitant souvent à un ou deux individus pour marquer la présence de l'espèce ;
- les collections ciblées où un taxon est particulièrement recherché et dans ce cas, il n'y a récolte de plusieurs spécimens sur le maximum d'individus.

Dans les deux cas, le nombre d'échantillons ne reflète pas la fréquence. Cependant, l'échantillon d'herbier reste la meilleure référence pour la connaissance de la flore et l'utilisation

des collections reste le meilleur moyen vérifiable de la connaissance des plantes (Bebber *et al.*, 2010; Willis *et al.*, 2003).

Dans le cadre de ce travail, la détermination des indicateurs de conservation est faite à partir des données issues des collectes obtenues des 12 parcelles, des résultats des prospections faites dans les deux zones d'études et disponibles à l'Herbier National du Cameroun.

II.2.4.6. Estimation de la biomasse épigée et du carbone

La quantité de carbone représente 47 % de la biomasse selon l'IPCC (2006). Parmi les réserves de carbone décrites par le GIEC (2003) la biomasse aérienne uniquement a été évaluée dans le cadre de cette étude. L'estimation de la biomasse aérienne de chaque arbre a été faite à l'aide de l'équation allométrique de Chave *et al.* (2005) développée pour les forêts tropicales humides en utilisant des données globales multi sites hormis les sites africains. Cependant, ce modèle a montré un bon ajustement aux données obtenues à partir des données d'échantillonnages destructives de divers sites (Chave *et al.*, 2005). En effet, les travaux menés au Cameroun par Fayolle *et al.* (2013) sur un échantillonnage de 138 arbres de diamètres compris entre 5 et 192 cm ont permis d'attester la validité des modèles allométriques de Chave *et al.* (2005) à pouvoir estimer la biomasse des forêts tropicales du Cameroun en particulier et de l'Afrique Centrale en générale. Ainsi, le modèle allométrique de Chave *et al.* (2005) prenant en compte la densité (ρ) et le dbh de l'arbre tel que décrit ci-après a été utilisé dans la présente étude :

$$AGB = \rho * \exp[-1.499 + 2.148 * \ln(\text{dbh}) + 0.207 * (\ln(\text{dbh}))^2 - 0.0281 * (\ln(\text{dbh}))^3]$$

Avec AGB = Biomasse aérienne ; ρ = densité et dbh = diamètre à hauteur de poitrine

Par ailleurs, les densités de bois utilisées dans cette étude proviennent de la base de données développée par Zanne *et al.* (2009). Pour les espèces, dont aucune donnée de densité n'était disponible et selon Chave *et al.* (2006) qui montre qu'au niveau du genre on peut avoir des informations approximativement fiables des valeurs des espèces exceptées quelques genres hypervariables, 74 % de la densité moyenne de toutes les espèces appartenant au même genre trouvé dans la base de donnée de Zanne *et al.* (2009) a été utilisée. Cependant, pour les espèces pour lesquelles aucune valeur des espèces du même genre n'a été trouvée, la valeur par défaut de 0.60 g.cm^{-3} recommandée par Henry *et al.* (2010) a été utilisée.

II.2.5. Analyses statistiques

Dans l'optique de comparer les différents paramètres obtenus au niveau des forêts et des groupements végétaux identifiés, des tests statistiques ont été appliqués.

Concernant, les deux types de forêts atlantiques étudiées, le Welch two t-test est appliqué sur les données obtenues pour les paramètres de diversité floristique, richesse spécifique, données structurales et les stocks de carbone lorsque ces dernières suivent une loi normale. Cependant, dans le cas où les données obtenues ne suivent pas une loi normale alors, le test non paramétrique de Wilcoxon rank avec correction de continuité est appliqué. Pour évaluer la normalité des données, le test de Shapiro-Wilk (Fox, 2005) est appliqué sur les données.

Dans le cas des différents groupements végétaux identifiés, l'analyse de variance (ANOVA) est utilisée pour déceler la présence d'une différence significative entre lesdits groupements végétaux. Lorsque l'ANOVA s'avère significative, le test de Turkey HSD avec un intervalle de confiance de 95 % est utilisé pour déterminer à quel niveau elle se situe.

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS

III.1.1. Caractéristiques et distribution de la végétation

III.1.1.1. Richesse taxonomique

III.1.1.1.1. Forêt d'Okoroba

Les relevés floristiques réalisés au sein des six (06) parcelles permanentes d'un hectare chacune établies dans la forêt d'Okoroba, UFA 11 001 ont permis de recenser 3 436 individus. La flore arborée de cette forêt est riche de 247 espèces, 179 genres et 56 familles.

Dans cette forêt, les Fabaceae-Caesalpinioideae (34 espèces) ont le plus grand nombre d'espèces suivies des Euphorbiaceae (16 espèces), des Annonaceae (15 espèces), des Rubiaceae (15 espèces) et des Meliaceae (12 espèces). En termes d'abondance en individus, on retrouve à nouveau les Fabaceae-Caesalpinioideae (12 %), suivies des Fabaceae-Papilionioideae (11 %), des Euphorbiaceae (6 %), des Flacourtiaceae (6 %) et des Moraceae (6 %) (Fig. 10).

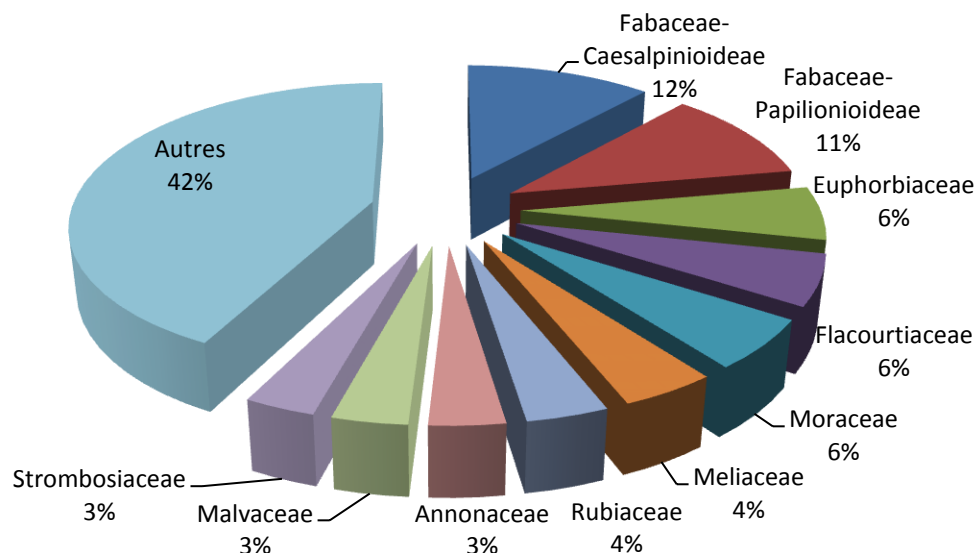


Fig. 10. Familles les plus abondantes en individus de la forêt d'Okoroba.

Les genres les plus importants en termes d'individus sont *Calpocalyx* (7 %), *Homalium* (5 %), *Treculia* (5 %), *Blighia* (3 %) et *Strombosia* (3 %). La figure 11 présente la constitution en individus au niveau générique dans cette forêt.

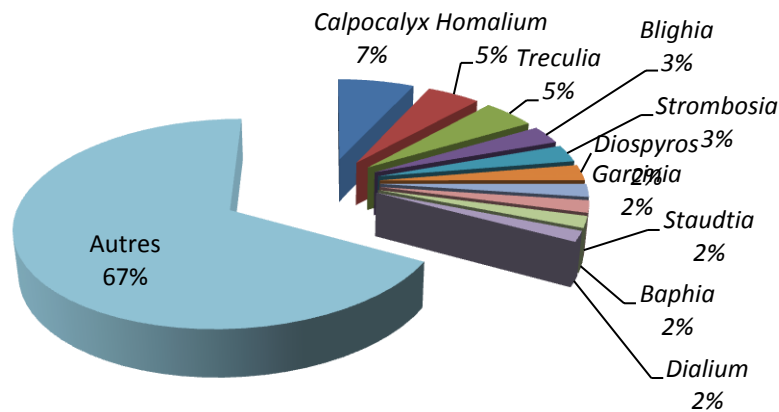


Fig. 11. Contribution des genres en individus de la forêt d'Okoroba.

III.1.1.1.2. Forêt de Yingui

Au total 2 989 individus d'arbres ont été inventoriés dans six (06) parcelles de 1 ha mises en place dans la forêt de Yingui. Cette forêt est riche de 234 espèces, 170 genres et 53 familles.

La famille la plus diversifiée au niveau spécifique est représentée par les Fabaceae-Caesalpinioideae (30 espèces) suivies des Euphorbiaceae (15 espèces), Malvaceae (14 espèces), Meliaceae (14 espèces) et Annonaceae (12 espèces). La contribution en individus par famille présente les Clusiaceae (11 %) en première place, puis les Fabaceae-Caesalpinioideae (7 %), Strombosiaceae (6 %), Olacaceae (6%) et enfin les Euphorbiaceae et Meliaceae (5 %) (Fig. 12).

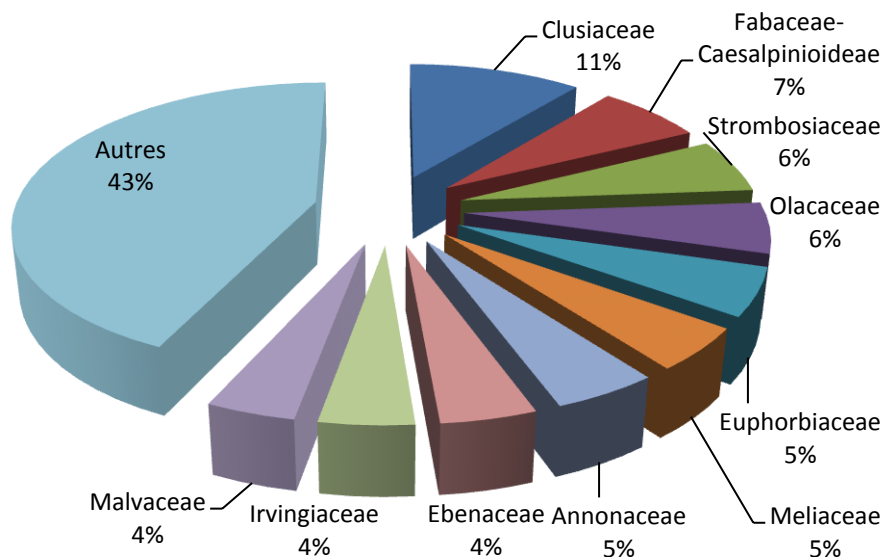


Fig. 12. Familles les plus abondantes en individus de la forêt de Yingui.

Les genres regroupant le nombre d'individus le plus important sont *Garcinia* (10 %), *Strombosia* (5 %), *Diospyros* (4 %), *Phyllocosmus* (4 %), *Drypetes* et *Blighia* (3 %) pour chaque genre. La figure 13 présente la constitution en individus au niveau générique dans la forêt de Yingui.

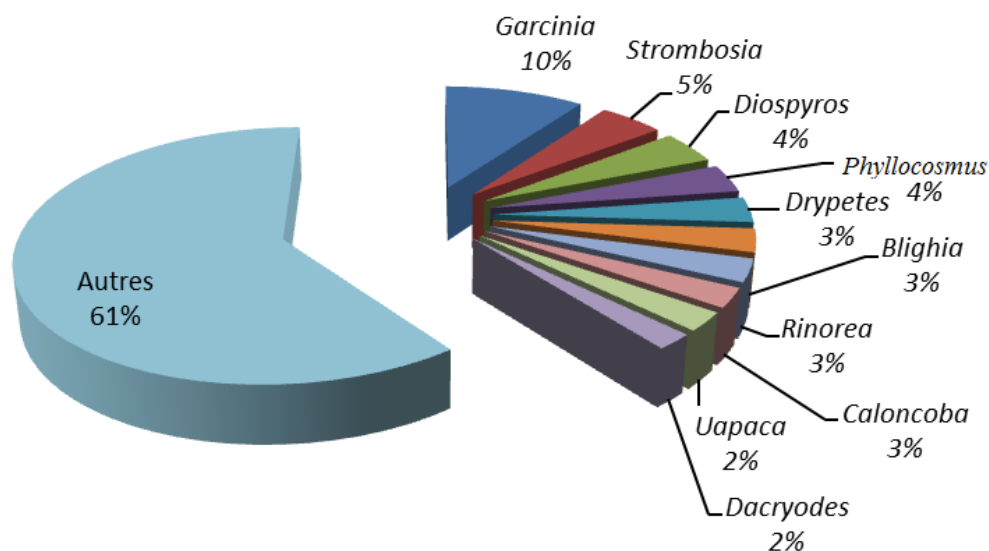


Fig. 13. Contribution des genres en individus de la forêt de Yingui.

III.1.1.1.3. Forêt atlantique

L'inventaire global au niveau des deux sites (forêt d'Okoroba (UFA 11 001) et forêt de Yingui (UFA 00 004)), a permis de recenser 6 425 individus. La flore arborée de ces forêts est établie à 60 familles, 212 genres et 317 espèces.

Les Fabaceae-Caesalpinioideae (43 espèces) ont le plus grand nombre en termes d'espèces, suivies des Annonaceae (21 espèces), des Euphorbiaceae (19 espèces), des Rubiaceae (17 espèces), des Malvaceae (15 espèces) et des Meliaceae (15 espèces). Les familles les plus abondantes en termes d'individus sont les Fabaceae-Caesalpinioideae (9 %), les Clusiaceae (7 %), les Fabaceae-Papilionoideae (6 %), les Euphorbiaceae (6 %) et les Méliaceae (4 %) (Fig. 14).

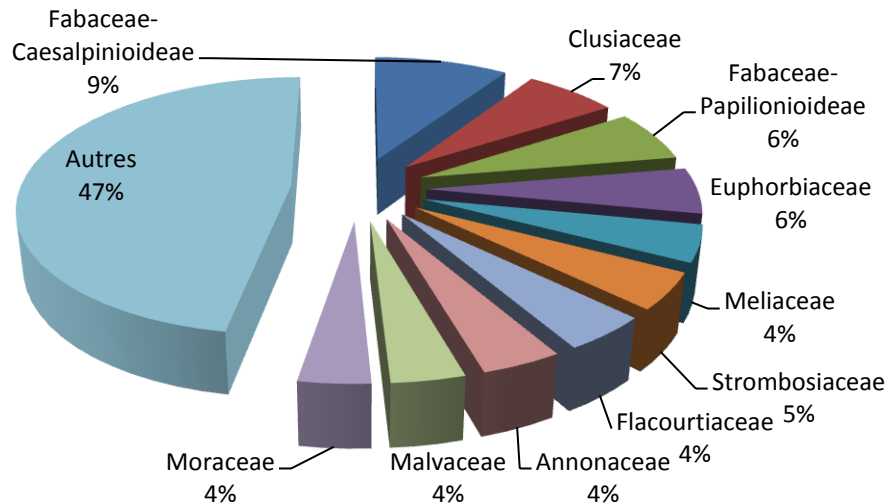


Fig. 14. Famille les plus abondantes en individus de la forêt atlantique.

Les genres ayant le plus grand nombre d'espèces sont *Cola* (9 espèces), *Diospyros* (6 espèces), *Xylopia* (6 espèces), *Entandrophragma* (4 espèces), *Sterculia* (4 espèces) et *Dialium* (4 espèces).

Garcinia (9 %) est le genre le plus riche en individus suivi de *Strombosia* (6 %), *Calpocalyx* (6 %) *Diopyros* (5 %) et *Homalium* (5 %) (Fig. 15).

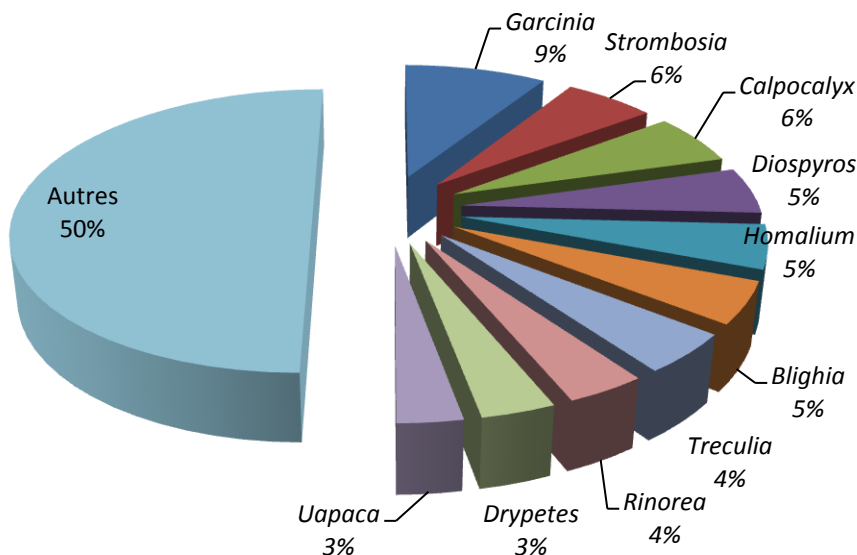


Fig. 15. Contribution des genres en individus de la forêt atlantique.

III.1.1.2. Groupements végétaux identifiés

Partant de la matrice de 12 relevés et 317 espèces recensées, trois groupements ont été mis en évidence sur la base des fréquences relatives des espèces (Fig. 16). Le premier

groupement, constitué des parcelles 1 et 2 situé entre 956-963 m d'altitude appartient au groupement 1, ce groupement se distingue du deuxième groupement situé entre 283-547 m d'altitude et du troisième groupement de basse altitude (190-375 m) sur l'axe 1 qui contribue pour l'essentiel de la variabilité (90,13 %). L'axe 2 exprime environ 7,17 % de la variabilité restante et distingue les trois groupes obtenus. Le groupement 2 est constitué des parcelles (3, 4, 5, 6) tandis que le troisième groupement réunit les parcelles (7, 8, 9, 10, 11, 12) exclusive à la forêt d'Okoroba.

La projection des différents vecteurs sur les deux axes permet d'attribuer à l'altitude sur le premier axe, les parcelles 1 et 2 d'altitude respectives 956 m et 963 m situées dans les étages les plus élevées. La forte teneur en argile (axe 2) et la hauteur importante des précipitations (axe 1) sont corrélées aux parcelles 3 à 6. Enfin, la richesse spécifique et les indices de diversité (H', E et D) des parcelles situées dans la forêt d'Okoroba ont contribué à la distinction des six parcelles (7 à 12) du groupement 3.

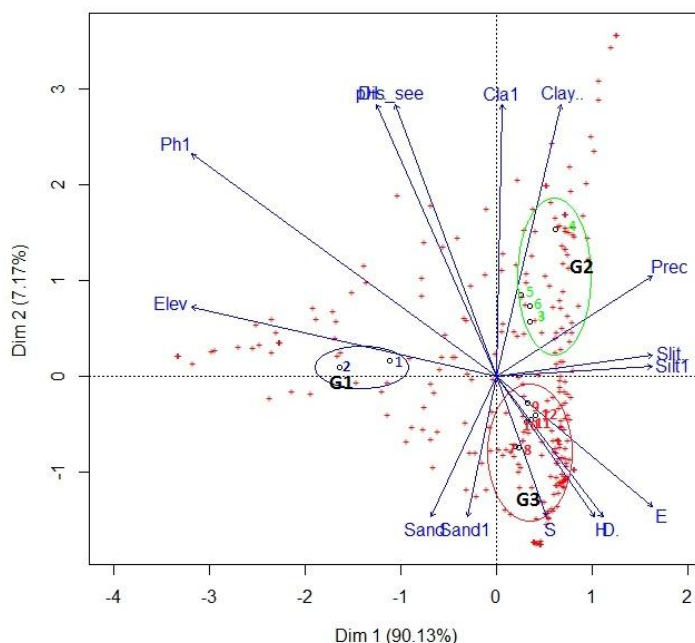


Fig. 16. Représentation des deux premiers axes à l'issue de l'analyse en correspondance montrant la répartition des 12 parcelles d'étude.

Le dendrogramme obtenu à l'issue de l'analyse de clustérisation permet de confirmer les regroupements présentés dans la figure précédente (Fig. 17). Les distances obtenues à l'issue de l'analyse (cf. valeur sur la barre à gauche) indiquent toutefois que parmi les 12 parcelles étudiées, les parcelles 10 et 12 sont les plus proches. Au sein du groupement 2, les parcelles 4 et 6 sont les plus proches ; elles sont par ailleurs plus proches de la parcelle 5 que de la parcelle 3. Dans le groupement 3, les parcelles 9, 10, 11 et 12 se réunissent au sein d'un sous

groupement, cependant, les parcelles 10 et 12 sont plus proches de la parcelle 9 que de la parcelle 11 ; elles sont toutefois rattachées aux parcelles 7 et 8 qui sont assez éloignées de ce sous-groupement.

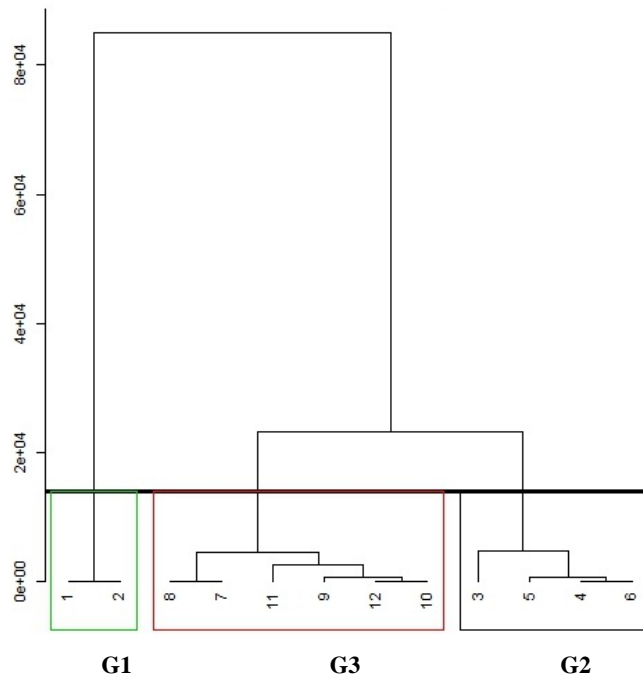


Fig. 17. Dendrogramme issu de l'analyse de clustérisation montrant les affinités entre les 12 parcelles d'étude.

III.1.1.3. Groupements végétaux rencontrés dans les deux forêts

Parmi les trois groupements végétaux rencontrés, les Fabaceae-Caesalpinioideae occupent la première place dans les groupements 2 et 3. Dans le groupement 1, elles interviennent en deuxième position après les Clusiaceae.

Les Fabaceae-Caesalpinioideae, les Euphorbiaceae, les Annonaceae et les Meliaceae sont communes à tous les groupements.

III.1.1.3.1. Groupement 1 (G1)

Les parcelles 1 et 2 appartiennent au groupement 1. Elles se rencontrent entre 956-963 m d'altitude. Les familles les plus importantes en termes d'abondance par ordre décroissant sont les Clusiaceae, les Meliaceae, les Fabaceae-Caesalpinioideae, les Olacaceae, les Euphorbiaceae, les Irvingiaceae (Fig. 18).

La relation entre abondance et dominance relative dans ce groupement présente *Garcinia lucida* comme étant l'espèce la plus abondante suivie de *Uapaca guineensis*, *Klainedoxa microphylla*, *Santiria trimera*, *Garcinia staudtii* (Fig. 19).

Parmi les Clusiaceae, on remarque que *Garcinia lucida* est exclusive au groupement 1 car sa présence n'est signalée dans aucun des deux autres groupements. *Garcinia lucida* est l'espèce discriminante (qui n'est pas présente dans les autres groupements) de ce groupement.

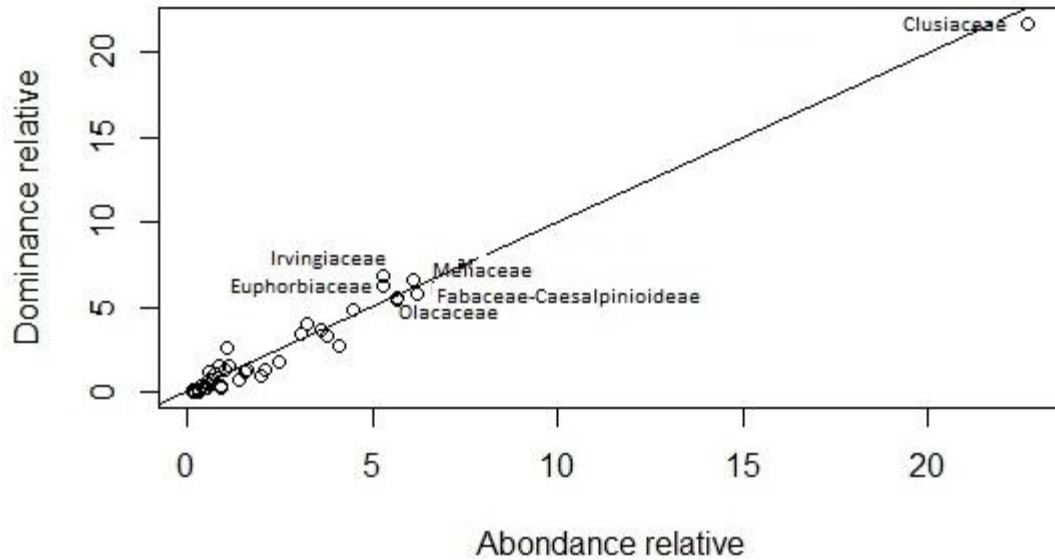


Fig. 18. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 1.

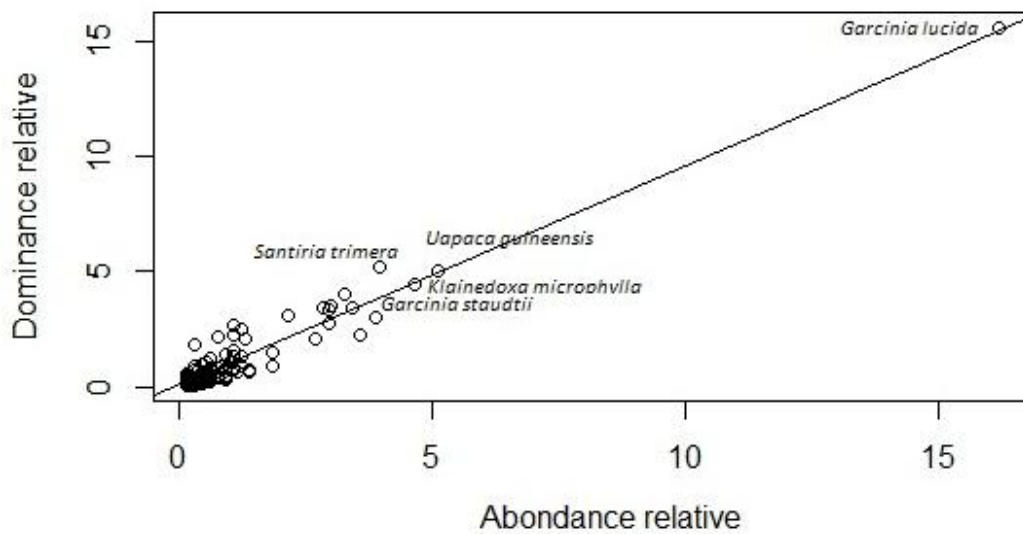


Fig. 19. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 1.

III.1.1.3.2. Groupement 2 (G2)

Ce groupement est constitué des parcelles 3, 4, 5 et 6, situées entre 285-547 m d'altitude. Les Fabaceae-Caesalpinioideae, les Annonaceae, les Strombosiaceae, les Ixonanthaceae, les Malvaceae, les Olacaceae, les Euphorbiaceae, les Ebenaceae, les Violaceae et les Meliaceae sont les familles les plus importantes dans ce groupement (Fig. 20).

La figure présentant la relation entre l'abondance et la dominance relative de ce groupement révèle que *Phyllocosmus calothyrsus*, *Oxystigma oxyphyllum*, *Rinorea* sp. *Diospyros simulans* et *Drypetes* sp. sont les espèces les plus abondantes en termes d'individus (Fig. 21).

Les espèces dominantes de ce groupement en terme de surface terrière sont *Brachystegia mildbraedii*, *Ceiba pentandra*, *Erythroleum ivorense*, *Piptadeniastrum africanum*, *Duboscia macrocarpa* et *Prioria balsamifera*. Ces espèces qui atteignent les hautes cimes de la forêt font partie des émergents de cette dition. Les parcelles faisant partie de ce groupement sont situées à des altitudes moyennes, mais elles sont plus éloignées de la mer que les parcelles du groupement 1 et 3. On note la hauteur de pluies la plus importante au sein des parcelles de ce groupement.

Azelia bipindensis, *Copaifera mildbraedii*, *Talbotiella batesii* sont les espèces discriminantes de ce groupement.

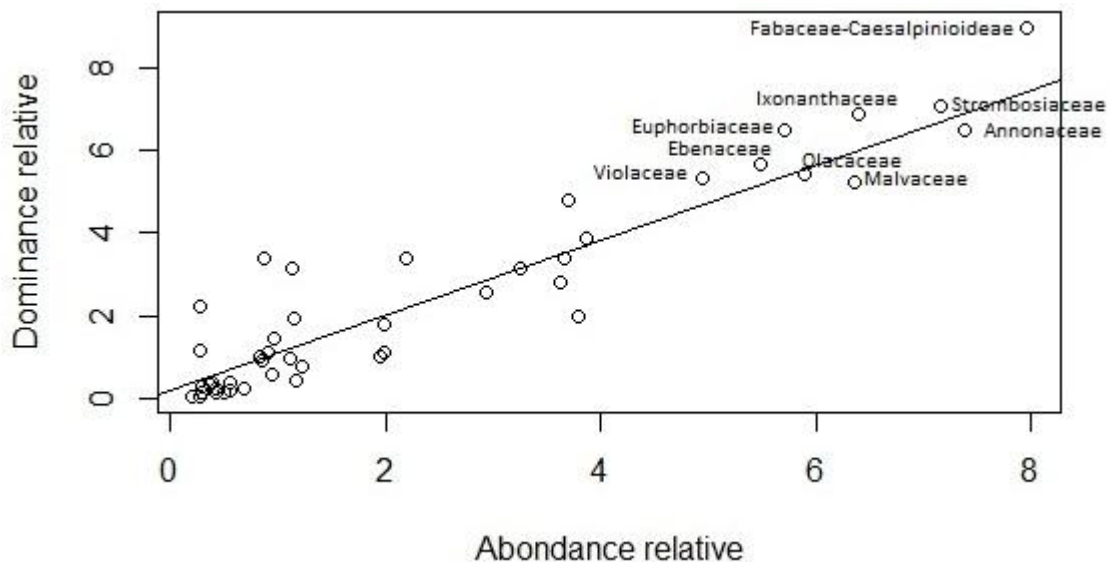


Fig. 20. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 2.

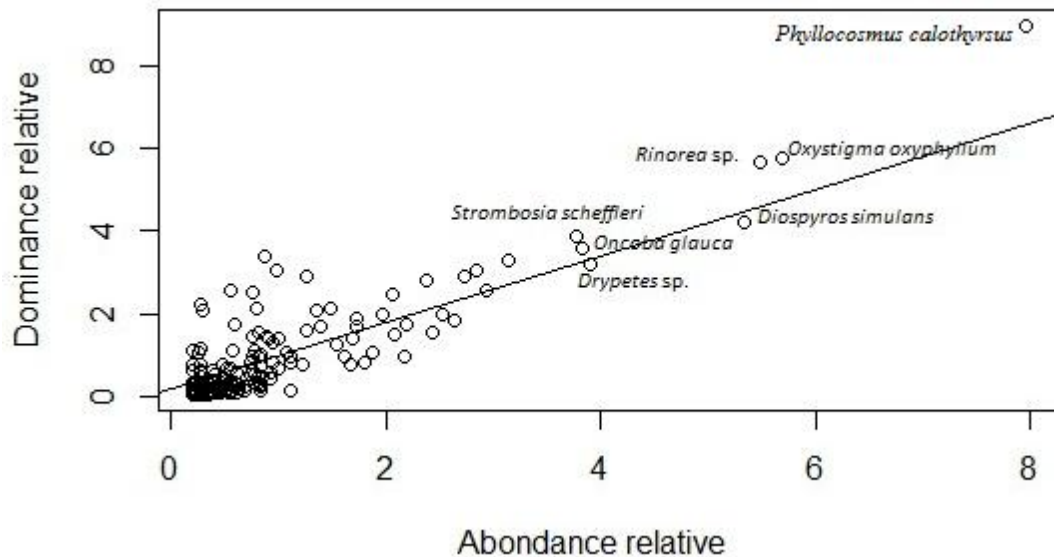


Fig. 21. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 2.

III.1.1.3.3. Groupement 3 (G3)

Dans ce groupement on rencontre les relevés 7, 8, 9, 10, 11, 12. Ils occupent les altitudes les plus basses (190–375 m). Les familles les plus dominantes sont les Fabaceae-Caesalpinioideae, les Fabaceae-Papilionoideae, les Flacourtiaceae, les Meliaceae, les Rubiaceae, les Annonaceae, les Malvaceae, les Fabaceae-Mimosoideae (Fig. 22).

Dans ce groupement, la courbe montrant la relation entre l'abondance et la dominance relative présente *Calpocalyx dinklagei* comme l'espèce ayant le grand nombre d'individus. Elle est suivie de *Treculia obovoidea*, *Parinari hypochrysea*, *Gilbertiodendron dewevrei* et *Oubanguia alata* (Fig. 23). *Microberlinia bisulcata*, *Bikinia letestui*, *Detarium macrocarpum*, *Pycnanthus angolensis*, *Canarium schweinfurthii*, *Vitex rivularis* et *Daniellia ogea* sont les espèces dominantes de ce groupement en termes de surface terrière.

Les parcelles de ce groupement sont situées à des basses altitudes et sont plus proches de la mer. Les parcelles constituant ce groupement sont plus arrosées que celles des autres groupements.

Calpocalyx dinklagei, *Dialium tessmanii*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Stachyothyrsus staudtii* sont les espèces discriminantes de ce groupement.

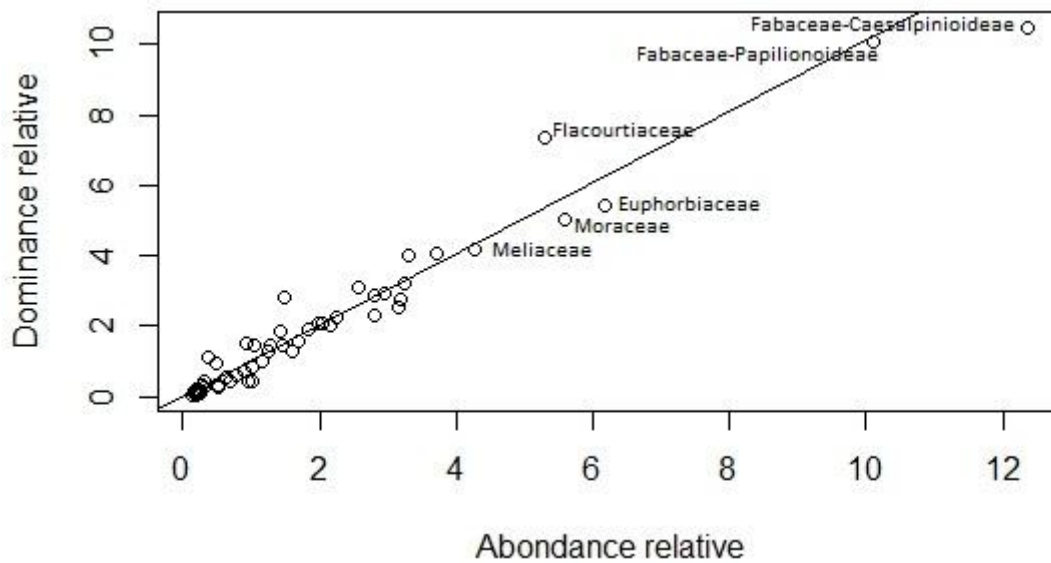


Fig. 22. Relation entre l'abondance et la dominance relative des familles dans le groupement 3.

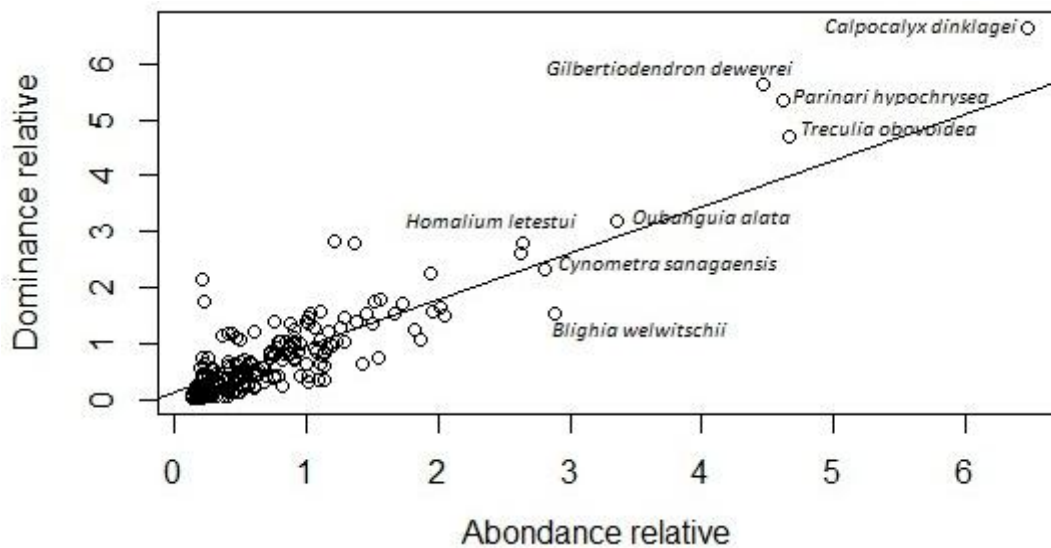


Fig. 23. Relation entre l'abondance relative et la dominance relative des espèces dans le groupement 3.

III.1.2. Richesse spécifique et diversité

Le nombre total d'espèces obtenues dans la forêt d'Okoroba est de 247 tandis qu'il est de 234 espèces dans la forêt de Yingui. Cette richesse est comparée à la courbe de raréfaction aire-espèce généralement utilisée dans les inventaires échantillonnant la même superficie. Cette courbe tend à s'aplanir après une ascension plus ou moins rapide (Fig. 24).

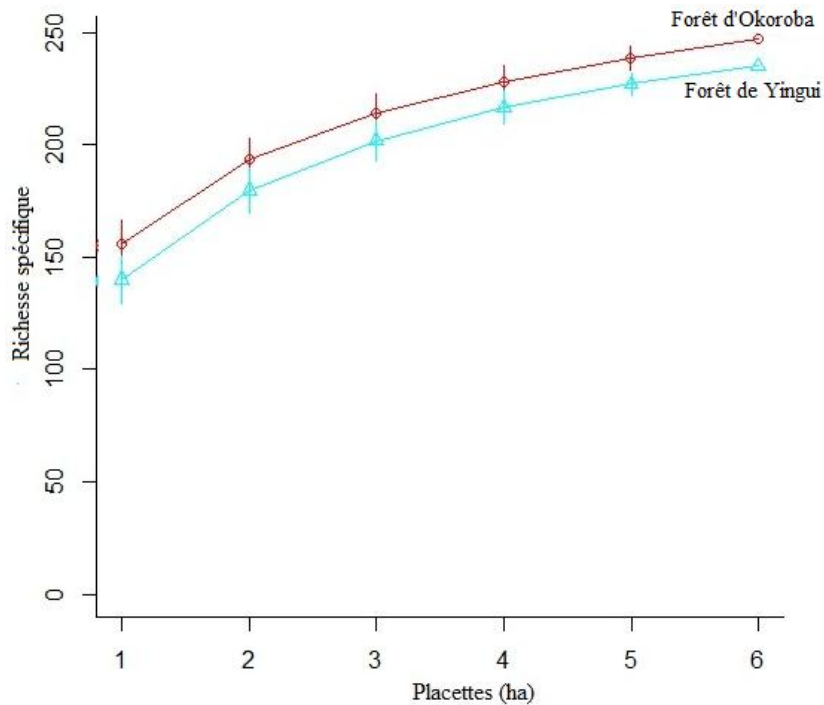


Fig. 24. Courbe d'accumulation aire-espèces des forêts d'Okoroba et de Yingui.

La moyenne des espèces recensées dans les forêts de Yingui est de $95,50 \pm 10,13$ tandis que dans les forêts d'Okoroba, elle est de $119,20 \pm 9,13$. Le test de Wilcoxon rank a montré une différence significative entre les deux forêts ($P = 0,008$). L'indice de Shannon Weaver (H') varie de 3,6 à 4,3 dans les forêts de Yingui et de 4 à 4,4 dans les forêts d'Okoroba. Le même test appliqué présente une différence significative entre les deux sites ($P = 0,02$) (Tableau VI)

La diversité réelle (D') entre les forêts varie de $47,77 \pm 9,27$ espèces. ha^{-1} dans les forêts de Yingui à $66,85 \pm 10,82$ espèces. ha^{-1} dans les forêts d'Okoroba.

Le test Welch two sample utilisé pour l'analyse statistique des résultats de l'indice de Simpson (D) et de la diversité Fisher α entre les forêts d'Okoroba et de Yingui a présenté une différence significative ($P = 0,02$; $P = 0,048$) (Tableau VI).

Le nombre moyen d'espèces obtenu dans les trois groupements est relativement semblable à celui obtenu dans les deux types de forêts. On peut se rendre à l'évidence de l'appartenance des groupements 1 et 2 à la forêt de Yingui et du groupement 3 à la forêt d'Okoroba. Ainsi, dans le G3 le nombre moyen d'espèces est de $119,17 \pm 9,13$ tandis qu'il est de $100,50 \pm 17,68$ dans le G1 et de $93,00 \pm 6,48$ dans le G2.

La richesse spécifique observée varie significativement entre les groupements 2 et 3 d'après l'analyse de variance suivie du test de Turkey ($P = 0,0066$). Cependant, entre les groupements 1 et 2, en dépit de la relative variabilité observée, aucune différence significative

n'a été révélée. L'indice moyen de diversité de Shannon est de $3,79 \pm 0,29$ dans le groupement 1, de $3,88 \pm 0,18$ dans le groupement 2 et de $4,19 \pm 0,16$ dans le groupement 3.

Tableau VI. Récapitulatif des indices de diversités observés dans les deux types de forêts.

Paramètres	Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui	P.value
Richesse spécifique (S)	$119,20 \pm 9,13$	$95,50 \pm 10,13$	0,008*
Equitabilité de Pielou (E)	$0,88 \pm 0,02$	$0,84 \pm 0,03$	0,09*
Shannon Weaver (H)	$4,19 \pm 0,16$	$3,85 \pm 0,20$	0,02*
Indice de Simpson (D)	$0,95 \pm 0,02$	$0,96 \pm 0,20$	0,048
Fisher alpha (α)	$69,08 \pm 1,04$	$58,61 \pm 9,50$	0,02
Diversité réelle (D')	$66,85 \pm 10,82$	$47,77 \pm 9,27$	0,016*

*Les P.values ont été calculés à l'aide du test de Wilcoxon rank avec correction de continuité. Les autres P values ont été obtenues à l'aide du Welch two sample t-test.

L'ANOVA suivi du test de Turkey montre comme dans le cas de la richesse spécifique une différence significative entre les groupements 2 et 3 et non entre les groupements 1 et 2. Comme observé dans le cadre de la richesse spécifique et de la diversité de Shannon, l'indice α de Fisher et la diversité réelle (D) ont montré une différence significative seulement entre les groupements 2 et 3 (Tableau VII).

Tableau VII. Récapitulatif des indices de diversités observés dans les trois groupements.

Paramètres	Groupement 1	Groupement 2	Groupement 3	P.value
Richesse spécifique (S)	$100,50 \pm 17,68^{ab}$	$93,00 \pm 6,48^a$	$119,17 \pm 9,13^b$	0,0066
Equitabilité de Pielou (E)	$0,821 \pm 0,02^a$	$0,85 \pm 0,03^a$	$0,88 \pm 0,03^a$	0,104
Shannon Weaver (H)	$3,79 \pm 0,29^a$	$3,88 \pm 0,18^a$	$4,19 \pm 0,16^b$	0,0339
Indice de Simpson (D)	$0,95 \pm 0,02^a$	$0,96 \pm 0,2^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	0,12
Fisher alpha (α)	$47,87 \pm 9,16^a$	$63,99 \pm 2,64^b$	$69,07 \pm 1,03^b$	0,0001
Diversité réelle (D')	$45,23 \pm 13,24^a$	$49,04 \pm 8,86^a$	$66,86 \pm 10,81^b$	0,034

Les lettres différentes sur la même ligne indiquent une différence significative entre les groupements à $p < 0,05$.

La courbe d'accumulation aire-espèce de la forêt atlantique (forêt d'Okoroba et forêt de Yingui) présente une allure similaire à celle obtenue dans chaque forêt prise séparément (Fig. 25).

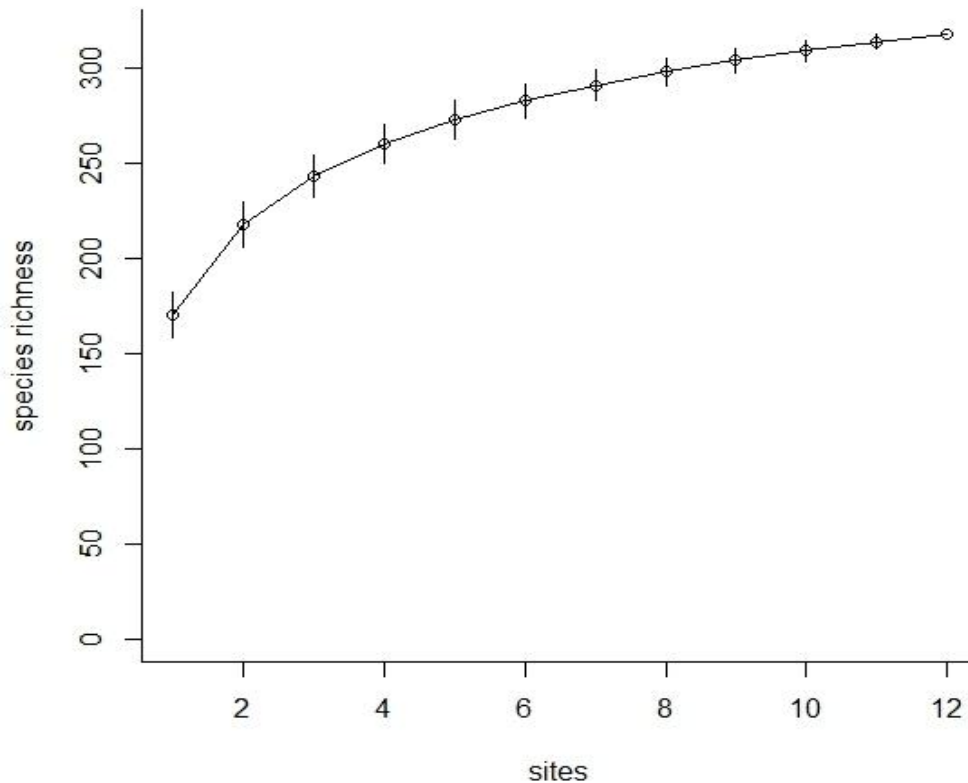


Fig. 25. Courbe d'accumulation aire-espèces appartenant aux 12 parcelles inventoriées.

III.1.3. Structure de la végétation

III.1.3.1. Indices de structure

III.1.3.1.1. Forêt d'Okoroba

Dans la forêt d'Okoroba, neuf (09) familles sont écologiquement importantes en termes de *Family Importance Value Index* (FIV > 10). Par ordre décroissant d'importance, on peut citer les Fabaceae-Caesalpinioideae (FIV = 35,91), les Fabaceae-Caesalpinioideae (FIV = 25,69), les Euphorbiaceae (FIV = 17,47), les Moraceae (FIV = 14,83), les Flacourtiaceae (FIV = 14,13), les Meliaceae (FIV = 13,99), Rubiaceae (FIV = 12,42), Annonaceae (FIV = 11,67), Malvaceae (FIV = 10,79) (Tableau VIII).

En termes de *Importance Value Index* (IVI), vingt-une (21) espèces appartenant à cette forêt sont écologiquement importantes (IVI > 10). Parmi elles, les cinq (05) espèces les plus importantes sont *Calpocalyx dinklagei* (IVI = 46,89), *Treculia obovoidea* (IVI = 33,82), *Parinari hypochrysea* (IVI = 32,50), *Gilbertiodendron dewevrei* (IVI = 29,88) et *Oubanguia alata* (IVI = 22,57) (Tableau IX).

Tableau VIII. Dix espèces les plus importantes en termes de FIV dans la forêt d'Okoroba.

Familles	Diversité Relative (%)	Densité Relative (%)	Dominance Relative (%)	FIVI
Fabaceae-Caesalpinioideae	13,04	12,38	10,49	35,91
Fabaceae-Papilionoideae	5,48	10,12	10,09	25,69
Euphorbiaceae	5,88	6,19	5,4	17,47
Moraceae	2,2	5,3	7,33	14,83
Flacourtiaceae	3,5	5,6	5,03	14,13
Meliaceae	5,56	4,26	4,16	13,99
Rubiaceae	4,67	3,71	4,04	12,42
Annonaceae	5,71	3,19	2,77	11,67
Malvaceae	3,46	3,3	4,03	10,79
Fabaceae-Mimosoideae	4,47	2,23	2,25	8,96

Tableau IX. Dix espèces les plus importantes en termes d'IVI dans la forêt d'Okoroba.

Noms scientifiques	Dominance Relative (%)	Densité Relative (%)	Fréquence Relative (%)	IVI
<i>Calpocalyx dinklagei</i>	6,65	6,48	33,76	46,89
<i>Treculia obovoidea</i>	5,63	4,46	23,72	33,82
<i>Parinari hypochrysea</i>	5,33	4,62	22,55	32,5
<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	4,68	4,67	20,54	29,88
<i>Oubanguia alata</i>	3,18	3,36	16,03	22,57
<i>Blighia welwitschii</i>	2,31	2,81	14,58	19,7
<i>Cynometra sanagaensis</i>	1,55	2,88	14,75	19,18
<i>Homalium letestui</i>	2,63	2,62	13,33	18,58
<i>Elaeis guineensis</i>	2,81	2,64	11,67	17,12
<i>Homalium</i> sp.	1,66	2,02	10	13,68

III.1.3.1.2. Forêt de Yingui

Au niveau de la forêt de Yingui, le même nombre (09) d'espèces écologiquement importantes (FIV>10) obtenu dans la forêt d'Okoroba est retrouvé dans ce site. Ces familles sont les Clusiaceae (FIV =28,14), Fabaceae-Caesalpinioideae (FIV = 22,15), Olacaceae (FIV = 16,96), Euphorbiaceae (FIV = 16,88), Meliaceae (FIV = 15,58), Strombosiaceae (FIV = 15,50), Annonaceae (FIV = 15,25), Irvingiaceae (FIV =13,03) et Malvaceae (FIV = 11,51) (Tableau X).

Tableau X. Dix espèces les plus importantes en termes de FIV de la forêt de Yingui.

Familles	Diversité Relative (%)	Densité Relative (%)	Dominance Relative (%)	FIVI
Clusiaceae	4,03	12,35	11,76	28,14
Fabaceae-Caesalpinioideae	9,64	6,52	5,99	22,15
Olacaceae	4,69	6,03	6,24	16,96
Euphorbiaceae	5,71	5,57	5,6	16,88
Meliaceae	5,65	4,9	5,04	15,58
Strombosiaceae	3,69	5,83	5,97	15,5
Annonaceae	6,33	4,5	4,42	15,25
Irvingiaceae	3,77	4,45	4,81	13,03
Malvaceae	4,04	3,63	3,84	11,51
Flacourtiaceae	4,47	2,87	2,46	9,8

S'agissant des espèces, dix-sept (17) sont écologiquement importantes en termes d'IVI dans la forêt de Yingui. Les cinq (05) espèces les plus importantes par ordre décroissant sont *Garcinia lucida* (IVI = 116,83), *Phyllocosmus calothyrsus* (IVI = 61,60), *Klainedoxa microphylla* (IVI = 43,14), *Oxystigma oxyphyllum* (IVI = 40,31) et *Rinorea* sp. (IVI = 36,41) (Tableau XI).

Tableau XI. Dix espèces les plus importantes en termes d'IVI des forêts étudiées.

Familles	Diversité Relative (%)	Densité Relative (%)	Dominance Relative (%)	IVI
<i>Garcinia lucida</i>	15,63	16,2	85	116,8
<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	8,99	7,97	44,64	61,6
<i>Klainedoxa microphylla</i>	4,4	4,65	34,09	43,14
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	5,75	5,69	28,87	40,31
<i>Rinorea</i> sp.	5,69	5,48	25,24	36,41
<i>Diospyros simulans</i>	4,19	5,33	26,77	36,29
<i>Santiria trimera</i>	5,16	3,95	25,36	34,48
<i>Garcinia staudtii</i>	2,26	3,57	26,14	31,96
<i>Uapaca guineensis</i>	2,93	2,94	18,27	24,14
<i>Blighia welwitschii</i>	3	3,17	17,93	24,1

III.1.3.1.3. Forêt atlantique

De façon générale, en mettant ensemble les résultats obtenus de la forêt d'Okoroba et de Yingui, la famille des Fabaceae-Caesalpinioideae est écologiquement la plus importante en termes de FIV (26,74). Elle est suivie de la famille des Clusiaceae (FIV = 21,37), des Euphorbiaceae (FIV = 17,08), des Meliaceae (FIV = 15,05), des Annonaceae (FIV = 14,06),

des Strombosiaceae (FIV = 13,02) des Olacaceae (FIV = 12,89), des Fabaceae-Papilionoideae (FIV = 12,73), des Malvaceae (FIV = 11,27) et des Flacourtiaceae (FIV = 11,25) (Tableau XII).

Parmi les trois groupements, la famille des Clusiaceae est présentée comme étant la plus importante écologiquement (FIV = 50,62) dans le G1. Elle est suivie des Fabaceae-Caesalpinioideae représentées dans les G3 (FIV =35,91), G2 (FIV =23,79) et G1 (FIV = 20,51).

Tableau XII. Liste des 10 premières familles les plus importantes (en astérisque) en termes de FIV dans les trois groupements végétaux.

Familles	FIVI global	G1	G2	G3
Fabaceae-Caesalpinioideae	26,74*	20,51*	23,79*	35,91*
Clusiaceae	21,37*	50,62*	5,66	7,82
Euphorbiaceae	17,08*	16,54*	17,22*	17,47*
Meliaceae	15,05*	19,32*	11,85*	13,99*
Annonaceae	14,06*	11,88*	18,62*	11,67*
Strombosiaceae	13,02*	12,96*	18,04*	8,05
Olacaceae	12,89*	16,65*	17,27*	4,75
Fabaceae-Papilionoideae	12,73*	3,89	8,61	25,69*
Malvaceae	11,27*	5,2	17,81*	10,79*
Flacourtiaceae	11,25*	8,88	10,73	14,13*
Irvingiaceae	10,86	15,81*	10,25	6,53
Anacardiaceae	9,90	14,63*	3,39	11,67
Ixonanthaceae	9,77	1,52	18,02*	---
Moraceae	9,24	4,56	8,34	14,83*
Apocynaceae	8,74	---	9,78	7,69
Violaceae	8,69	---	12,25*	5,12
Ebenaceae	8,65	4,33	13,44*	8,17
Myristicaceae	8,11	5,56	10,9	7,86
Rubiaceae	7,72	3,63	7,12	12,42*
Putranjivaceae	6,91	5,88	9,37	5,47
Sapindaceae	6,74	9,38*	6,59	5,96
Fabaceae-Mimosoideae	6,16	5,09	4,42	8,96*

Les résultats de l'inventaire global révèlent que *Garcinia lucida* est écologiquement l'espèce la plus importante en termes d'IVI (IVI = 116,83). Elle est suivie de *Phyllocosmus calothyrsus* (IVI = 61,60), *Calpocalyx dinklagei* (IVI = 46,89), *Klainedoxa microphylla* (IVI = 43,14), *Oxystigma oxyphyllum* (IVI = 40,31), *Parinari hypochrysea* (IVI = 32,50), *Blighia welwitschii* (IVI = 22, 63), *Rinorea* sp. (IVI = 21,90), *Diospyros simulans* (IVI = 20,90) et *Uapaca guineensis* (IVI = 19,31) (Tableau XIII).

L'ordre d'importance en termes d'IVI dans les groupements est le même observé au niveau de l'inventaire global des deux forêts (Tableau XIII).

Tableau XIII. Liste des dix premières espèces les plus importantes (en astérisque) en termes d'IVI dans les trois groupements.

Noms scientifiques	G 1	G 2	G 3	IVI global
<i>Garcinia lucida</i>	116,83*	--	--	116,83*
<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	--	61,60*	--	61,60*
<i>Calpocalyx dinklagei</i>	--	--	46,89*	46,89*
<i>Klainedoxa microphylla</i>	43,14*	--	--	43,14*
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	--	40,31*	--	40,31*
<i>Parinari hypochrysea</i>	--	--	32,50*	32,50*
<i>Blighia welwitschii</i>	28,88*	19,32*	19,70*	22,63*
<i>Rinorea</i> sp.	--	36,41*	07,39	21,90*
<i>Diospyros simulans</i>	--	36,29*	05,23	20,76*
<i>Uapaca guineensis</i>	43,16*	05,12	09,64	19,31*
<i>Oubanguia africana</i>	28,45*	03,94	22,57*	18,32
<i>Garcinia mannii</i>	26,81*	11,90	11,89	16,87
<i>Garcinia staudtii</i>	31,96*	--	01,56	16,76
<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	--	03,12	29,88*	16,50
<i>Drypetes</i> sp.	09,68	26,35*	10,49	15,51
<i>Santiria trimera</i>	34,48*	02,00	08,55	15,01
<i>Treculia obovoidea</i>	07,94	02,40	33,82*	14,72
<i>Greenwayodendron suaveolens</i>	--	20,05*	08,32	14,19
<i>Sorindeia grandifolia</i>	31,14*	04,30	04,96	13,47

<i>Lepidobotrys staudtii</i>	31,17*	03,55	03,17	12,63
<i>Cynometra sanagaensis</i>	04,01	--	19,18*	11,60
<i>Oncoba glauca</i>	05,81	23,15*	01,69	10,22
<i>Elaeis guineensis</i>	--	02,56	17,12*	09,84
<i>Strombosia scheffleri</i>	04,34	22,22*	01,69	09,42
<i>Homalium letestui</i>	04,55	04,73	18,58*	09,29
<i>Diogoa zenkeri</i>	03,90	22,00*	01,51	09,14
<i>Homalium sp.</i>	06,72	03,79	13,68*	08,06

III.1.3.2. Structure spatialisée de la végétation

Les résultats des densités obtenus indiquent des valeurs les plus élevées (493-761 individus ha⁻¹) dans les forêts d'Okoroba par rapport à celles de Yingui (358-645 individus ha⁻¹). Le test de Turkey n'indique pas une différence significative bien que l'on observe une diminution du nombre d'individus lorsqu'on passe des forêts d'Okoroba aux forêts de Yingui.

Par ailleurs, en ce qui concerne la famille des Arecaceae, on note une valeur de 9 contre 1 individu par ha échantillonnés respectivement pour les forêts d'Okoroba et de Yingui. (Tableau XIV).

Le nombre moyen d'individus inventoriés dans les forêts d'Okoroba occupe une surface terrière de 32,35 ± 05,13 m²ha⁻¹ et présente un dhp moyen de 22,19 ± 00,86 cm. Ces résultats presque similaires à ceux obtenus dans les forêts de Yingui avec une surface terrière de 31,69 ± 06,37 m²ha⁻¹ et présente un dhp moyen de 23,56 ± 02,08 cm (Tableau XIV).

Tableau XIV. Récapitulatif des données structurales par types de forêts (densité, dhp moyen, surface terrière).

Type de Forêt	Nombre moyen d'individus par ha			Dhp moyen en cm	Surface terrière (m ² h ⁻¹)	Altitude (m)
	Arbres	Palmiers	Total			
Forêt d'Okoroba	564	09	573±102	22,19±00,86	32,35±05,13	190-375
Forêt de Yingui	497	01	498±126	23,56±02,08	31,69±06,37	285-963
Forêts Atlantiques	531	05	535±115	22,88±01,68	32,02±05,53	190-963

Cependant, ce résultat n'est plus vérifié lorsqu'on tient compte des différents groupements de la végétation car le groupement 3 correspondant à la forêt d'Okoroba de basse altitude présente la plus faible densité par rapport aux deux autres groupements appartenant à la forêt de Yingui et respectivement au groupement 1 de haute altitude et au groupement 2 de moyenne altitude (Tableau XV). En effet, le test de Turkey montre une différence significative entre les G1 et G2 constitutifs des placettes de la forêt de Yingui ($P < 0,02$). Par contre, aucune différence significative n'est observée entre les G1 et G3 d'une part et entre les G2 et G3 d'autre part.

Au niveau des groupements, le nombre moyen d'individus inventoriés dans le G1 occupe la surface terrière la plus élevée ($33,34 \pm 4,92 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) avec le plus faible dhp moyen ($21,94 \pm 1,21 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$). A l'inverse, le G2 présente la plus faible surface terrière ($30,87 \pm 7,54 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) et le dhp moyen le plus élevé ($24,37 \pm 2,03 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$) (Tableau XV).

Tableau XV. Récapitulatif des données structurales par groupement (densité, dhp moyen, surface terrière).

Groupements végétaux	Nombre de parcelles	Nombre moyen d'individus par ha	Dhp moyen	Surface terrière	Altitude (m)
G1	2	645 ± 0^b	$21,94 \pm 1,21$	$33,34 \pm 4,92$	956-963
G2	4	425 ± 69^a	$24,37 \pm 2,03$	$30,87 \pm 7,54$	285-547
G3	6	573 ± 102^{ab}	$22,19 \pm 0,86$	$32,35 \pm 5,13$	190-375
Moyenne	12	$535,42 \pm 115,85$	$22,88 \pm 1,68$	$32,02 \pm 5,53$	190-963

III.1.3.3. Répartition de la structure de la végétation par classe de diamètre

Les individus sont répartis en trois classes de diamètre ($10 \leq \text{dhp} < 30 \text{ cm}$ (CL1), $30 \leq \text{dhp} < 50 \text{ cm}$ (CL2) et de $\text{dhp} \geq 50 \text{ cm}$ (CL3)) dans les forêts d'Okoroba et de Yingui.

Au niveau de la forêt d'Okoroba on a 465 ± 91 individus par ha pour une surface terrière de $10,87 \pm 2,38 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, 77 ± 17 individus par ha pour une surface terrière de $8,75 \pm 1,79 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ et enfin 31 ± 12 individus par ha pour une surface terrière de $13,80 \pm 6,18$ respectivement pour la CL1, CL2 et CL3 (Fig. 26).

Au sein de la forêt de Yingui, on obtient 393 ± 107 individus par ha pour une surface terrière de $9,52 \pm 2,70 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, 74 ± 22 individus par ha pour une surface terrière de $8,37 \pm 2,33 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ et enfin 31 ± 12 individus par ha pour une surface terrière de $13,80 \pm 6,18$ respectivement pour la CL1, CL2 et CL3 (Fig. 26).

Dans l'ensemble des placettes étudiées, la densité des individus de la CL1 représente 80 % de la densité totale suivie de 14 et 6 % respectivement pour les classes CL2 et CL3. Cependant, on observe une distribution contraire lorsqu'il s'agit de l'occupation de la surface terrière des individus inventoriés. Ainsi, les individus de la CL3 occupent $13,27 \pm 4,60 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ suivis des individus de la CL1 avec $10,20 \pm 2,53 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ et enfin les individus de la CL2 avec $8,56 \pm 1,99 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (Fig. 25).

La distribution des individus par classe de diamètre au niveau des forêts atlantiques de manière générale et spécifiquement au niveau des forêts d'Okoroba et de Yingui présente une allure en L caractérisant les forêts stables, moins perturbées avec une bonne régénération.

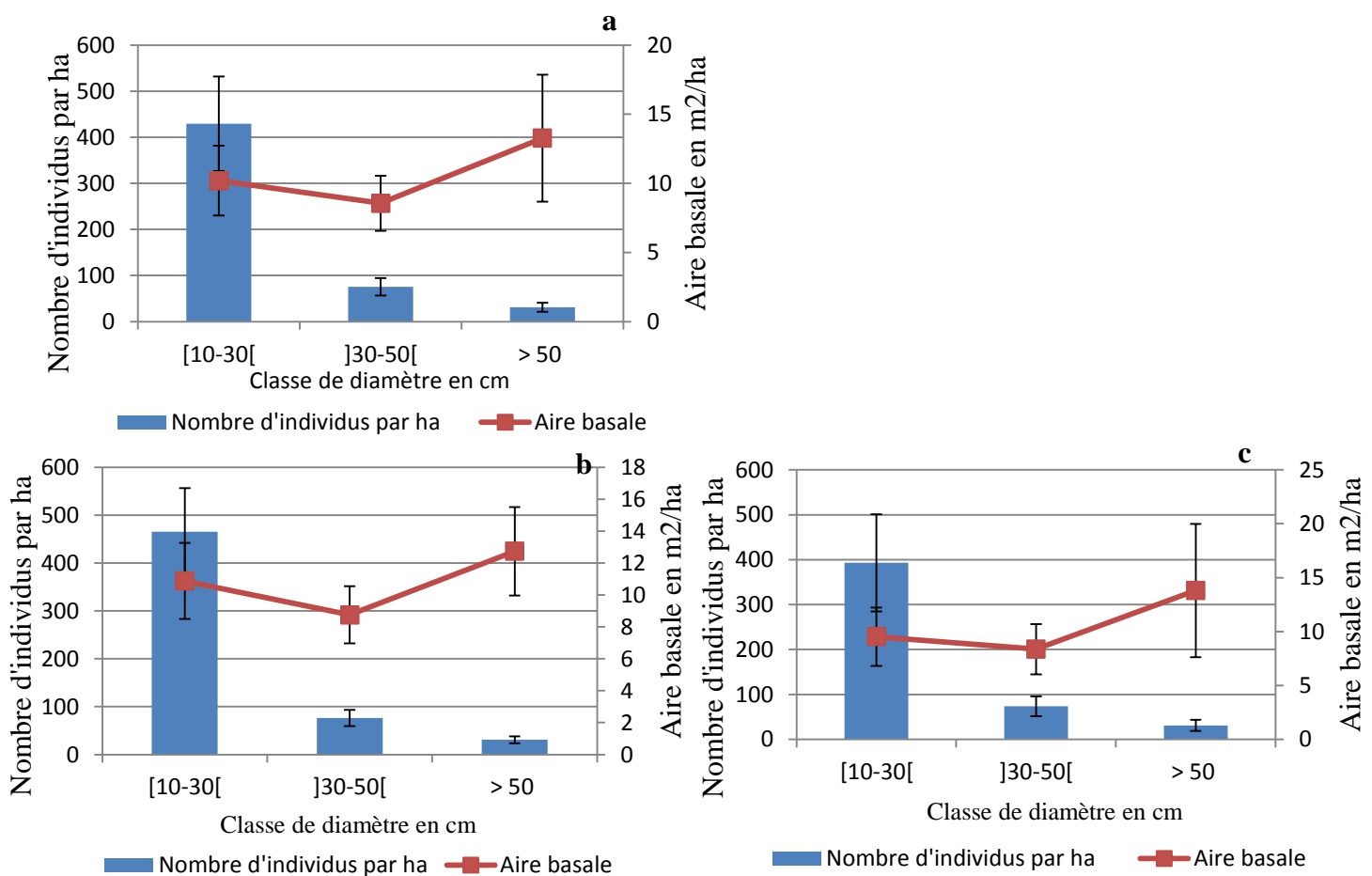


Fig. 26. Distribution des individus ainsi que leur aire basale par classe de diamètre : a. Forêt atlantique ; b. Forêt d'Okoroba et c. Forêt de Yingui.

La distribution des individus par classe de diamètre pour les différents groupements végétaux présente également une allure en forme de L (Fig. 27a) tel que décrit précédemment. Tandis que la distribution de la surface occupée par ces individus varie de manière différente au sein des groupements. La densité des individus ainsi que la surface terrière correspondante

varient par classe de diamètre et par groupement. La CL1 présente les valeurs les plus élevées de manière générale au niveau des trois groupements. Pour cette classe de diamètre, le groupement G1 de haute altitude présente le plus grand nombre d'individus par ha avec 518 ± 13 pour une surface terrière correspondante de $12,42 \pm 0,07 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ suivi du groupement G3 de basse altitude avec 465 ± 91 individus par ha pour une surface terrière de $10,87 \pm 2,38 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ et enfin le groupement G2 de moyenne altitude avec 331 ± 61 individus par ha pour une surface terrière correspondante de $8,08 \pm 1,94$ (Fig. 27 b, c et d).

Pour la CL2, le G1 vient toujours en tête avec le plus grand nombre d'individus par ha soit 100 ± 4 individus par ha pour une surface terrière correspondante de $11,22 \pm 0,59 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. Il est suivi du G3 de basse altitude avec 77 ± 17 individus par ha pour une surface terrière de $8,75 \pm 1,79 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$. Le G2 vient en dernière position avec 58 ± 12 individus par ha pour une surface terrière correspondante de $6,94 \pm 0,91$ (Fig. 27 b, c et d).

Pour la CL3, le G2 présente le plus grand nombre d'individus par ha soit 33 ± 16 pour une surface terrière correspondante de $15,86 \pm 6,07 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ suivi du G3 de basse altitude avec 31 ± 7 individus par ha pour une surface terrière de $12,74 \pm 2,77 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ et enfin le G1 de haute altitude avec 27 ± 5 individus par ha pour une surface terrière correspondante de $9,70 \pm 5,47$ (Fig. 27 b, c et d).

S'agissant des individus de gros diamètre, trois individus de $d_{hp} \geq 140$ cm ont été recensés dans les G2 et G3. Ces espèces sont réparties comme suit : *Brachystegia mildbraedii* et *Ceiba pentandra*, dans le G2 et *Microberlinia bisulcata* dans le G3.

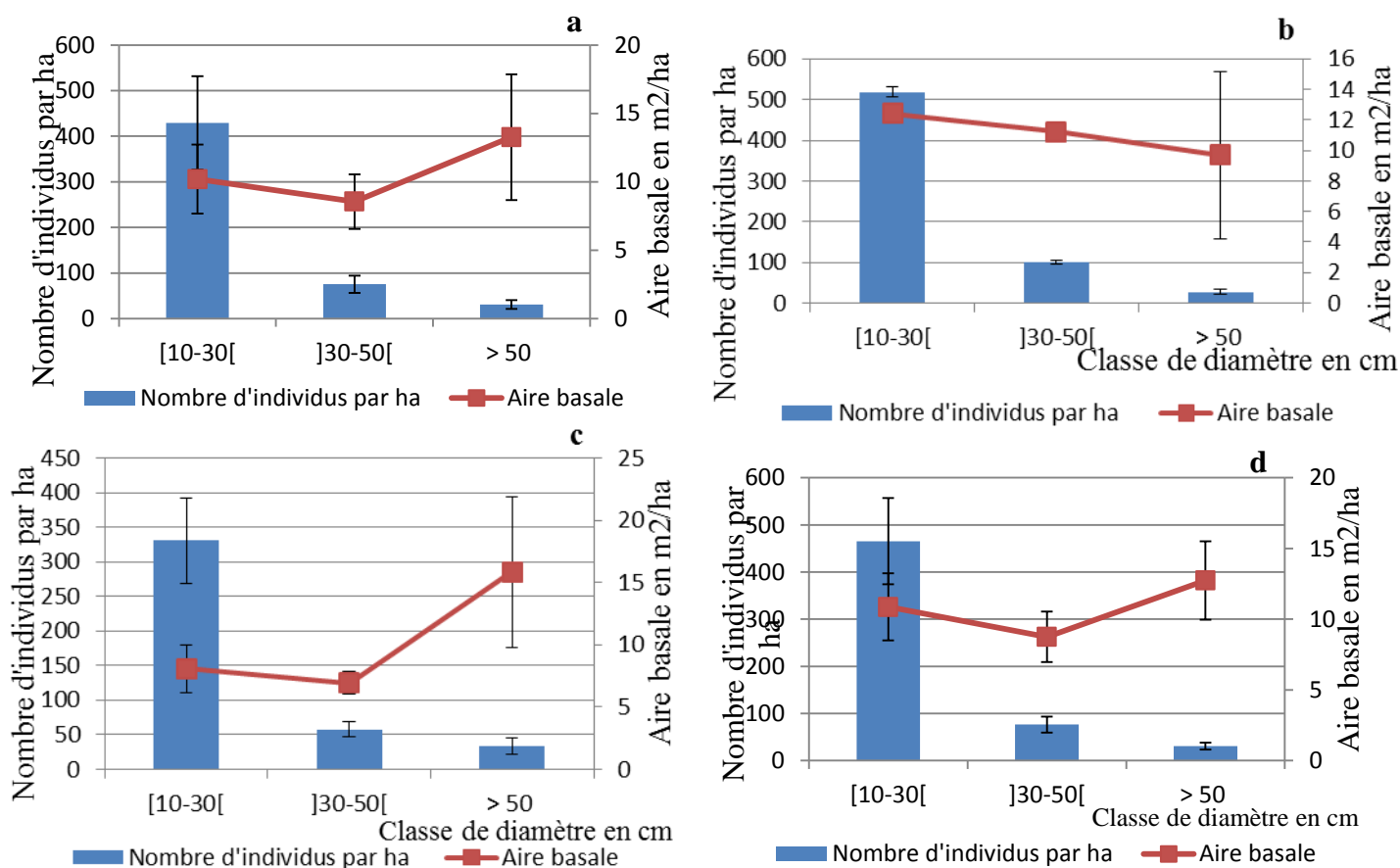


Fig. 27. Distribution des individus ainsi que leur aire basale par classe de diamètre : a. Général ; b. Groupement 1 ; c. Groupement 2 et d. Groupement 3.

III.1.4. Chorologie, modes de dissémination des diaspores et tempéraments

III.1.4.1. Types chorologiques des forêts d'Okoroba et de Yingui

Dans la forêt d'Okoroba tout comme dans celle de Yingui, on note une nette dominance des espèces couvrant la région guinéo-congolaise. Les valeurs de spectre brut et pondéré dans les deux forêts sont similaires (Tableau XVI). Les espèces à large distribution et les espèces de liaisons sont faiblement représentées dans les deux zones d'études. L'examen de ce tableau, révèle au sein de l'élément guinéo-congolais, une représentation déséquilibrée entre les éléments guinéo-congolais ou omni guinéens (GC = 48 espèces), bas-guinéens (BG = 23 espèces) et guinéennes (G = 14 espèces) dans la forêt d'Okoroba. La même physionomie est observée au sein de la forêt de Yingui avec (GC = 38 espèces), (BG = 18 espèces) et (G = 13 espèces). Les espèces occidentales guinéennes (WG) et sud-ouest camerounaises (SW-Cam) sont moins représentées, avec des contributions de 2 espèces par type de chorologie.

Tableau XVI. Types chorologiques des forêts d'Okoroba et de Yingui.

Types de phytochories		Nombre moyen d'espèces				Nombre moyen d'individus		Spectre brute (%)		Spectre pondéré (%)	
		Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui	Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui	Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui	Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui	Forêt d'Okoroba	Forêt de Yingui
Espèces à large distribution (LD)	AA	1	2	18	12	70	55	14,51	12,37	12,13	11,06
	AM	1	1								
	AnT	1	1								
	AT	6	4								
	PAL	1	1								
	Pan	1	1								
Espèces guinéennes Congolaises (GC)	BG	23	18	98	79	471	412	79,03	79,80	81,63	82,24
	BGC	3	1								
	CG	9	7								
	GC	48	38								
	G	14	13								
	SW-Cam	1	1								
WG	1	1									
Espèces de liaisons (L)	GC-SZ	1	1	2	2	6	7	1,61	1,04	2,02	1,40
	GCZ	1	1								
Espèces indéterminées (Ind)	Ind	8	4	6	4	30	27	4,8	4,12	5,19	5,43

III.1.4.2. Types chorologiques des trois groupements

La figure 28 présente les types chorologiques dans les trois groupements. D'après cette figure, on note une prédominance des espèces guinéo-congolaises (GC). Cette figure montre par ailleurs que, les éléments GC présentent des proportions sensiblement identiques au niveau du spectre brut (88,89 %) et pondéré (89,69 %) du groupement 1. Par contre dans les groupements 2 et 3, les spectres pondérés (91,58 et 89,90 % respectivement) sont plus élevés que les spectres bruts (83,71 et 85,31 % respectivement).

Les espèces à large distribution phytogéographique sont observées en majorité au sein du groupement 2 et principalement au niveau du spectre brut avec 10,67 %. Dans les autres groupements, leur contribution demeure faible aussi bien au niveau du spectre brut et spectre pondéré. Les espèces de liaisons ont des proportions négligeables dans tous les trois groupements.

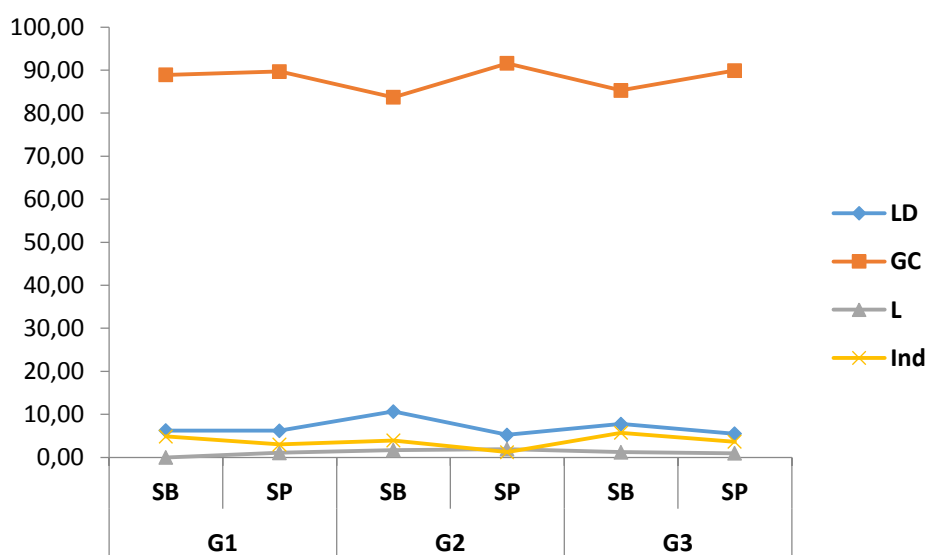


Fig. 28. Spectre phytogéographique des trois groupements.

III.1.4.3. Types de diaspores dans les forêts d'Okoroba et de Yingui

Les modes de dissémination étant déterminés par les types de diaspores, Les spectres bruts et pondérés des types de diaspores des forêts d'Okoroba et de Yingui sont illustrés dans la figure 29.

Dans la forêt d'Okoroba, les taxons sarcochores rassemblent le plus grand taux d'espèces (57,96 %) et le meilleur recouvrement (55,37 %). S'agissant de la forêt de Yingui, les taxons sarcochores renferment également le plus grand taux d'espèces (64,45 %) et le

meilleur recouvrement (74,31 %). Les taux obtenus dans cette forêt sont plus élevés que ceux obtenus dans la forêt d'Okoroba bien qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux forêts. Ces taxons sarcochores sont suivis des espèces ballochores et ptérochores. Les autres types, bien qu'étant présents, sont faiblement représentés dans les deux forêts. Les proportions les plus infimes sont enregistrées dans le type pogonochoire avec moins de 1 %.

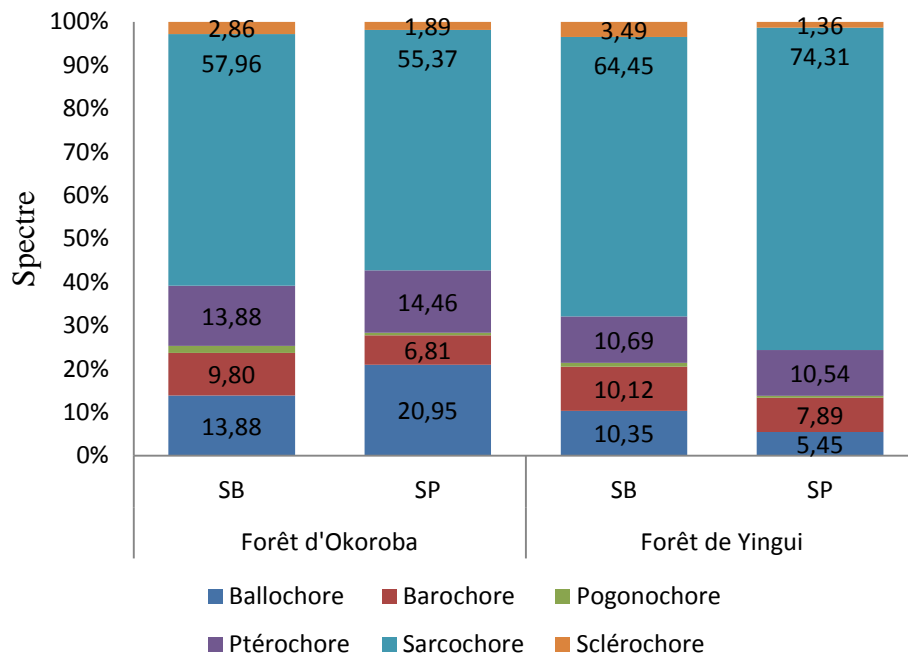


Fig. 29. Types de diaspores dans les forêts d'Okoroba et de Yingui.

III.1.4.4. Types de diaspores dans les groupements

Les proportions des types de diaspores des trois groupements sont consignées dans le Tableau XVII. L'examen de cette figure montre que la zoochorie (sarcochores) constitue le type le plus fréquent dans chaque groupement aussi bien au niveau du spectre brut qu'au niveau du spectre pondéré. Toutefois, on peut noter que la contribution la plus importante est observée dans le groupement 1 au niveau du spectre brut (65,97 %) et dans le groupement 3 au niveau du spectre pondéré (85,66 %). Les types autochores (ballochores et barochores) et anémochores (ptérochores) non moins importants sont peu abondants que les sarcochores. Le type pogonochoire est le plus marginal avec des proportions de moins de 2 % du spectre brut et pondéré pour tous les trois groupements.

Tableau XVII. Spectres bruts et pondérés des types de diaspores.

Types de diaspores	Groupement G1	Groupement G2	Groupement G3	Pvalue
Ballo	6,82±1,61 ^a	10,56±3,18 ^{ab}	14,06±2,16 ^b	0,0155
	3,41±1,97 ^a	6,73±3,88 ^a	17,07±6,43 ^b	0,014
Baro	11,62±3,58	8,84±0,89	8,79±1,46	0,158
	6,36±2,19	8,05±5,92	11,98±7,55	0,507
Pogo	0,44±0,625	1,62±0,63	1,39±1,00	0,318
	0,08±0,10	2,78±2,38	6,79±10,38	0,537
Ptéro	6,63±1,87	11,87±1,46	12,19±2,98	0,055
	2,09±0,10	12,92±11,54	16,15±5,59	0,146
Sarco	63,93±2,80 ^a	67,57±19,02 ^a	96,88±2,49 ^b	0,0035
	82,95±5,02 ^b	26,37±25,51 ^a	38,17±16,36 ^a	0,023
Scléro	3,35±1,52	3,87±4,11	2,11±0,747	0,553
	1,24±0,87	2,81±2,48	8,29±9,51	0,39

La première ligne représente le spectre brut tandis que la seconde ligne représente le spectre pondéré. Suivant chaque ligne les lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de 5%.

A la lumière du tableau XVII, seuls les types de diaspores ballochores et sarcochores sont statistiquement significatifs. Cependant, on peut constater que les spectres bruts et pondérés des espèces ballochores des groupements 1 et 3 varient significativement tandis qu'entre le groupement 1 et le groupement 2 et entre le groupement 2 et le groupement 3, on n'observe pas de différence significative. S'agissant des espèces sarcochores, on observe une différence significative entre les groupements 1 et 3 et les groupements 2 et 3, tandis que les groupements 1 et 2 ne varient significativement ($P < 0,05$).

III.1.4.5. Tempérament des espèces dans les forêts d'Okoroba et de Yingui

La figure 30 présente la contribution des types de tempéraments dans les forêts d'Okoroba et de Yingui. Dans la forêt d'Okoroba, la proportion d'espèces du sous-bois (SB) dites sciaphiles ou tolérantes à l'ombre est plus importante dans la forêt de Yingui (64,28 %) légèrement plus élevée que dans la forêt d'Okoroba (62,26 %). Ces espèces de sous-bois sont suivies des espèces non pionnières (NP) avec une proportion de 21,25 % à Yingui et 25,72 % à Okoroba, décrivant un phénomène de perturbations dans le passé. La forêt d'Okoroba

s'illustre par un taux faible d'espèces pionnières (12 %) tandis qu'à Yingui on obtient une proportion de 14,5 %. À partir de l'Indice Pionnier, nous avons comparé le niveau de dégradation des deux sites d'études. Les valeurs obtenues dans les deux forêts sont relativement faibles (38 % à Yingui et 36 % à OKoroba) car inférieures à 50 %.

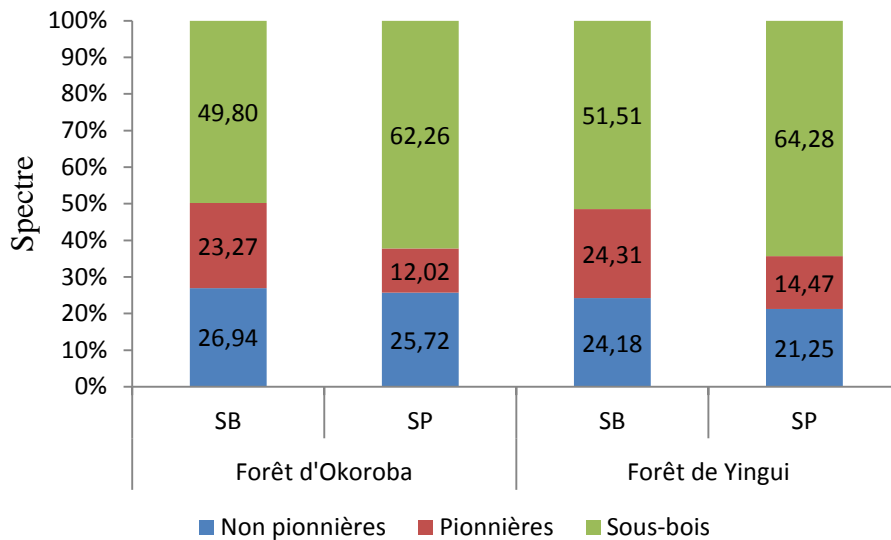


Fig. 30. Tempéraments dans les forêts d'Okoroba et de Yingui.

III.1.4.6. Types de tempérament dans trois groupements

Les résultats obtenus dans les groupements sont similaires à ceux obtenus dans les deux forêts. La prédominance des espèces tolérantes à l'ombre est à nouveau signalée ici. On peut également constater à partir du tableau XVIII, que le taux d'espèces non pionnières est plus élevé dans les groupements 2 et 3 bien qu'aucune différence significative n'ait été observée entre les trois groupements.

Tableau XVIII. Spectres bruts et pondérés des types de tempérament.

Tempérament	Groupement G1	Groupement G2	Groupement G3	Pvalue
Np	21,73±1,80	25,67±3,78	27,09±1,74	0,09
	15,81±7,45	26,59±8,39	25,50±2,43	0,13
P	19,02±4,39	24,32±3,00	16,60±5,05	0,06
	13,25±3,83	15,55±1,55	11,55±2,48	0,08
Sb	52,05±3,52	43,59±1,60	64,52±25,83	0,29
	67,05±4,49 ^c	45,73±4,17 ^a	53,90±2,30 ^b	0,000142

La première ligne représente le spectre brut tandis que la seconde ligne représente le spectre pondéré. Suivant chaque ligne les lettres différentes indiquent une différence significative à $P < 0,05$.

L'analyse des tempéraments des espèces du tableau XVIII, révèle que seuls les spectres pondérés des espèces de sous-bois des groupements 1, 2 et 3 varient significativement ($P < 0,05$). Aucune différence significative n'a été observée dans les types de tempéraments pionniers et non pionniers.

III.1.5. Conservation

L'analyse du statut de conservation des différentes espèces a pris en compte toutes les espèces de plantes recensées lors de ce travail et les espèces de plantes rencontrées lors des travaux d'inventaire d'aménagement des UFA des forêts d'Okoroba et de Yingui.

La loi forestière camerounaise de janvier 1994 prévoit un système de protection intégrale ou partielle de la biodiversité dans le Domaine Forestier National, ceci en droite ligne avec les dispositions de Convention sur la Diversité Biologique. Les UFA dénommées forêts de production regorgent en leur sein des espèces prioritaires pour la conservation de la biodiversité à l'échelle du paysage, de la région voire même mondiale. Les études d'inventaire conduites dans les forêts d'Okoroba et de Yingui ont révélé la présence de 25 espèces appartenant au groupe menacé d'extinction (Tableau XIX). Parmi ces espèces, *Talbotiella batesii* et *Coffea leonimontana* sont en danger critique (CR) d'extinction signifiant une très forte menace d'extinction, *Isomacrolobium isopetalum*, *Cola megalophylla* et *Carapa littoralis* sont en danger d'extinction (EN) signifiant une forte menace d'extinction. Les 21 autres espèces notamment *Allanblackia gabunensis*, *Dacryodes igaganga*, *Nesogordonia papaverifera*, *Entandrophragma cylindricum*, *Microberlinia bisulcata*, *Lophira alata* appartiennent au groupe d'espèces vulnérables (VU).

Tableau XIX. Liste des plantes prioritaires pour la conservation recensées dans les UFA 00 004 et 11 001.

N°	Familles	Espèces	Critères d'exclusion	UFA
1	Burseraceae	<i>Dacryodes igaganga</i>	VU	00 004
2	Clusiaceae	<i>Allanblackia gabonensis</i>	VU	00 004/11 001
3	Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Afzelia bipendensis</i> Harms	VU	00 004/11 001
4		<i>Afzelia pachyloba</i> Harms	VU	11 001
5		<i>Prioria joveri</i>	VU	11 001
6		<i>Isomacrolobium isopetalum</i>	EN	00 004
7		<i>Leonardoxa africana</i>	VU	11 001
8		<i>Microberlinia bisulcata</i>	VU	00 004/11 001
9		<i>Talbotiella batesii</i>	CR	11 001
10	Fabaceae-Papilionoideae	<i>Baphia lepidobotrys</i>	VU	00 004/11 001
11	Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	VU	00 004
12	Malvaceae	<i>Cola megalophylla</i>	EN	11 001
13		<i>Nesogordonia papaverifera</i>	VU	00 004/11 001
14	Meliaceae	<i>Carapa littoralis</i>	EN	11 001
15		<i>Entandrophragma angolense</i>	VU	00 004/11 001
16		<i>Entandrophragma cylindricum</i>	VU	00 004/11 001
17		<i>Entandrophragma utile</i>	VU	00 004/11 001
18		<i>Guarea cedrata</i>	VU	00 004/11 001
19		<i>Khaya ivorensis</i>	VU	00 004/11 001
20		<i>Lovoa trichilioides</i>	VU	00 004/11 001
21	Ochnaceae	<i>Lophira alata</i>	VU	00 004/11 001
22	Putranjivaceae	<i>Drypetes preussii</i>	VU	00 004/11 001
23	Rubiaceae	<i>Coffea leonimontana</i>	CR	00 004
24		<i>Nauclea diderrichii</i>	VU	00 004/11 001
25	Sapotaceae	<i>Baillonnella toxisperma</i>	VU	00 004/11 001

III.1.5.1. Espèces intégralement protégées à Yingui

Au total 12 espèces appartenant à 06 familles ont été intégralement protégées de l'exploitation à Yingui. Les critères d'exclusion de ces espèces sont les dispositions du Plan d'Aménagement suivant la loi n° 94/01 du 20 Janvier 1994 qui met en défens toute espèce présentant moins d'un pied sur 100 ha, l'appartenance d'une espèce donnée à l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées

d'extinction (CITES). Parmi ces espèces, *Guibourtia tessmanii* bénéficie depuis 2016, d'une protection intégrale sur l'ensemble du territoire nationale suite à la proposition du ministère camerounais en charge des forêts de son inscription dans l'annexe II CITES (Tableau XX).

Tableau XX. Liste d'espèces intégralement protégées de la forêt de Yingui (UFA 00 004).

N°	Famille	Espèces	Critères d'exclusion
1	Anacardiaceae	<i>Antrocaryon klaineinum</i>	LC
2	Combretaceae	<i>Terminalia ivorensis</i>	LC
3	Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Guibourtia tessmanii</i>	Annexe 2 CITES
4		<i>Didelotia letouzeyi</i>	LC
5		<i>Erythrophleum suaveolens</i>	LC
6	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	LC
7	Rutaceae	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	LC
8	Sapotaceae	<i>Pouteria robusta</i>	LC
9		<i>Pouteria altissima</i>	LC
10		<i>Pouteria superba</i>	LC
11		<i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	LC
12		<i>Austranella congolensis</i>	LC

III.1.5.2. Espèces intégralement protégées à Okoroba

Au total 08 espèces appartenant à 04 familles ont été exclues de l'exploitation au sein de l'UFA 11 001. Les raisons de l'exclusion de ces espèces sont les mêmes prises en compte dans les forêts de Yingui. Dans cette liste, *Azzeria bipindensis* et *Microberlinia bisulcata* bénéficient d'une double protection, en plus de leur exclusion de l'exploitation, elles revêtent le statut d'espèces vulnérables d'après les critères de l'UICN (Tableau XXI).

Tableau XXI. Liste d'espèces intégralement protégées de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001).

N°	Famille	Espèces	Critères d'exclusion
1	Anacardiaceae	<i>Antrocaryon klaineum</i>	LC
2	Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Guibourtia demeusei</i>	LC
3		<i>Afzelia bipindensis</i>	VU
4		<i>Daniella klainei</i>	LC
5		<i>Microberlinia bisulcata</i>	VU
6	Malvaceae	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	LC
7	Sapotaceae	<i>Autranella congolensis</i>	LC
8		<i>Pouteria altissima</i>	LC

III.1.5.3. Espèces prioritaires pour la conservation recensées au sein des deux UFA

Les études d'inventaire multi ressources effectuées au sein des UFA 00 004 et 11 001 ont révélé la présence de quelques espèces prioritaires pour la conservation. Trente-huit (38) espèces présentant des statuts différents ont été recensées durant ces inventaires. Espèces vulnérables (08), espèces en danger (01), espèces endémiques du Cameroun (29). Le tableau XXII présente la liste de ces espèces avec leur critère d'exclusion IUCN.

Tableau XXII. Liste d'espèces prioritaires pour la conservation recensées au sein des deux UFA.

N°	Famille	Espèces	Critères d'exclusion
1	Clusiaceae	<i>Garcinia kola</i>	VU
2	Connaraceae	<i>Jollydora glandulosa</i>	EN
3	Fabaceae-Papilionoideae	<i>Pterocarpus zenkeri</i>	VU
4	Lecythidaceae	<i>Crateranthus talbotii</i>	VU
5	Meliaceae	<i>Turreaenthus mannii</i>	VU
6	Meliaceae	<i>Guarea cedrata</i>	VU
7	Meliaceae	<i>Entandrophragma angolense</i>	VU
8	Meliaceae	<i>Khaya ivorensis</i>	VU
9	Myrtaceae	<i>Eugenia dusenii</i>	VU
10	Burmanniaceae	<i>Afrothismia korupensis</i>	Endémique Cameroun
11	Ancistocladaceae	<i>Glumea korupensis</i>	Endémique Cameroun
12	Sapotaceae	<i>Manilkara lososiana</i>	Endémique Cameroun

13	Sapindaceae	<i>Deinbollia unijuga</i>	Endémique Cameroun
14	Annonaceae	<i>Uvariopsis korupensis</i>	Endémique Cameroun
15	Myrtaceae	<i>Eugenia talbotii</i>	Endémique Cameroun
16	Myrtaceae	<i>Eugenia fernandopoana</i>	Endémique Cameroun
17	Fabaceae-Papilionoideae	<i>Leptodoris ledermannii</i>	Endémique Cameroun
18	Fabacea-Caesalpinioideae	<i>Tetraberlinia korupensis</i>	Endémique Cameroun
19	Fabaceae-Mimosoideae	<i>Newtonia duncanthomasii</i>	Endémique Cameroun
20	Fabacea-Caesalpinioideae	<i>Englerodendron korupense</i>	Endémique Cameroun
21	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum letouzeyi</i>	Endémique Cameroun
22	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum korupinum</i>	Endémique Cameroun
23	Annonaceae	<i>Uvariopsis submontana</i>	Endémique Cameroun
24	Annonaceae	<i>Uvaria buchholzii</i>	Endémique Cameroun
25	Vochysiaceae	<i>Korupodendron songweanum</i>	Endémique Cameroun
26	Violaceae	<i>Rinorea thomasii</i>	Endémique Cameroun
27	Malvaceae	<i>Cola suboppositifolia</i>	Endémique Cameroun
28	Malvaceae	<i>Cola praeacuta</i>	Endémique Cameroun
29	Rubiaceae	<i>Tricalysia achoundongiana</i>	Endémique Cameroun
30	Rhizophoraceae	<i>Cassipourea korupensis</i>	Endémique Cameroun
31	Rubiaceae	<i>Pavetta baconiella</i>	Endémique Cameroun
32	Orchidaceae	<i>Corymborkis minima</i>	Endémique Cameroun
33	Orchidaceae	<i>Liparis pentagonalis</i>	Endémique Cameroun
34	Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus letouzeyi</i>	Endémique Cameroun
35	Clusiaceae	<i>Garcinia conrauana</i>	Endémique Cameroun
36	Fabacea-Caesalpinioideae	<i>Berlinia hollandi</i>	Endémique Cameroun
37	Fabaceae-Papilionoideae	<i>Hymenostegia bakeriana</i>	Endémique Cameroun
38	Meliaceae	<i>Turreanthus mannii</i>	Endémique Cameroun

III.1.6. Stock de carbone

III.1.6.1. Stockage de carbone par forêt

Les forêts de Yingui stockent une quantité moyenne de $202,37 \pm 50,51$ tC/ha légèrement au-dessus de $194,95 \pm 34,59$ tC/ha stockées par les forêts d'Okoroba. Toutefois, prises en compte séparément, on n'observe pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les quantités de carbone stockées par les forêts d'Okoroba et celles de Yingui. D'autre part, malgré cette absence de différence significative, on note une distribution dissymétrique des

stocks de carbone entre les parcelles de chaque forêt étudiée. L'exemple le plus illustratif étant celui présenté par la forêt de Yingui (Fig. 31.).

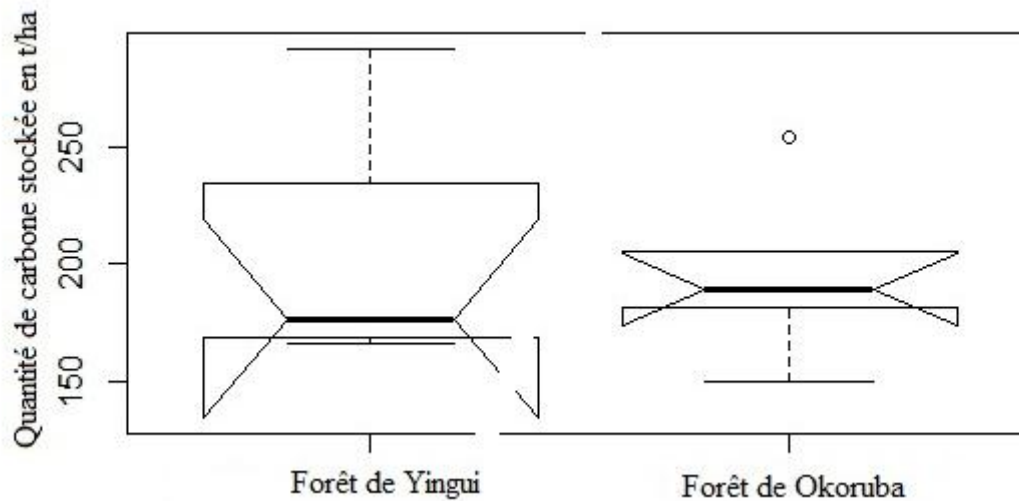


Fig. 31. Distribution des stocks de carbone à l'intérieur des forêts d'Okoroba et Yingui.

III.1.6.2. Stockage de carbone par groupement

La quantité de carbone stockée par chacun des trois groupements végétaux identifiés est présentée par la figure 32. Cette figure montre une répartition inégale de carbone stocké par les trois groupements. Les valeurs moyennes de stock de carbone des trois groupements végétaux sont assez proches mais une grande dispersion est observée au sein des groupements (G2) et (G3) comme le montre l'étendue de la boîte à moustaches. Cependant, bien que des dispersions aient été constatées, aucune différence significative n'a été observée entre les trois groupements. L'ANOVA réalisée à cet effet confirme nos observations ($F = 0,029$ et $P > 0.05$).

Malgré la différence non significative existante entre la moyenne de stock de carbone des trois groupements végétaux, on constate une distribution différente de ces derniers à l'intérieur de chaque groupement.

Ainsi, le (G2) constitué de quatre placettes (3, 4, 5 et 6) possède la plus grande quantité de carbone stockée avec une valeur moyenne de $203,67 \pm 58,96$ tC/ha. A l'intérieur de ce groupement, on note une distribution dissymétrique des stocks de carbone entre les quatre placettes.

Le (G1) avec seulement deux placettes (1 et 2) constitue le deuxième groupement en terme de stockage de carbone avec une moyenne évaluée à $200,07 \pm 48,05$ tC/ha. Dans ce groupement, les quantités de carbone stockées sont similaires.

Le (G3) bien que renfermant le plus grand nombre de parcelles (7, 8, 9, 10, 11 et 12), stocke la plus faible quantité de carbone avec une moyenne estimée à $194,95 \pm 34,59$ tC/ha. On observe également une répartition dissemblable de stock de carbone entre les six parcelles constitutives de ce groupement (fig. 32a).

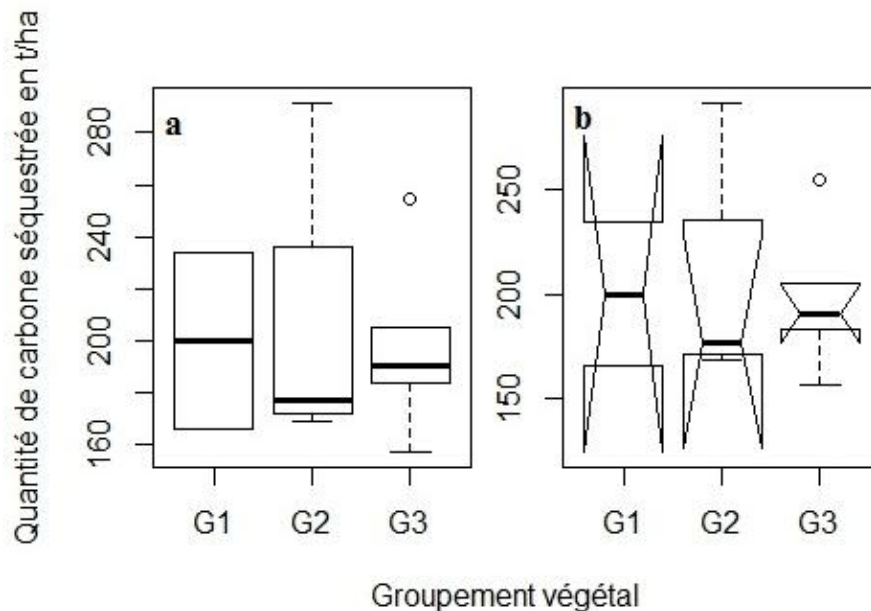


Fig. 32. Distribution des stocks de carbone des différents groupements végétaux : a) Boîte à moustaches présentant la répartition ; b) Boîtes à moustaches avec encoches présentant une absence de différence significative.

De façon générale, une moyenne de $198,66 \pm 39,69$ tC /ha avec des variations comprises entre 149,82 et 291,73 tC/ha ont été obtenues à partir de la biomasse épigée des forêts atlantiques (forêts d'Okoroba et Yingui). Comme constaté dans les G2 et G3, on observe une distribution déséquilibrée des quantités de carbone stockées par les douze (12) parcelles échantillonnées dans nos deux zones d'études avec une parcelle se démarquant des autres et présentant la valeur la plus élevée estimée à 291,73 tC/ha (Fig. 33).

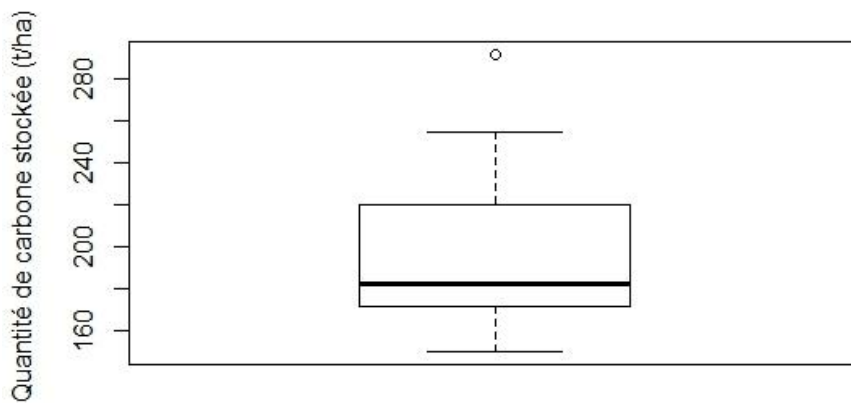


Fig. 33. Distribution des stocks de carbone des forêts étudiées.

III.1.6.2. Distribution des stocks de carbone par classe de diamètre

Du point de vue de la distribution diamétrique, les arbres de grands diamètres ($d_{hp} \geq 50$ cm) contribuent pour 54 % du total de carbone stocké par les 12 parcelles échantillonnées et le reste des 46 % est stocké par les arbres de d_{hp} inférieur à 50 cm. La densité des individus de $10 \leq d_{hp} < 30$ cm représente 20 % de la quantité totale de carbone stockée. Tandis que, celle des individus de $30 \leq d_{hp} < 50$ cm est à hauteur de 26 % au stockage total de carbone par les forêts d'Okoroba et de Yingui (Fig. 34). Sensiblement les mêmes proportions de stocks de carbone sont obtenues pour les forêts d'Okoroba et de Yingui prises séparément. On note également une distribution du stockage de carbone contraire à celle de la densité des individus suivant les différentes classes de diamètre. Cette distribution présente une allure en forme de J normal aussi bien pour les forêts d'Okoroba et de Yingui prises séparément que pour les forêts atlantiques de manière générale.

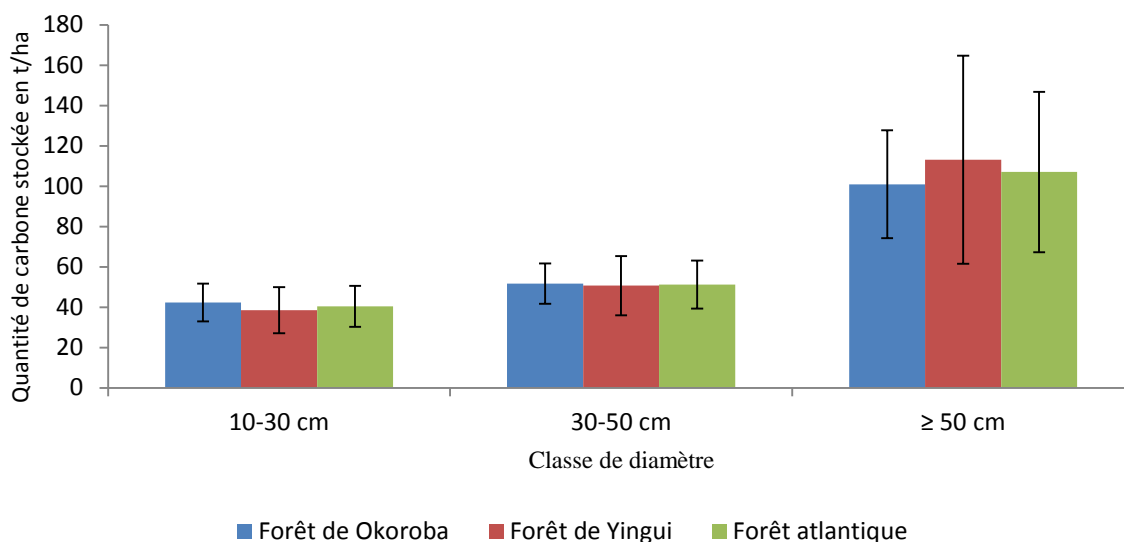


Fig. 34. Distribution des stocks de carbone par classe de diamètre.

Cependant, la distribution des stocks de carbone par classe de diamètre diffère dans les trois groupements végétaux bien que l'on observe également une distribution en forme de J desdits groupements (Fig. 35). En effet, les résultats obtenus montrent que pour les deux premières classes de diamètre, le groupement G1 présente des stocks de carbone élevés suivi des groupements G3 et G2 respectivement. Par contre, pour la dernière classe de diamètre, on observe une tendance contraire car le groupement G2 présentant des faibles stocks de carbone pour les deux premières classes de diamètre présente une quantité de stock de carbone élevée suivi respectivement des groupements G3 et G1 (Fig. 35).

Statistiquement, on n'observe pas de différence significative ($F = 3,391$ et $P = 0.0799$) entre les valeurs de $50,75 \pm 3,75$; $32,49 \pm 8,01$ et $42,26 \pm 9,35$ tC/ha respectivement pour les groupements G1, G2 et G3 pour la classe de diamètre $10 \leq dhp < 30$ cm. Par contre, pour la classe de diamètre $30 \leq dhp < 50$ cm, on note une différence hautement significative ($P < 0,01$) entre le groupement G1 ($68,96 \pm 0,28$ tC/ha) et le groupement G2 ($41,56 \pm 4,95$ tC/ha), tandis qu'aucune différence significative n'est observée entre les groupements G2 et G3 ($51,73 \pm 9,99$ tC/ha).

Concernant, la classe de diamètre $dhp \geq 50$ cm, aucune différence significative n'est observée ($F=1,203$ et $P > 0,05$) entre les trois groupements végétaux bien que le groupement G2 présente une quantité de carbone élevée estimée à $129,47 \pm 52,20$ tC/ha suivi des groupements G3 ($100,96 \pm 26,75$ tC/ha) et G1 ($80,36 \pm 44,03$ tC/ha).

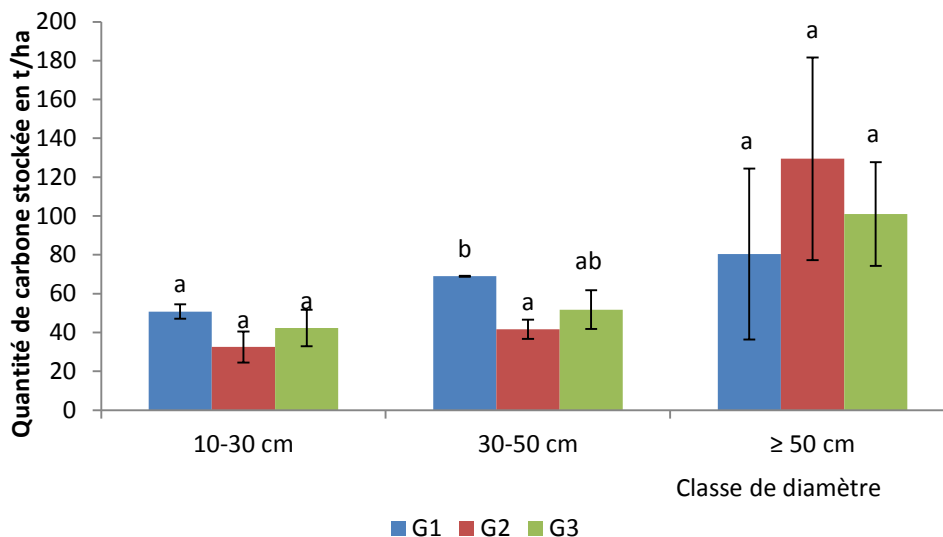


Fig. 35. Distribution diamétrique des stocks de carbone des différents groupements végétaux.

III.1.6.3. Contribution relative des espèces au stockage de carbone

Suivant le type de forêt dans lequel l'on se trouve, on note une distribution différente de la quantité de carbone stockée par les différentes espèces. Ainsi, les espèces échantillonnées dans les forêts de Yingui contribuent grandement au stockage de carbone par rapport aux espèces échantillonnées dans les forêts d'Okoroba (Tableau XXIII).

Dans l'ensemble, la contribution relative des 10 premières espèces est de 69 % avec les espèces comme *Garcinia lucida* qui contribuent à hauteur de 18 % au stockage total du carbone pour l'ensemble des placettes échantillonnées. Celle-ci est suivie des espèces *Phyllocosmus calothyrsus*, *Klainedoxa microphylla* contribuant respectivement à 14 et 7 % au stockage de carbone aussi bien dans la forêt de Yingui où elles sont rencontrées que dans l'ensemble des parcelles étudiées en générale dans les forêts atlantiques (tableau XXIII).

Tableau XXIII. Quantité de carbone stockée par les dix espèces à IVI les plus élevés (en astérisque) dans les différents types de forêts.

Espèces	Quantité de carbone stockée (tC/ha)		
	Forêts d'Okoroba	Forêts de Yingui	Forêts Atlantiques
<i>Garcinia lucida</i>	--	34,91*	34,91*
<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	--	28,17*	28,17*
<i>Klainedoxa microphylla</i>	--	13,36*	13,36*
<i>Calpocalyx dinklagei</i>	12,88*	--	12,88*
<i>Parinari hypochrysea</i>	11,61*	--	11,61*
<i>Lasianthera africana</i>	--	8,42*	8,42*
<i>Treulia obovoidea</i>	12,26*	1,55	7,39*
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	--	7,37*	7,37*
<i>Sterculia rhinopetala</i>	--	6,77	6,77*
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	--	6,57	6,57*
<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	8,38*	0,18	4,28
<i>Gilbertiodendron klainei</i>	7,89*	0,06	5,28
<i>Homalium letestui</i>	6,67*	1,24	3,96
<i>Drypetes</i> sp.	6,55*	5,69	6,08
<i>Oubanguia alata</i>	5,72*	1,30	3,51
<i>Garcinia mannii</i>	5,54*	6,02	5,80
<i>Blighia welwitschii</i>	5,16*	6,78*	5,97
<i>Rinorea</i> sp.	1,45	11,60*	5,51
<i>Diospyros simulans</i>	1,56	9,75*	4,83
<i>Lasianthera africana</i>	--	8,42*	8,42
<i>Santiria trimera</i>	1,50	6,99*	3,33

Bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les différents groupements végétaux, on observe une contribution des espèces au stockage de carbone par groupement différente de celle obtenue précédemment (Tableau XXIV). Dans le groupement G1, le genre *Garcinia* avec ces deux espèces *G. lucida* et *G. mannii* présente les plus grandes quantités de carbone stockées avec respectivement 34,91 et 10,20 tC/ha. Les espèces *Santiria trimera* et

Uapaca guineensis viennent en troisième et quatrième position avec respectivement 9,85 et 8,13 tC/ha.

Concernant le groupement G2, la première espèce *Phyllocosmus calothyrsus* présente une quantité de carbone stockée estimée à 21,13 tC/ha. Elle est suivie de très loin par l'espèce *Rinorea* sp. avec 11,60 tC/ha puis en troisième et quatrième position, *Diospyros simulans* et *Strombosia pustulata* avec respectivement 9,75 et 8,33 tC/ha.

L'espèce *Calpocalyx dinklagei*, première du groupement G3 en termes de densité présente une quantité de carbone moins importante que celle obtenue dans les deux premiers groupements. Elle est estimée à 12,88 tC/ha suivie de *Treculia obovoidea* avec 12,26 tC/ha. Les autres espèces de ce groupement présentent une quantité de carbone inférieure à 7 tC/ha.

Tableau XXIV. Quantité de carbone stockée par les dix espèces aux IVI les plus élevés (en astérisque) dans les différents groupements.

Espèces	Quantité de carbone stockée (tC/ha)		
	G1	G2	G3
<i>Garcinia lucida</i>	34,91*	--	--
<i>Garcinia mannii</i>	10,20*	3,92	4,62*
<i>Santiria trimera</i>	9,85*	0,32	1,50
<i>Uapaca guineensis</i>	8,13*	1,04	2,33
<i>Irvingia gabonensis</i>	7,91*	0,52	1,12
<i>Strombosia grandifolia</i>	7,91*	2,68	2,65
<i>Blighia welwitschii</i>	7,67*	6,33*	5,16*
<i>Oubanguia africana</i>	7,00*	0,05	0,05
<i>Klainedoxa microphylla</i>	6,68*	--	--
<i>Tetracera alnifolia</i>	6,22*	0,01	0,01
<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	--	21,13*	--
<i>Rinorea</i> sp.	--	11,60*	1,45
<i>Diospyros simulans</i>	--	9,75*	1,56
<i>Strombosia pustulata</i>	0,58	8,33*	2,10
<i>Drypetes</i> sp.	1,36	7,85*	5,45*
<i>Lasianthera africana</i>	--	6,31*	--
<i>Greenwayodendron</i>	1,87	5,99*	1,72

<i>suaveolens</i>			
<i>Oncoba glauca</i>	0,27	5,82*	0,05
<i>Pycnanthus angolensis</i>	0,71	5,67*	0,88
<i>Calpocalyx dinklagei</i>	--	--	12,88*
<i>Treculia obovoidea</i>	0,36	1,75	12,26*
<i>Homalium letestui</i>	0,59	1,57	6,67*
<i>Hylodendron gabunense</i>	--	0,16	4,17*
<i>Combretum sp.</i>	0,46	0,57	3,79*
<i>Staudtia kamerunensis</i>	0,42	3,27	3,58*
<i>Dialium bipindensis</i>	3,88	1,21	3,49*

III.1.6.4. Effet de la structure de la forêt et de l'altitude sur la variation de la biomasse

Aucun modèle multi-facteurs avec plusieurs facteurs significatifs n'a été trouvé (Tableau XXV) mais un simple modèle à un facteur a expliqué 86 % de la variabilité du total de la biomasse aérienne suivant le gradient d'altitude. A l'échelle de la parcelle, le principal facteur était la densité des individus de $dhp \geq 50$ cm. La biomasse aérienne est fortement corrélée à la densité des individus de gros diamètre ($R^2 = 0,86$).

La variation de la biomasse des arbres de $dhp \geq 50$ cm est aussi expliquée par le même facteur additionné à l'effet négatif cumulé de l'élévation, de la densité des individus de dhp compris entre 10 et 30 cm et celle des individus compris entre 30 et 50 cm (Tableau XXV). Un modèle multi-facteurs prenant en compte la densité des individus de $10 \leq dhp < 30$ cm et celle des individus $30 \leq dhp < 50$ cm a expliqué 93 % de la variation de la biomasse aérienne des individus de $10 \leq dhp < 30$ cm. Le modèle expliquant 94 % de la variation des individus de $30 \leq dhp < 50$ cm inclut un effet positif de l'élévation, de la densité des individus de $10 \leq dhp < 30$ cm et de $dhp > 30$ cm et de $dhp < 50$ cm.

Tableau XXV. Résumé des modèles de régression multiples avec sélection des variables pour examiner les effets combinés de l'élévation et de la structure du peuplement (densité d'arbres par classe) sur la variation totale de la biomasse aérienne, de la biomasse des différentes classes de diamètre.

Composantes de la biomasse	Variables Prédictives				<i>F</i>	<i>RRMSE</i>	<i>R</i> ²	<i>P</i>
	Elevation	Densité des individus						
		Dhp 10-30 cm	Dhp30-50 cm	Dhp > 50 cm				
Total AGB	0,006	0,218	0,314	3,950***	18,59	1,06	0,86	<0,001
AGB individus Dhp 10-30 cm	0,004	0,082***	0,0624	0,203*	40,08	0,19	0,93	<0,0001
AGB individus Dhp30-50 cm	0,007	0,018	0,496***	0,070	40,67	0,16	0,94	<0,0001
AGB individus Dhp > 50 cm	-0,005	-0,078	-0,245	3,677***	17,14	0,65	0,85	<0,01

ABG = biomasse aérienne ; P = P value ; R² = coefficient de détermination ; RRMSE = relative root mean square error ; F = F value

III.2. DISCUSSION

III.2.1. Dénomination et caractéristiques des groupements forestiers

La dénomination des groupements forestiers n'est pas aisée en général. En zone forestière tropicale certains auteurs font référence aux espèces indicatrices (Gemerden et Hazeu, 1999, Senterre, 2005, Kouob, 2009, Momo 2009), et d'autres utilisent les taxa prédominants (Achoundong, 1995; Letouzey, 1968; Letouzey, 1985a; Tchouto, 2004). Nous avons choisi d'utiliser cette deuxième approche car elle tient mieux compte de l'importance relative des diverses espèces dans la caractérisation des groupements végétaux. Les espèces les plus abondantes et les plus dominantes de chaque strate ainsi que les espèces indicatrices les plus abondantes (spécifiques à un groupement et/ou caractéristiques d'un milieu) et la physionomie de la végétation sont utilisées pour décrire les groupements identifiés.

III.2.1.1. Groupement 1 ou forêt submontagnarde à *Garcinia lucida*

Ce groupement est caractérisé par la prédominance des Clusiaceae. Parmi les espèces abondantes et dominantes, on trouve des espèces submontagnardes ou d'altitude importante, telles que *Garcinia lucida*, *Beilschmiedia obscura*, *Guarea mayombensis*, *Leonardoxa africana*. Ces espèces seraient caractéristiques des formations submontagnardes du Cameroun et de la Guinée équatoriale (Achoundong, 1995; Gonmadjé, 2012; Letouzey, 1985a; Senterre, 2005; Tchiengué, 2004; Tchouto, 2004).

Blighia welwitschii, *Greenwayodendron suaveolens*, *Homalium letestui*, *Strombosia pustulata*, *Tabernaemontana crassa* présentent dans toutes les parcelles, ont une grande plasticité (amplitude écologique). On les retrouve dans toutes les strates, depuis les basses altitudes du groupement 3 jusqu'aux altitudes les plus hautes (forêt submontagnarde) du groupement 1.

Dans ce groupement, on rencontre en abondance les espèces comme *Garcinia lucida*, *Garcinia staudtii* (Clusiaceae) et *Santiria trimera* (Burseraceae) qui sont caractéristiques des forêts submontagnardes (Letouzey, 1985a). Des observations similaires ont été relevées au mont Koupé, à 1200 m d'altitude (Tchiengué, 2004).

Des espèces propres aux forêts très humides de basse et moyenne altitude tel que *Berlinia bracteosa*, *Symphonia globulifera* et *Funtumia elastica*, souvent liées aux sols hydromorphes ou à nappe phréatique proche de la surface, se retrouvent en zone submontagnarde dont elles sont aussi des caractéristiques.

Les parcelles de ce groupement se trouvent à des altitudes comprises entre 956-963 m. Elles se situent dans la tranche des étages submontagnards constitués des formations de transition entre les forêts de basse altitude et les forêts montagnardes proprement dites. Cet étage a été défini comme district atlantique nord occidental pauvre en Caesalpiniaceae (Letouzey, 1985). Les forêts submontagnardes se distinguent des forêts montagnardes et de basse altitude par la présence de brouillard qui en fait des forêts nuageuses (différentes des forêts pluvieuses de basse altitude) et leur composition floristique est généralement caractérisée des espèces de la famille des Clusiaceae (*Garcinia lucida*, *Symphonia globulifera*), des Meliaceae (*Entandrophragma angolense*, *Carapa* sp.).

III.2.1.2. Groupement 2 ou forêt de basse et moyenne altitude à *Phyllocosmus calothyrsus*

Dans ce groupement à basse et moyenne altitude les Fabaceae-Caesalpinioideae sont les plus importantes en termes de FIV comme observé au niveau de l'inventaire de la forêt de Yingui. *Brachystegia mildbraedii*, *Detarium macrocarpum*, *Dialium bipindensis*, *Distemonanthus benthamianus*, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Toubaouate brevipaniculata* sont les principales espèces de cette famille rencontrées dans ce groupement. La prédominance des Fabaceae-Caesalpinioideae dans ce groupement est contraire aux résultats obtenus par Letouzey (1985) qui définit cet étage de district atlantique littoral relativement pauvre en Caesalpinioideae. Cette affirmation peut s'expliquer par l'échantillonnage ou la taille des prospections faites par cet auteur. En effet, les inventaires réalisés à petite échelle et de façon systématique peuvent être révélateurs de nombreuses espèces encore ignorées par d'autres investigations.

Les Annonaceae constituent la deuxième famille dominante dans ce groupement. Parmi les espèces dominantes de cette famille, on rencontre *Annickia chlorantha*, *Hexalobus crispiflorus*, *Myrianthus arboreus*, *Xylopia aethiopica*, *Xylopia staudtii*, etc.

On note la présence de nombreuses espèces caractéristiques des forêts de basse et moyenne altitude comme *Coula edulis*, *Oubanguia africana*, *Coelocaryon preussii*, *Staudtia kamerunensis*, *Desbordesia glaucescens*, etc.

III.2.1.3. Groupement 3 ou forêt de basse altitude à *Calpocalyx dinklagei*

Bien que *Calpocalyx dinklagei*, *Treculia obovoidea*, *Parinari hypochryse*, *Blighia welwitschii* soient les espèces les plus abondantes en termes d'IVI, ce groupement est caractérisé par la prédominance des Fabaceae-Caesalpinioideae avec une présence assez remarquable des Fabaceae-Papilionoideae.

En terme de surface terrière, les espèces dominantes sont *Microberlinia bisulcata*, *Bikinia letestui*, *Detarium macrocarpum*, *Gilbertiodendron dewevrei*. Ce groupement (190-375 m) d'altitude s'insère en toute logique dans le découpage des forêts qui occupent les basses altitudes (200-500 m d'altitude) intérieures du golfe de Guinée (baie de Biafra) en deux principaux blocs séparés par la ligne montagneuse du Cameroun. Il appartient au district atlantique biafréen floristiquement très diversifié et particulièrement riche en Caesalpinioideae grégaires décrites par Letouzey (1985a). La notion de gréganisme entendue dans ce contexte renvoie à la possibilité de rencontrer en touffe et de façon sporadique des espèces de cette famille. Toutefois, on y rencontre aussi d'autres familles comme les Myristicaceae constituées des espèces telles que *Pycnanthus angolensis*, *Coelocaryon preussii* mais également des Burseraceae comme *Canarium schweinfurthii*.

On note dans ce groupement la présence permanente des espèces à altitude moyenne. Ce mélange d'espèces ne permet pas de trancher de façon précise de l'appartenance des espèces à un étage spécifique. Dans ce groupement, la plupart des espèces sont typiques des forêts de basse et moyenne altitude avec la quasi absence des espèces submontagnardes. Toutefois, quelques espèces à affinités submontagnardes présentent des densités relativement faibles.

III.2.2. Richesse spécifique et diversité

La richesse spécifique obtenue des 12 parcelles de 1 ha dans les forêts d'Okoroba et de Yingui varie de 82 à 130 espèces. Le nombre moyen d'espèce dans le G1 est de $100,50 \pm 17,68$, dans le G2 il est de 93,00 et $119,17 \pm 9,13$ dans le G3. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans le massif de Ngovayang dont les valeurs oscillaient entre 83 et 131 espèces (Gonmadjé, 2012), mais différentes de celles obtenues dans la Réserve de Biosphère du Dja (Djuikouo, 2012; Sonké, 2005). Wolter (1993) signale pour les arbres de $dbh \geq 10$ cm une richesse spécifique comprise entre 116 et 206 espèces à l'hectare en République démocratique du Congo. Doucet *et al.* (1996) obtiennent des valeurs allant de 126 à 136 espèces dans le Sud de la Lopé au Gabon. En effet le type de biotope et la méthode d'inventaire utilisée pourraient contribuer à l'augmentation du nombre d'espèces. D'après

Doucet *et al.* (1996), un relief pourrait contribuer à une augmentation de la richesse spécifique.

Environ 90 % des familles parmi la soixantaine inventoriée sont communes aux forêts d'Okoroba et de Yingui. Une frange majorité d'entre elles (Fabaceae-Caesalpinioideae, Olacaceae, Annonaceae), recensée dans la présente étude, font partie des familles les plus dominantes du domaine guinéo-congolais (Djuikouo, 2012; Kouob, 2009; Tchouto *et al.*, 2006). Des études antérieures ont montré la dominance des Euphorbiaceae et Fabaceae-Caesalpinioideae dans les forêts tropicales d'Amazonie et d'Asie du Sud-est (Gentry, 1988).

De nombreux indices sont utilisés pour la comparaison des peuplements. Parmi ceux-ci, les indices de Shannon et de Simpson. En effet, l'indice de Shannon accorde une grande importance aux espèces rares tandis que l'indice de Simpson rend compte des espèces les plus abondantes.

L'indice de diversité de Shannon varie entre 3,6 et 4,4 signe d'une forêt riche et diversifiée (Gonmadjé, 2012; Kent et Coker, 1992). Cette assertion est confirmée avec les valeurs obtenues dans les trois groupements. Le G3 a une valeur élevée ($4,19 \pm 0,16$), tandis que les valeurs des deux autres groupements sont relativement identiques ($3,79 \pm 0,29$ pour le G1) et ($3,88 \pm 0,18$ pour le G2). Les analyses ont montré une différence significative entre le G3 et les G1 et G2, tandis qu'entre les G1 et G2 aucune différence n'a été observée entre elles. Les calculs des indices de Pielou et de Simpson n'ont montré aucune différence entre les trois groupements.

III.2.3. Chorologie et dissémination des diaspores

III.2.3.1. Chorologie

En prenant en compte tous les types chorologiques identifiés dans cette étude, la flore de ces zones d'études est constituée de 79,03 % et 79,8% d'espèces à caractères guinéo-congolais respectivement dans les forêts d'Okoroba et de Yingui. Ce statut chorologique guinéo-congolais se confirme davantage si l'on s'en tient au zonage proposé par Schnell (1971). La flore de ces zones se rallie par conséquent au-dessous du gradient de l'affinité guinéo-congolaise selon la description de Senterre (2005). Ce qui se justifie par l'ordonnement suivant : forêt de Mbaiki (56 %), forêts d'Okoroba (79 %), Yingui (79,8 %), Réserve de Biosphère du Dja (RBD) (88 %), Parc national de Monte Alen (92 %) et réserve de Ndoté (95 %). La flore des forêts étudiées se caractérise par un taux d'espèces guinéo-congolais à cheval entre Mbaiki et RBD. Selon Senterre (2005), le taux d'endémisme guinéo-congolais augmente à mesure qu'on s'approche de la mer. Cette assertion n'est pas

vérifiée ici car, les forêts d'Okoroba et de Yingui sont vraisemblablement plus proches de la mer que celle de la RBD mais leur taux d'endémisme guinéo-congolais est moins élevé que celui de la RDB.

Ce phénomène pourrait s'expliquer par le taux assez élevé d'espèces d'autres chorées (espèces de liaison et espèces à large distribution géographique) qui représentent environ 19 % dans la forêt d'Okoroba et près de 17 % dans la forêt de Yingui. De plus, au sein des espèces guinéo-congolaises, les forêts d'Okoroba et de Yingui auraient une proportion d'espèces assez élevée de la zone des forêts semi-décidues. Toutefois, il convient de le rappeler, les espèces guinéo-congolaises sont mieux représentées dans la flore des forêts étudiées. Un tel niveau d'endémisme serait d'ordre paléo-climatique comme le souligne Maley (1996) qui signale l'existence de refuges forestiers dont la convergence d'idées de la grande majorité souffre encore de la pertinence de ce concept. En effet, selon Letouzey (1968), ces forêts seraient vieilles de 200 ans, les vestiges en poteries retrouvées dans ces forêts sont le signe de la présence humaine. A l'inverse, Maley (1987) soutient la thèse des phénomènes paléo-climatiques à partir de l'aridité et les températures basses de l'époque comprise entre 15 000 et 10 000 ans.

III.2.3.2. Caractéristiques de types de diaspores

L'inventaire des types de diaspores et de leurs modes de dissémination est un aspect très important dans l'étude de la végétation (Lebrun, 1947). En général, en forêt dense humide, les diaspores sarcochores et ballochores sont prépondérants. Le pourcentage des diaspores sarcochores dans les formations forestières est compris entre 54 à 55 % des espèces et les ballochores forment respectivement 23 et 26 % des taxons.

Cette prédominance des espèces à diaspores sarcochores dans des formations forestières a été soulignée par de nombreux auteurs. Howe (1984) cité par Doucet (2003) pense que dans les forêts paléotropicales, 35 à 48 % des arbres qui occupent les plus hautes cimes de la forêt sont zoochores et 70 à 80 % se rencontrent dans les strates inférieures. Par ailleurs, Evrard (1968) note que les diaspores charnues en l'occurrence les sarcochores, sont les plus fréquentes chez la plupart des végétaux du sous-bois. Kouka (2000), indique la prédominance de la zoochorie et la situe entre 70 et 78 % dans ce type de formation au Congo. Au Cameroun, Sonké (1998) souligne l'importance des diaspores sarcochores qui représentent près de 83 % de l'ensemble des espèces de la Réserve de Biosphère du Dja. Dans la présente étude, les espèces sarcochores représentent environ 58% dans la forêt d'Okoroba et 74 % dans la forêt de Yingui. Ces résultats corroborent ceux de Doucet (2003) qui signale

l'importance des diaspores sarcochores constituant 60 % des espèces rencontrées et 18,7 % des espèces ballochores.

Les modes de dispersion sont primordiaux pour l'analyse des diaspores. Deux avantages liés à la dissémination des diaspores ont été signalés par Doucet (1996), le phénomène de dispersion accroît la chance des plantules en grand nombre sous le porte graine (semenciers) d'échapper à la mortalité et la possibilité que les graines des espèces héliophiles se retrouvent dans une ouverture naturelle de la canopée présentant des conditions adéquates de germination et de croissance. Il faut noter que les chablis, provoqués lors de la chute d'un arbre, sont des phénomènes de régénération et de renouvellement essentiels à la forêt. Ils permettent aux végétaux pionniers héliophiles de s'installer avant de faire place aux essences de la forêt mûre. L'importance de ces avantages constitue un des facteurs qui contribue à la migration floristique. Sonké (1998), souligne que la forte proportion des espèces zoochores désigne l'importance et le rôle des animaux dans la régénération des forêts. En effet, ces forêts recèlent une faune mammalienne riche, diversifiée et très impliquée dans ce processus de dissémination (*Loxodonta african*, *Pan troglodytes*, *Gorilla gorilla*) et des oiseaux frugivores. D'autres travaux des forêts continentales d'Afrique centrale ont mis en exergue la sarcochorie (Yongo et DE Foucault, 2001).

L'analyse de nos résultats présente une prédominance de la zoochorie devant l'autochorie qui n'en est pas moins significative. L'anémochorie, dépendante des milieux ouverts est moins observée dans la zone sous étude. La faible représentation de l'anémochorie est due au fait que les espèces à diaspores légères sont éliminées au fur et à mesure que le milieu devient de plus en plus fermé pour céder la place aux espèces à diaspores lourdes (zoochorie et autochorie) (Mosango, 1990). Ce même auteur souligne l'augmentation de la proportion de la zoochorie et de l'autochorie de la jachère péri forestière à la forêt dense et une régression de l'anémochorie.

D'après Sabatier (1983), 80 % des espèces de la forêt guyanaise sont à dissémination zoochore. On trouve en particulier beaucoup d'endozoochores (disséminées par les oiseaux ou les chauves-souris). On trouve des espèces à dissémination anémochore et quelques espèces à dissémination réellement autochores chez des espèces de la voûte.

III.2.3.3. Types de tempéraments

Les proportions d'espèces non pionnières de 21,25 % à Yingui et 25,72 % à Okoroba sont le signe des perturbations anciennes montrant le passage de l'homme et l'usage des ressources de ces forêts par ceux qui y habitaient. L'Indice Pionnier a présenté des valeurs comprises entre 38 % à Yingui et 36 % à Okoroba. Ces valeurs sont proches du seuil de 50 % traduisant le degré de dégradation de la forêt (Hawthorne, 1996). Le taux d'espèces non pionnières moins élevé à Yingui peut signifier une forêt plus ancienne. Ceci pourrait s'expliquer par la proportion assez importante des espèces de gros diamètres dans cette forêt, principalement dans le groupement 2 faisant partie du district atlantique littoral.

La faible représentation des taxa héliophiles dans les forêts d'Okoroba et celles de Yingui et subséquemment dans les trois groupements issus de l'ordination peut s'expliquer par la dominance des émergents de la forêt, concourant à la mort de plusieurs espèces de lumières. La thèse selon laquelle les pionniers sont les plantes susceptibles de participer les premières à la reconstitution d'un couvert végétal, sans en assurer la stabilité, et douées pour jouer ce rôle, d'une capacité de germer dans des conditions de lumière forte, et d'une grande rapidité de croissance leur assurant un avantage sur leurs voisines (Riéra *et al.*, 1990) ; peut être utilisée ici pour justifier l'amalgame entre pionniers et héliophiles (cicatricielles).

D'autres espèces germant à la lumière mais présentant une croissance moins rapide peuvent dans certains cas jouer le rôle de pionnières, bien qu'elles n'en présentent pas toutes les caractéristiques.

III.2.4. Conservation

III.2.4.1. Conservation des espèces

Au sein de la forêt de Yingui (UFA 00 004), les résultats du plan d'aménagement ont mis en défens 12 espèces (Medinof, 2009). On peut noter que ces espèces bénéficient du statut de protection selon la réglementation en vigueur sur les forêts au Cameroun. *Antrocaryon klaineanum*, *Terminalia ivorensis*, *Didelotia letouzeyi*, *Erythrophleum suaveolens*, *Swietenia macrophylla*, *Zanthoxylum gillettii*, *Pouteria robusta*, *Pouteria altissima*, *Pouteria superba*, *Chrysophyllum lacourtianum*, *Austranella congolensis* et *Guibourtia tessmanii*. Bien que ces espèces soient à préoccupation mineure selon la liste UICN, elles sont intégralement protégées dans l'UFA du fait de leur rareté au sein de l'unité de gestion. Dans cette liste, *Guibourtia tessmanii* a récemment fait l'objet d'une proposition d'inscription dans l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) par le Ministère en charge des

forêts et de la faune du Cameroun. La faible densité des différentes espèces du genre *Guibourtia* présentes dans les forêts de sol ferme a été notée par les exploitants forestiers dès le début de la valorisation des massifs africains à l'époque coloniale. « Ces arbres sont en général très disséminés et très peu abondants dans les peuplements » (Méniand, 1931). Cette faible densité de la population est confirmée par les études les plus récentes (Tosso *et al.*, 2015).

Au sein de la forêt d'Okoroba (UFA 11 001), 8 espèces sont protégées pour les mêmes raisons de rareté évoquées dans le cas de l'UFA 00 004 (Medinof, 2008). Parmi ces espèces on rencontre *G. demeusei*, inscrite sur la liste de l'annexe II de la CITES par le MINFOF en raison de sa ressemblance avec *G. tessmannii*. La similitude marquée de son bois avec celui de *G. tessmannii* et de *G. pellegriniana*, leurs dénominations communes au Cameroun et sur les marchés internationaux, ainsi que la superposition de leurs aires de répartition constituent par ailleurs d'importants facteurs de confusion sur les marchés du bois. Cette confusion pourrait permettre un maintien déguisé des filières illégales de commercialisation de *G. tessmannii* et de *G. pellegriniana* en dépit de leur inscription à l'annexe II de la CITES.

III.2.4.2. Espèces recensées au sein des UFA et prioritaires pour la conservation

Les zones à grande superficie sont présentées dans la grande majorité des cas comme des foyers à grande concentration d'espèces endémiques à l'inverse des zones à faible superficie (Brooks *et al.*, 2002). Le statut de conservation des espèces de ces deux zones d'étude a été fait à l'échelle globale (Onana et Cheek, 2011). Les données d'espèces endémiques des deux zones d'études révèlent une proportion d'environ 9 % d'espèces endémiques. Ce taux est au-dessous des 11 % obtenu dans le Parc National de Korup où une superficie de 50 ha a été inventoriée (Kenfack *et al.*, 2006). Ce taux est similaire à celui obtenu à Campo-ma'an (Tchouto, 2004) et à Ngovayang (Gonmadjé, 2012). L'augmentation de l'échantillonnage dans nos zones d'études pourrait être révélatrice de nombreuses autres espèces endémiques comparables au taux obtenu à Korup voire plus. Il faut également noter que l'inventaire a été fait pour des individus ayant un dbh ≥ 10 cm. Des études de la flore au-dessous de 10 cm révèlent une biodiversité très importante et une endémicité forte.

Une des justifications de la forte endémicité de nos deux zones d'études serait la théorie des refuges forestiers. Selon Maley (1987), des îlots forestiers auraient persisté et résisté aux conditions climatiques défavorables. Ces forêts rélictuelles auraient une grande explication en la conservation à l'état de la diversité et à l'endémisme élevé.

Les espèces endémiques présentent un gros risque de disparition dû à leur confinement dans les habitats spécifiques et leur faible densité. (Brooks *et al.*, 2001; Myers *et al.*, 2000; Pimm et Brooks, 2000). Elles sont importantes pour la conservation parce qu'elles sont rares (Brown, 1984). Vu la nécessité de préserver ces espèces fragiles et menacées, il devient indispensable de mettre en défens les sites les abritant pour éviter une érosion totale et irréversible de cette biodiversité unique.

III.2.5. Stockage de carbone

III.2.5.1. Biomasse et structure des forêts atlantiques

Cette recherche visait à estimer les stocks de carbone de la biomasse aérienne des forêts atlantiques du Cameroun. Le modèle allométrique de Chave *et al.* (2005) prenant en compte le dhp et la densité a été utilisé pour l'estimation de la biomasse des arbres tandis que le modèle allométrique de Nascimento et Laurance (2002) prenant en compte uniquement le diamètre a été utilisé pour l'estimation de la biomasse des *Arecaceae*. Les stocks de carbone estimés à $198,66 \pm 39,69$ tC/ha pour les arbres de dhp ≥ 10 cm des forêts atlantiques sont compris entre les valeurs de 195 et 396 tC/ha obtenues à travers les différentes études menées dans le bassin du Congo (Djuikouo *et al.*, 2010; Gonmadje *et al.*, 2017; Gourlet-Fleury *et al.*, 2011; Kearsley *et al.*, 2013; Lewis *et al.*, 2013; Maniatis *et al.*, 2011; Mermoz *et al.*, 2015; Zapfack *et al.*, 2013).

Les résultats obtenus dans la présente étude et ailleurs montrent une nécessité de développer des modèles allométriques de biomasse spécifique aux forêts atlantiques du Cameroun. Une utilisation objective des modèles allométriques généraux lorsqu'il s'agit des domaines spécifiques de séquestration du carbone. Les stocks de carbone obtenus dans le présent travail peuvent être présentés aux décideurs politiques et économiques en vue d'estimer le crédit carbone global.

Cette étude montre que les stocks de carbone dans les forêts atlantiques varient d'un site à un autre, d'un groupement à un autre et d'une parcelle à une autre, d'une classe de diamètre à une autre. Dans ce travail, l'on a constaté que le stock de carbone n'est pas lié au nombre d'individus, mais plutôt au dhp et à la densité du bois. Le contraste entre la diminution du nombre d'individus lorsque le diamètre augmente d'une part et d'autre part l'augmentation de la quantité de carbone avec l'augmentation du diamètre permet de confirmer cette assertion. Ce constat a également été fait dans les forêts atlantiques du Brésil par Alves *et al.* (2010); Vieira *et al.* (2008).

L'estimation moyenne des individus de $d_{hp} \geq 10$ cm par hectare à travers le gradient d'altitude des forêts atlantiques (535 individus par ha) est similaire aux valeurs publiées dans d'autres études réalisées dans les forêts atlantiques du Cameroun et d'Amérique Centrale. Cependant, à travers ce gradient d'altitude, on note une différence non significative entre les stocks de carbone de la présente étude et une différence qui peut s'avérer significative entre les résultats des différents sites du Cameroun et du Brésil (Tableau XXVI). La présence des espèces hyper dominantes et à grand diamètre pourrait expliquer ce résultat. Slik *et al.* (2013) ont montré que la fréquence élevée d'arbres de plus de 70 cm de diamètre serait à l'origine des stocks de carbone plus élevés en forêts tropicales d'Afrique et d'Asie avec 197 et 185 tC/ha respectivement, que dans les forêts d'Amérique du Sud stockant 135 tC/ha. Dans le même ordre d'idées, Lewis *et al.* (2013) montrent qu'il existe aussi d'importantes variations spatiales au sein du continent africain. Ils indiquent des estimations de stocks de carbone en Afrique centrale (202 tC/ha) nettement supérieures à celles d'Afrique de l'Ouest (143 tC/ha) et de l'Est (129 tC/ha). Bastin *et al.* (2015) rejoint Slik *et al.* (2013) en justifiant les stocks de carbone plus élevés dans les forêts d'Afrique Centrale par la présence élevée d'hyperdominantes qui contribuent à plus de 50 % au stockage de carbone.

Dans cette étude, bien qu'aucune différence significative n'ait été observée, la quantité de carbone moyenne obtenue dans les forêts de Yingui ($202,37 \pm 50,51$ tC/ha) est légèrement au-dessus de celle obtenue dans les forêts d'Okoroba ($194,95 \pm 34,59$ tC/ha). Ce résultat suggère que même à l'échelle locale, des variations des stocks de carbone peuvent exister. Ces résultats corroborent avec les travaux de Day *et al.* (2013); Kuyah *et al.* (2014) qui indiquent des variations de carbone aérien respectivement entre les différents types de forêts denses humides d'Afrique centrale et entre les types de forêts de Miombo d'Afrique de l'Est. Ces variations peuvent être expliquées par des différences structurales liées à des perturbations anthropiques et/ou des gradients édaphiques et altitudinaux (Alves *et al.*, 2010).

Toutefois, la composition floristique et les variables dendrométriques (Surface terrière, hauteur-diamètre, densité, etc.) expliquent une plus grande partie de la variation spatiale de la biomasse dans les forêts tropicales africaines (Marshall *et al.*, 2012; Shirima *et al.*, 2015): d'où les différences observées entre les résultats de la présente étude et celles réalisées à travers les forêts tropicales africaines (Tableau XXVII).

D'une part, les résultats obtenus ont montré une distribution dissymétrique des stocks de carbone tant au sein des forêts d'Okoroba que celles de Yingui. Les différences dans la composition spécifique des différents types de forêts et leur localisation telles que l'ont montrées de nombreuses études antérieures (Barbosa *et al.*, 2014; Djomo *et al.*, 2011;

Ekoungoulou *et al.*, 2015; Shirima *et al.*, 2015; Wondrade *et al.*, 2015) expliquent ces variations spatiales des stocks de carbone observés. La différence obtenue entre les stocks de carbone au niveau des trois groupements végétaux identifiés vient conforter cette assertion car l'Analyse de Correspondance et la Classification Hiérarchique Ascendante ont permis de discriminer trois groupements végétaux différents de par leur composition spécifique. Cette différence dans la composition spécifique tant au niveau de la parcelle qu'au niveau du groupement ou encore même au niveau de l'écosystème étudié serait à l'origine des variations spatiales des stocks de carbone observés. Ces résultats rejoignent d'une part les travaux de Djuikouo *et al.* (2010) qui ont montré que les forêts matures à *Gilbertiodendron dewevrei* (Fabaceae-Caesalpinioideae) formant des peuplements mono-dominants stockent autant voire plus de biomasse aérienne que les forêts mixtes plus jeunes au Cameroun. D'autres part, Kearsley *et al.* (2013); Makana *et al.* (2011) ; Maniatis *et al.* (2011) poursuivent en montrant que les forêts dominées par des arbres appartenant aux Olacaceae, Caesalpinaceae et Burseraceae présentent une biomasse nettement supérieure à celle des forêts dominées par des arbres des Burseraceae, Myristicaceae et Euphorbiaceae. Par ailleurs, Fayolle *et al.* (2016) indiquent également que la composition spécifique et la structure forestière (densité des tiges et la surface terrière) pourraient être à l'origine des variations spatiales de la biomasse aérienne observée entre les forêts sempervirentes et semi-décidues au Cameroun.

Tableau XXVI. Comparaison des stocks de carbone pour les forêts atlantiques du Cameroun et du Brésil.

Type de forêt	Localité	Pays	Altitude (cm)	Nombre moyen d'individus par hectare	Stock de carbone (tC/ha)	Références
Forêt atlantique littorale et marécageuse	Parc de Campo Ma'an	Cameroun		-	118	(Day <i>et al.</i> , 2013)
Forêt atlantique Biafréenne	Réserve Ejagham			-	115	
Forêt atlantique littorale	UFA 0004		285-963	498	202	Présente étude
Forêt atlantique Biafréenne	UFA 11001		190-375	573	195	Présente étude
Forêt atlantique semi-decidue de basse altitude	Reserve forestière la Vale do Rio Doce, Linares	Brésil	28-65	-	157	(Rolim <i>et al.</i> , 2005)
Forêt inondé par saison (Restinga)	Ubatuba		0-50	763	74	(Alves <i>et al.</i> , 2010)
Forêt tropicale de basse altitude			50-100	543	94	
Forêt tropicale de moyenne altitude			100-400	721	113	
Forêt tropicale de haute altitude			400-1000	589	77	

Tableau XXVII. Comparaison de l'aire basale et les stocks de carbone pour les différents types de forêts tropicales africaines.

Type de forêt	Localité	Pays	Échantillonnage		Seuil de diamètre des arbres (cm)	Aire Basale (m ² ha ⁻¹)	Stock de carbone (t/ha)	Références
			Taille (ha)	n				
Forêt de production	Campo-Ma'an	Cameroun	0,5	8	Dhp ≥ 5	-	283	Djomo <i>et al.</i> (2011)
Forêt de protection	Campo-Ma'an	Cameroun	0,5	8	Dhp ≥ 5	-	278	
Agroforêt	Campo-Ma'an	Cameroun	0,5	8	Dhp ≥ 5	-	231	
Forêt mono-dominante	Dja	Cameroun	1	5	Dhp ≥ 10	38	280	Djuikouo <i>et al.</i> (2010)
	Ituri	RDC	10	2	Dhp ≥ 1	-	252	Makana <i>et al.</i> (2011)
	Yangambi	RDC	1	5	Dhp ≥ 10	30	156	Kearsley <i>et al.</i> (2013)
Forêt mixte	Dja	Cameroun	1	5	Dhp ≥ 10	31	199	Djuikouo <i>et al.</i> (2010)
	Ituri	RDC	10	2	Dhp ≥ 1	-	188	Makana <i>et al.</i> (2011)
	Yangambi	RDC	1	8	Dhp ≥ 10	32	151	Kearsley <i>et al.</i> (2013)
Forêt mature	Yangambi	RDC	1	1	Dhp ≥ 10	19	77	
	Kakamaga	Kenya	0,04	46	Dhp ≥ 5	-	234	Glenday (2006)
Forêt Jeune	Kakamaga	Kenya	0,04	16	Dhp ≥ 5	-	95	

	Yangambi	RDC	1	3	Dhp \geq 10	5	18	Kearsley <i>et al.</i> (2013)
Forêt semi-caducifoliée sur sols riches	Sud-Est	RCA	0,5	324	Dhp \geq 20	22	117	Gourlet-Fleury <i>et al.</i> (2011)
Forêt semi-caducifoliée sur sols pauvres	Sud-Est	RCA	0,5	101	Dhp \geq 20	18	93	
Forêt semi-caducifoliée exploité	M’Baiki	RCA	4	3	Dhp \geq 10	-	176	Gourlet-Fleury <i>et al.</i> (2013)
Forêt semi-caducifoliée exploitée + éclaircie	M’Baiki	RCA	4	4	Dhp \geq 10	-	167	
Forêt semi-caducifoliée non exploitée	M’Baiki	RCA	4	3	Dhp \geq 10	-	176	
Forêt semi-décidue	Mindourou	Cameroun	0,5	5152	Dhp \geq 10	18	164	Fayolle <i>et al.</i> (2016)
Forêt sempervirente	Ma’an	Cameroun	0,5	2101	Dhp \geq 10	15	122	
Forêt secondaire	Lesio-louna	Congo	0,12	3	Dhp \geq 10	-	79	Ekoungoulou <i>et al.</i> (2015)
Forêt de galerie	Lesio-louna	Congo	0,12	3	Dhp \geq 10	-	43	
Forêt de Yingui	UFA 0004	Cameroun	1	6	Dhp \geq 10	32	202	Présente étude
Forêt d’Okoroba	UFA 11001	Cameroun	1	6	Dhp \geq 10	32	195	
Forêt à Olacaceae, Caesalpiniaceae	Centre	Gabon	0,3	766	Dhp \geq 5	-	157	Maniatis <i>et al.</i> (2011)
			0,3	885	Dhp \geq 5	-	152	
Forêt à Burseraceae,	Centre	Gabon	0,3	589	Dhp \geq 5	-	147	

Myristicaceae, Euphorbiaceae								
Forêt de Montagne	Parc de Monts de Cristal	Gabon	1	5	Dhp \geq 10	40	214	Day <i>et al.</i> (2013)
Forêt tropicale de plaine et de montagne	Parc Waka	Gabon	1	5	Dhp \geq 10	34	185	
	Parc Monte Mitra	Guinée Equatoriale	1	3	Dhp \geq 10	32	180	
Forêt de sous-montagne, plaine et forêt riveraine	Parc Takamanda	Cameroun	1	10	Dhp \geq 10	31	165	
Forêt tropicale semi-décidue	Parc Nouabalé Ndoki	Congo	1	5	Dhp \geq 10	26	132	

III.2.5.2. Altitude et régimes de perturbations

Les forêts tropicales sont composées de mosaïques de végétation différentes de par leur âge et composition spécifique (Whitmore, 1984) et leur structure forestière est sensible au régime de perturbation de la canopée ainsi que des conditions locales. Les perturbations anthropiques passées sont également un facteur important affectant la variation de la structure forestière et l'accumulation de la biomasse entre les forêts tropicales (Clark, 2007; Clark *et al.*, 1995; Hughes *et al.*, 1999; Marín-Spiotta *et al.*, 2007; Urquiza-Haas *et al.*, 2007).

Dans la présente étude, l'utilisation passée des forêts par les populations locales peut expliquer partiellement l'hétérogénéité dans la biomasse aérienne obtenue entre les différentes placettes échantillonnées. Les placettes échantillonnées appartiennent à des concessions forestières qui y effectuent l'exploitation sélective en plus de la chasse et d'autres types d'utilisations de terre faites par les populations riveraines. En effet, à la faveur de l'accès facile, la proximité avec les villages riverains et leur richesse, les forêts atlantiques étudiées souffrent des perturbations anthropogéniques. Effectivement, la faible biomasse et la densité élevée des individus de faible diamètre (< 30 cm de dbh) dans les deux types de forêts atlantiques suggèrent que la structure desdites forêts pourrait refléter les différentes perturbations anthropiques passées et un processus de recouvrement.

Cependant, il est peu probable que le rétablissement des perturbations passées soit le seul moteur des observations faites sur la variation de la biomasse entre les types de forêts atlantiques. Les différences dans les taux d'accumulation de la biomasse entre les altitudes faible et supérieure peuvent également contribuer aux variations observées. Le facteur clé permettant de comprendre l'influence de l'altitude dans la variation de la biomasse aérienne des forêts atlantiques du Cameroun est l'augmentation substantielle de la contribution des individus de gros diamètres à la biomasse aérienne totale. Dans un certain sens, il semble que l'altitude soit responsable de la distribution d'un certain nombre d'individus de grands arbres avec une biomasse plus élevée. Ce fait peut être lié à l'existence d'un gradient topo-édaphique à échelle fine dans des sites forestiers de haute altitude, comme l'ont noté Paoli *et al.* (2008) dans les forêts d'Asie du Sud-Est.

CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

1. CONCLUSION

Au terme de la présente étude, nous présentons une synthèse des résultats obtenus au niveau floristique, structural, phytogéographique et du stockage de carbone. Les inventaires réalisés dans cette étude ont abouti à la constitution d'un ensemble floristique global de 6425 individus, 317 espèces réparties en 212 genres et 60 familles. L'analyse détaillée de la répartition de ces espèces sur les formations étudiées a montré, pour la forêt d'Okoroba, un fond floristique constitué de 3436 individus. La flore arborée de cette forêt est riche de 247 espèces, 179 genres et 56 familles. Au niveau de la forêt de Yingui, les inventaires ont permis de recenser 2 989 individus, 234 espèces, 170 genres et 53 familles.

Les familles les plus importantes au niveau spécifique sont les Fabaceae-Caesalpinioideae, suivies des Annonaceae, des Euphorbiaceae, des Rubiaceae, des Malvaceae et des Meliaceae. L'espèce la plus abondante au niveau de l'inventaire global est *Garcinia lucida* suivie de *Phyllocosmus calathysus*. La présence remarquable des Fabaceae-Caesalpinioideae dans ces deux types de forêt est un phénomène connu des forêts du Bassin du Congo.

Trois groupements végétaux ont été dénombrés dans le cadre de ce travail. Le groupement 1 compris entre 956-963 m d'altitude est défini comme appartenant au district atlantique nord-occidental pauvre en Caesalpinioideae, l'espèce la plus abondante dans ce groupement est *Garcinia lucida*. Le groupement 2 ou district atlantique littoral est situé entre 285-547 m d'altitude. Enfin le groupement 3 ou district atlantique biafréen d'altitude comprise entre 190-375 m s'insère en toute logique dans le découpage des forêts qui occupent les basses altitudes (200-500 m d'altitude) intérieures du golfe de Guinée (baie de Biafra) en deux principaux blocs séparés par la ligne montagneuse du Cameroun. Ce district est floristiquement très diversifié et particulièrement riche en Caesalpinioideae grégaires décrites par Letouzey.

Du point de vue de la structure, l'analyse indique des valeurs de densité élevées dans les forêts d'Okoroba (493 - 761 individus ha⁻¹) contre (358 - 645 individus ha⁻¹) dans les forêts de Yingui. Toutefois, la structure de la végétation dans les deux types de forêts est similaire. Les strates inférieures de ces forêts sont proches les unes des autres en terme d'abondance. L'abondance spécifique faible dans les strates supérieures est celle rencontrée dans les forêts tropicales africaines. Le diamètre moyen des espèces de la forêt d'Okoroba ou district atlantique biafréen est faible mais avec une surface terrière plus élevée que celle des espèces de la forêt de Yingui constituée du district atlantique nord-occidental et du district atlantique littoral. 80 % de la densité totale est représentée par les individus de diamètre

compris entre $10 \leq dhp < 30$ cm, 14 % est occupée par les individus de diamètre compris entre $30 \leq dhp < 50$ cm, le reste (6 %) est représentée par les individus de $dhp \geq 50$ cm. En revanche, la surface terrière qu'occupent les individus de $dhp \geq 50$ cm ($13,27 \pm 4,60 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) est plus élevée que celle obtenue dans les classes de diamètre inférieures.

Au niveau phytogéographique, le présent travail a montré que les espèces guinéo-congolaise sont nettement majoritaires aussi bien dans la forêt d'Okoroba (79,03 %) que celle de Yingui (79,8 %). Les espèces à large distribution et les espèces de liaisons sont faiblement représentées dans les deux zones d'études. L'analyse du type de disséminations a mis en relief la dominance de la zoochorie dans les deux formations forestières devant l'autochorie dont l'importance reste tout de même significative. La détermination du type de diaspores nous a permis de constater que les espèces sarcochores représentent le meilleur recouvrement de l'ensemble floristique global devant les taxons ballochores et barochores. On note une faible contribution des espèces pogonochores dans les deux types de forêt. Les espèces du sous-bois (SB) dites sciaphiles ou tolérantes à l'ombre sont les plus abondantes dans les deux forêts devant les espèces non pionnières (NP) et des espèces pionnières (P).

Ces deux écosystèmes forestiers ont révélé la présence de soixante (60) espèces prioritaires pour la conservation catégorisées en espèces rares ou en danger critique d'extinction (*Talbotiella batesii*, *Coffea leonimontana*), espèces en danger (*Isomacrolobium isopelatum*, *Jollydora glandulosa*), espèces vulnérables (*Entandrophragma cylindricum*) et espèces endémiques du Cameroun (*Cola suboppositifolia*, *Cleistanthus letouzeyi*).

Sur le plan de la gestion durable et responsable des forêts, la protection intégrale de quelques espèces par les dispositions du plan d'aménagement des UFA 11 001 et 00 004 a montré la place réservée à la conservation de la diversité biologique dans les concessions forestières. Cette mesure est davantage prise en compte par les sociétés forestière détentrices d'un certificat Forest Stewardship Council (FSC) gestion forestière ou "Origine et légalité du Bois" (OLB).

Les forêts de Yingui stockent une quantité moyenne de $202,37 \pm 50,5$ tC/ha légèrement supérieure à $194,95 \pm 34,59$ tC/ha stockée par les forêts d'Okoroba. On remarque une répartition inégale du stock de carbone entre les parcelles aussi bien dans les forêts de Yingui que dans les forêts d'Okoroba. Parmi les trois groupements obtenus dans le cadre de ce travail, le groupement 2 correspondant au district atlantique littoral est présenté comme celui stockant la plus importante quantité de carbone estimée à $203,67 \pm 58,96$ tC/ha suivi du groupement 1 ou district atlantique nord-occidental avec $200,67 \pm 58,86$ tC/ha. Les individus de $dhp \geq 50$ cm contribuent pour plus de la moitié soit 54 % du total de carbone stocké par

l'ensemble des individus des douze (12) parcelles. Au niveau spécifique, *Garcinia lucida* est l'espèce qui stocke la plus importante quantité de carbone avec une contribution de 18 % du total de carbone stocké.

En général, si la valeur économique de ces deux forêts a partiellement diminué avec l'exploitation forestière, leurs valeurs biologique et écologique restent plus ou moins intactes.

2. PERSPECTIVES

Ce travail a vraisemblablement apporté des éléments nouveaux sur la connaissance de la diversité floristique, de la conservation des espèces et du potentiel de stockage de carbone dans les forêts atlantiques du Cameroun. Toutefois, pour approfondir les connaissances sur les espèces présentant un intérêt économique et écologique, il serait judicieux de :

- augmenter l'échantillonnage en multipliant le nombre de dispositifs permanents prenant en compte d'autres types biologiques (espèces de sous-bois, herbacées) dans plusieurs sites du domaine forestier camerounais, ce qui donnerait d'atteindre de nombreuses zones n'ayant pas encore fait l'objet de telles investigations ;
- investiguer sur plus des facteurs de l'environnement non pris en compte dans le cadre de ce travail qui pourraient expliquer davantage leurs influences sur la répartition de la végétation ;
- approfondir les méthodes d'estimation de stock de carbone en prenant en compte d'autres paramètres tels que la hauteur de l'arbre et le sol.

3. RECOMMANDATIONS

Suite à l'augmentation galopante de la population, il devient urgent de :

- sensibiliser les populations riveraines des concessions forestières, les exploitants forestiers et tous les intervenants dans le domaine forestier permanent sur la nécessité de protéger un certain nombre d'espèces dont le statut ne favorise plus leur exploitation aujourd'hui ;
- favoriser la plantation des produits forestiers non ligneux utiles aux populations riveraines dans les limites des unités forestières d'aménagement afin de limiter leur pénétration dans le domaine forestier permanent ;
- former tous les intervenants de la filière bois à la reconnaissance exacte des espèces du genre *Guibourtia* dont les dénominations communes au Cameroun et sur les marchés internationaux pourraient permettre un maintien déguisé des filières illégales

de commercialisation de *Guibourtia tessmannii* en dépit de son inscription à l'annexe II de la CITES.

BIBLIOGRAPHIE

- Ablain M., Cazenave A., Valladeau G. and Guinehut S., 2009. A new assessment of the error budget of global mean sea level rate estimated by satellite altimetry over 1993–2008. *Ocean Science* 5:193–201.
- Achoundong G., 1995. Les formations submontagnardes du Nta-Ali au Cameroun. *Bois et forets des tropiques* 243:51–63.
- Alves L.F., Vieira S.A., Scaranello M.A., Camargo P.B., Santos F.A.M., Joly C.A. and Martinelli L.A., 2010. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology and Management* 260:679–691.
- Amara R., 2010. Impact de l’anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins. Exemple de la Manche-mer du nord. *Vertigo* 8:1-12.
- Amiet J.L., 1987. Aires disjointes et taons vicariants chez les Anoures du Cameroun: implications paléoclimatiques. *Alytes* 6(3-4): 99-115.
- Amiet J.L., 1989. Quelques aspects de la biologie des Amphibiens Anoures du Cameroun. *Ann. Biol* 28(2): 73-136.
- Anonyme, 1994. *Loi N° 94/01 du 20 Janvier 1994, portant régime des forêts, de la faune, et de la pêche*. Republic of Cameroon, Cameroon, 24 p.
- Anonyme, 2001. Soil carbon sequestration for improved land management. World Soil Resources Reports, Rome-Italy, pp.75.
- Anonyme, 2008. Fourth National Report to Convention on Biological diversity. MINEP, République of Cameroon, Yaounde, 200 p.
- Anonyme, 2009. Rapport de la quinzième session de la Conférence des Parties tenue à Copenhague du 7 au 19 décembre 2009 Nations Unies, Copenhague, 46 p.
- Anonyme, 2014. *Cinquieme Rapport National du Cameroun à la Convention de la Biodiversité*. MINEPDED, Yaoundé- Cameroun, 157 p.
- ATIBT, 2007. *Etude sur le plan pratique d’aménagement des forêts naturelles de production tropicales Africaines*, 136 p.
- Aubreville A., 1970. Flore du Cameroun. Légumineuses-Caesalpinioideae. Muséum National d'Histoire Naturelle. Laboratoire de Phanérogamie, France, 339 p.
- Aubreville A. et Leroy J.-F., 1961. Flore du Gabon. Museum Nationale d'histoire Naturelle de Paris, France, 142 p.
- Aubreville A. et Leroy J.-F., 1963. Flore du Cameroun. Museum Nationale d'histoire Naturelle de Paris, France, pp.3-7.
- Barbosa J.M., Melendez-Pastor I., Navarro-Pedreno J. and Bitencourt M.D., 2014. Remotely sensed biomass over steep slopes: An evaluation among successional stands of the Atlantic Forest, Brazil. *ISPRS J. Photogram.* 88:91–100.

- Bastin J.F., Barbier N., Réjou-Méchain M., Fayolle A., Gourlet-Fleury S., Maniatis D., de Haulleville T., Baya F., Beeckman H., Beina D., Couteron P., Chuyong G., Dauby G., Doucet J.L., Droissart V., Dufrene M., Ewango C., Gillet J.F., Gonmadje C.H., Hart T., Kavali T., Kenfack D., Libalah M., Malhi Y., Makana J.R., Pélissier R., Ploton P., Serckx A., Sonké B., Stevart T., Thomas D.W., De Cannière C. and Bogaert J., 2015. Seeing Central African forests through their largest trees. *Scientific Reports* 5:13156.
- Bebber D.P., Carine M.A., Wood J.R.I., Wortley A.H., Harris D.J., Prance G.T., Gerrit D., Paige J., Pennington T.D., R. N.K.B., and Scotland R.W. 2010. Herbaria are a major frontier for species discovery. Wake D. B. (ed) proceedings of the National Academy of Sciences, United States of America, pp. 69.
- Bikié H., Collomb J.G., Djomo L., Minnemeyer S., Ngoufo R. and Nguiffo S., 2000. Aperçu sur la situation de l'exploitation forestière au Cameroun. Goba Forest Watch, Washington, USA, 69 p.
- Bobo K.S., 2012. Dynamique des grands et moyens mammifères et des activités anthropiques dans l'UFA 11-001: Cas des UFE 1 et 2. Transformation Reef Cameroun, Douala, Cameroun, 42 p.
- Boudy P., 1948. Vocabulaire d'écologie. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris-France.
- Bowles I.A., Rice R.E., Mittermeier R.A. and da Fonseca G.A.B., 1998. Logging and Tropical Forest Conservation. *Science* 280(5371): 1899-1900.
- Brooks T.M., Balmford A., Burgess N.D., Fjeldsa J., Hansen L.A., Moore J., Rahbek C. and Williams P., 2001. Toward a blueprint for conservation in Africa. *BioScience* 51:613-624.
- Brooks T.M., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Rylands A.B., Konstant W.R., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G. and Others, 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* 16:909-923.
- Brown J.H., 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124:255-279.
- Cable S. and Cheek M., 1998. The plant of Mount Cameroon. A conservation checklist. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- CCNUCC, 1997. *Protocole de Kyoto à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques*, Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques New York, 24 p.
- Cerutti P., Nasi R. and Tacconi L., 2008. Sustainable Forest Management in Cameroon Needs More than Approved Forest Management Plans. *Ecology and Society* 13(3): 1-36.
- Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H., Riera B. and Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145:87-99.

- Chave J., Muller-Landau H.C., Baker T.R., Easdale T.S.A., Steege H.T. and Webb C.O., 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. *Ecological Applications* 16(6): 2356–2367.
- Ciesla, W. M. (1997), Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier : aspects généraux, (Étude FAO forêts – 126), FAO, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. [www.fao.org/docrep/v5240f/v5240f08.htm]
- Clark C.J., Poulsen J.R., Malonga R. and Elkan P.W., 2009. Logging concessions can extend the conservation state for Central African tropical forests. *Conservation Biology* 23:1281-1293.
- Clark D.A., 2007. Detecting tropical forests' responses to global climatic and atmospheric change: current challenges and a way forward. *Biotropica* 39:4–19.
- Clark D.A., Clark D.B., Sandoval R., and Castro M.V., 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain-forest palms. *Ecology* 76:2581–2594.
- Comiso J.C. and Nishio F., 2008. Trends in the sea ice cover using enhanced and compatible AMSR-E, SSM/I, and SMMR data. *Journal of Geophysical Research* 113:21.
- Cottam G. and Curtis J.T., 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.
- Couvreux T.L.P., Forest F. and Baker W.J., 2011. Origin and global diversification patterns of tropical rain forests: inferences from a complete genus-level phylogeny of palms. *BMC Biology* 9:44.
- Dainou K., Bracke C., Vermeulen C., Haurez B., De Vleeschouwer J.-Y., Fayolle A. and Doucet J.L., 2016. Hautes Valeurs de Conservation (HVC) dans les Unités Forestières d'Aménagement du Cameroun: concepts, choix et pratiques. Les presses agronomiques de Gembloux, 96 p.
- Davis S.D., Heywood V.H. and Hamilton A.C., 1994. Centre of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. IUCN-The World Conservation Union.
- Day M., Baldauf C., Rutishauser E. and Sunderland T.C.H., 2013. Relationships between tree species diversity and above-ground biomass in Central African rainforests: implications for REDD. *Environmental Conservation* 41(1): 64–72.
- de Wasseige C., Devers C., De Marcken P., Eba'a Atyi R., Nasi R., and Mayaux P., 2009. Les forêts du Bassin du Congo. Etat des forêts 2008. Communautés européennes, 425 p.
- Djama T., 2001. Inventaire quantitatif des poissons dans l'UTO Campo Ma'an. UTO, Kribi, Cameroun.
- Djomo A.N., Knohl A., and Gode G., 2011. Estimations of total ecosystem carbon pools distribution and carbon biomass current annual increment of a moist tropical forest. *Forest Ecology and Management* 261:1448–1459.

- Djuikouo K.M.N., 2012. Diversité, régénération naturelle, dynamique forestière et biomasse dans les forêts du Bassin du Congo (Réserve de la Biosphère du Dja-Sud-Est Cameroun). Thèse de Doctorat/PhD, Université de Yaoundé I, 189 p.
- Djuikouo M.N., Doucet J.L., Nguembou C.K., Lewis S.L. and Sonké B., 2010. Diversity and aboveground biomass in three tropical forest types in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon. *Afr. J. Ecol.* 48:1053–1063.
- Doucet J.L., Mougazi A. et Issembe Y., 1996. Etude de la végétation dans le 32 (Gabon): biodiversité, écologie des espèces, recommandations pour une gestion soutenue., Gembloux-Belgique, pp. 1-4.
- Doumenge C., Ndinga A., Fomete Nembot T., Tchanou Z., Micha Ondo V., Ona Nze N., Bourobou Bourobou H. And Ngoye A., 2003. Conservation de la biodiversité forestière en Afrique centrale atlantique. II. Identification d'un réseau de sites critiques. *Bois et forêts des tropiques* 276 :43–57.
- Durrieu de Madron L., Favrichon V., Dupuy B., Bar-Hen A., and Maître H. F., 1998. Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif de Mopri. Côte d'Ivoire (1978-1990). Forafri-CIRAD, pp. 77.
- Effala G., 2007. *Etude socio-économique réalisée dans les villages riverain de l'UFA 11-001: Synthèse des données générales et analyse des résultats d'enquêtes*, Transformation Reef Cameroon, 57 p.
- Ekobo A., 2008. Etude Sur les Potentialités Fauniques de l'UFA 11-001 Province du Sud ouest, Cameroun. WWF, 85 p.
- Ekoungoulou R., Niu S., Loumeto J.J., Ifo S.A., Bocko Y.E., Mikieleko F.E.K., Guiekisse E.D.M., Senou H., and Liu X., 2015. Evaluating the Carbon Stock in Above- and Below-Ground Biomass in a Moist Central African Forest *Applied Ecology and Environmental Sciences* 3(2): 51-59.
- Estève, 2001. Étude sur le plan pratique d'aménagement des forêts naturelles de production tropicales africaines : application au cas de l'Afrique centrale. Premier volet : production forestière. ATIBT, 136 p.
- Evrard C., 1968. Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette congolaise. Publ. INEAC, 295 p.
- FAO, 1992. The state of food and agriculture, Rome, 280 p.
- FAO, 2005. Global Forest Resources Assessment 2005: Progress towards sustainable forest management. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy, 350 p.
- FAO, 2006. Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management Rome. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italie, pp. 26-39.
- FAO, 2011. State of the World's Forests. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy, 179 p.

- FAO, 2015. Document de travail de l'évaluation des ressources forestières. FAO, Rome, Italie, 138 p.
- Favrillon V., Gourlet-Fleury S., Bar-Hen A. et Dessard H., 1998. Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. Serie FORAFRI, 74 p.
- Fayolle A., Doucet J.-L., Gillet J.-F., Bourland N., and Lejeune P., 2013. Tree allometry in Central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management* 305:29–37.
- Fayolle A., Loubota Panzou G.J., Drouet T., Swaine M.D., Bauwens S., Vleminckx J., Biwole A., Lejeune P. and Jean-Louis Doucet, 2016. Taller trees, denser stands and greater biomass in semi-deciduous than in evergreen lowland central African forests. *Forest Ecology and Management* 374:42–50.
- Ferraro P.J. and Simpson R.D., 2003. Protecting forests and biodiversity: are investments in eco-friendly production activities the best way to protect endangered ecosystems and enhance rural livelihoods? Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity. Sponsored by CIFOR, in collaboration with BMZ, DSE, and GTZ, pp.21-21.
- Fox J., 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software* 14(9): 1-42.
- Fredericksen T.S. and Putz F.E., 2003. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. *Biodiversity and Conservation* 12:1445-1453.
- Gasel J., 1957. Géologie du Cameroun. FOM, Cameroun, 278 p.
- Gemerden B.S. and Hazeu G.W., 1999. *Landscape ecological survey (1:100,000) of the Bipindi-Kom II: Lolodorf region, southwest Cameroon*, Tropenbos-Cameroon documents, 59 p.
- Gentry A.H., 1988. trees species richness of upper Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 85 :156-159.
- GIEC, 2003. Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, 594 p.
- GIEC, 2013. Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Nations Unies, Cambridge, Royaume-Uni, 222 p.
- GIEC, 2014. Changements climatiques 2014. Incidences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Suisse, 40 p.
- Gillett J.B., 1962. Pest pressure, an underestimated factor in evolution. *Syst. Assoc. Publ.* 4:37–46.

- Gitz V., 2004. Usage des terres et politiques climatiques globales. Doctorat. Ecole Nationale du Genie Rural des Eaux et des Forêts, Paris-France, 245 p.
- Glenday J., 2006. Carbon storage and emissions offset potential in an East African tropical rainforest. *Forest Ecology and Management* 235(1-3): 72-83.
- Gonmadje C., Picard N., Gourlet-Fleury S., Réjou-Méchain M., Freycon V., Sunderland T., McKey D. and Doumenge C., 2017. Altitudinal filtering of large-tree species explains above-ground biomass variation in an Atlantic Central African rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 1-12.
- Gonmadje C.F., Doumenge C., Sunderland T.C.H., Balinga M.P.B. and Sonké B., 2012. Analyse phytogéographique des forêts d'Afrique Centrale: le cas du massif de Ngovayang (Cameroun). *Plant Ecology and Evolution* 145(2): 152–164.
- Gonmadjé F.C., 2012. Diversité et biogéographie des forêts d'Afrique centrale atlantique: le cas du massif de Ngovayang. Thèse de doctorat. Université Montpellier II, Montpellier-France, 185 p.
- Gourlet-Fleury S., Mortier F., Fayolle A., Baya F., Ouedraogo D., Benedet F. and Picard N., 2013. Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. *Phil Trans R Soc B* 368: 18 p.
- Gourlet-Fleury S., Rossi V., Réjou-Méchain M., Freycon V., Fayolle A., Saint-André L., Cornu G., Gérard J., Sarrailh J.M., Flores O., Baya F., Billand A., Fauvet N., Gally M., Henry M., Hubert D., Pasquier A. and Picard N., 2011. Environmental filtering of dense-wooded species controls aboveground biomass stored on nutrient-poor soils in African moist forests. *Journal Ecology* 99:981–990.
- Hawthorne W., 1996. Holes and the sums of parts in Ghanaian forest: regeneration, scale and sustainable use. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Edinburgh*, pp. 75-176.
- Heink et Kowarik, 2014. What criteria should be used to select biodiversity indicators? *Biodiversity and conservation* 19:3769-3797.
- Henry M., 2010. C stocks and dynamics in Sub Saharan Africa. Doctor of Philosophy. Paris Institute of Technology for Life, Food and Environmental Sciences (AgroParisTech) and The University of Tuscia, 433 p.
- Henry M., Besnard A., Asantee W.A., Eshunf J., Adu-Bredug S., Valentini R., Bernoux M. and Saint-André L., 2010. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management* 260:1375–1388.
- Holmgren P., Marklund L.G., Saket M. and Wilkie M.L., 2007. Forest monitoring and assessment for climate change reporting: partnerships, capacity building and delivery. *Forest Resources Assessment Working*, FAO, Rome, Italie, 142 p.
- Howard A.F., Rice R.E., and Gullison R.E., 1996. Simulated financial returns and selected environmental impacts from four alternative silvicultural prescriptions applied in

- the neotropics: a case study of the Chimanes forest, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 89:43–57.
- Hughes R.F., Kauffman J.B., and Jaramillo V.J., 1999. Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico. *Ecology* 80:1892–1907.
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse gas inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. IGES, Japan, 198 p.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 153 p.
- IUCN, 2015. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/search>
- Jenner X., 2002. Décrire les peuplements feuillus issus du TSF. *Forêts de France* 458:35-37.
- Jevrejeva S., Moore J.C., Grinsted A., and Woodworth P.L., 2008. Recent global sea level acceleration started over 200 years ago? *Geophysical Research Letters* 35:13 p.
- Kam M.D., Fines J.P. and Akogo G. (eds), 2002. *Schéma directeur pour le développement de l'Unité Technique Opérationnelle de Campo Ma'an*. UTO, Kribi, Cameroun, 99 p.
- Kandel R. et Fouquart Y., 1992. Le bilan radiatif de la terre. *La recherche* 23(243): 316-324.
- Kearsley E., de Haulleville T., Hufkens K., Kidimbu A., Toirambe B., Baert G., Huygens D., Kebede Y., Defourny P., Bogaert J., Beeckman H., Steppe K., Boeckx P. and Verbeeck H., 2013. Conventional tree height–diameter relationships significantly overestimate aboveground carbon stocks in the Central Congo Basin. *Nat. Commun.* 4. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms3269>.
- Kenfack D., Thomas D.W., Chuyong G. and Condit R., 2006. Rarity and abundance in a diverse african forest. *Biodiversity and Conservation* 16:2045-2074.
- Kent M. and Coker P., 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach, London, UK, 428 p.
- Kouka L.A., 2000. Recherches sur la flore, la structure et la dynamique des forêts du parc national d'Odzala (Congo Brazzaville). Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique, 488 p.
- Kouob B., S, 2009. Organisation de la diversité végétale dans les forêts matures de terre ferme du sud-est Cameroun. Doctorat. Université Libre de Bruxelles, Belgique, 188 p.
- Kuebler C., 2006. Tropical Ecology, Assessment, and Monitoring (TEAM) Initiative Vegetation Monitoring Protocol Version 1.3.

- Kuper W., Sommer J.H., Lovett J.C., Mutke J., Linder H.P., Beentje H.J., Van Rompaey R., Chatelain C., Sosef M. and Barthlott W., 2004. Africa's hotspots of biodiversity redefined. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91:525–535.
- Kuyah S., Sileshi G.W., Njoloma J., Mng'omba S., and Neufeldt H., 2014. Estimating aboveground tree biomass in three different miombo woodlands and associated land use systems in Malawi. *Biomass and bioenergy* 66 :214-222.
- Lebrun J.P., 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard. Inst. Parcs Nat., Congo-Belge, 800 p.
- Lebrun J.P. et Stork A.L., 1991. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 249 p.
- Lebrun J.P. et Stork A.L., 1992. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 257 p.
- Lebrun J.P. et Stork A.L., 1995. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 341 p.
- Lebrun J.P. et Stork A.L., 1997. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 712 p.
- Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Lechevallier P, Paris, France, 511 p.
- Letouzey R., 1982a. Manuel de botanique forestière Afrique tropicale. Centre technique forestier tropical. Vol. Tome 2A, pp. 1-216.
- Letouzey R., 1982b. Manuel de botanique forestière Afrique tropicale. Centre technique forestière tropicale, 192 p.
- Letouzey R., 1985. Carte Phytogéographique du Cameroun au 1: 500 000b, accompagnée de : Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1: 500 000. 4) TV: Domaine de la forêt dense humide toujours verte (Pages 95 à 142 avec groupements n° 185 à 267). Institut de la carte internationale de végétation, Toulouse, France.
- Leuliette E.W. et Scharroo R., 2010. Integrating Jason-2 into a Multiple-Altitude Climate Data Record. *Marine Geodesy* 33:504–517.
- Lewis S.L., Sonke B., Sunderland T., Begne S.K., Lopez-Gonzalez G., HeijdenGeertje M.F.v.d., Phillips O.L., Affum-Baffoe K., Baker T.R., Banin L., Bastin J.-F., Beeckman H., Boeck P., Bogaert J., De Canniere C., Chezeaux E., Clark C.J., Collins M., Djangbletey G., Djuikouo M.N.K., Droissart V., Doucet J.-L., Ewango C.E.N., Fauset S., Feldpausch T.R., Foli E.G., Gillet J.F., Hamilton A.C., Harris D.J., Hart T.B., Haulleville T.d., Hladik A., Hufkens K., Huygens D., Jeanmart P. and Zemagho L., 2013. Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B.* 368: 20 p.
- Lézine A.M., 2007. Pollen Records, Postglacial/Africa. *Elsevier B. V.* 2681-2699.

- Limoges B., Boisseau G., Gratton L. and Kasisi R., 2013. Terminologie relative à la conservation de la biodiversité in situ. Québec, Vol. 2, pp. 21,
- Linder H.P., 2001. Plant diversity and endemism in sub-Saharan tropical Africa. *Journal of Biogeography* 28:169–182.
- MacArthur R. and Wilson O., 1967. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- Makana J.-R., Ewango C.N., McMahon S.M., Thomas S.C., Hart T.B. and Condit R., 2011. Demography and biomass change in monodominant and mixed old-growth forest of the Congo. *Journal of Tropical Ecology* 27 :447–461.
- Maley J., 1987. Fragmentation de la forêt dense humide africaine et extension des biotopes montagnards au Quaternaire récent: nouvelles données polliniques et chronologiques. Implications paléoclimatiques et biogéographiques. *Palaeoecology of Africa* 18:307–334.
- Maley J., 1996. The african rain forest main characteristics of changes in vegetation and climate for the upper Cretaceous of the Quaternary. *Proceeding of Royal Society of Biology Sciences*, 31-73.
- Maley J., 2001. La destruction catastrophique des forêts d'Afrique centrale survenue il y'a environ 2500 ans exerce encore une influence majeure sur la répartition actuelle des formations végétales. *Syst. & Geogr. Plants* 71:777-796.
- Maley J. et Brénac P., 1998. Vegetation dynamics, palaeoenvironments and climatic changes in the forests of West Cameroon during the last 28,000 years. *Rev. Palaeobot. & Palyno.*, 99:157-188.
- Maniatis D., 2010. Methodologies to measure aboveground biomass in the Congo Basin Forest in a UNFCCC REDD+ context. Doctor of Philosophy of Science. University of Oxford, 250 p.
- Maniatis D., Malhi Y., André L.S., Mollicone D., Barbier N., Saatchi S., Henry M., Tellier L., Schwartzberg M. and White L., 2011. Evaluating the Potential of Commercial Forest Inventory Data to Report on Forest Carbon Stock and Forest Carbon Stock Changes for REDD+ under the UNFCCC. *International Journal of Forestry Research*, 13 p.
- Marín-Spiotta E., Ostertag R. and Silver W.L., 2007. Long-term patterns in tropical reforestation: plant community composition and aboveground biomass accumulation. *Ecol. Appl.* 17:828–839.
- Markus T. and Cavalieri D.J., 2000. An enhancement of the NASA Team sea ice algorithm. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 38:1387–1398.
- Marshall A.R., Willcock S., Platts P.J., Lovett J.C., Balmford A., Burgess N.D., Latham J.E., Munishi P.K.T., Salter R., Shirima D.D. and Lewis S.L., 2012. Measuring and modelling above-ground carbon and tree allometry along a tropical elevation gradient. *Biological Conservation* 154:20–33.

- Medinof, 2008. Plan d'aménagement concession N° 1086 UFA 11 001. Transformation Reef Cameroun. TRC, Douala, 104 p
- Medinof, 2009. Plan d'aménagement concession N° 1029 UFA 00 004. Transformation Reef Cameroun. TRC, Douala, 110 p.
- Méniand J., 1931. Nos bois coloniaux. Paris-France.
- Mermoz S., Réjou-Méchain M., Villard L., Le Toan T., Rossi V. and Gourlet-Fleury S., 2015. Decrease of L-band SAR backscatter with biomass of dense forests. *Remote Sensing of Environment* 159 :307–317.
- MINEF, 1995. Décret N°95/531/PM du 23 août 1995 fixant les modalités du régime des forêts. MINEF, Yaoundé-Cameroun.
- MINEF, 2001. Arrête N°0222 MINEF du 25 mai 2001 fixant les procédures d'élaboration de suivi et de contrôle des plans d'aménagement des forêts MINEF, Yaoundé-Cameroun. pp. 18.
- Momo S.M.C., 2009. Influence des activités anthropiques sur la végétation du mont Oku (Cameroun). Université de Picardie et Université de Yaoundé I, 197 p.
- Mori S.A., Boom B.M., and De Carvalino A.M., 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15 :68–70.
- Mosango M., 1990. Contribution à l'étude botanique et biogéochimique de l'écosystème forêt en région équatoriale (Île Kongolo, Zaïre). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 220 p.
- Myers N., Mittermeir C., da Fonseca G.A.B. and J K., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Nascimento H.E.M. and Laurance W.F., 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management* 168:311–321.
- Nerem R.S., Chambers D.P., Choe C. and Mitchum G.T., 2010. Estimating Mean Sea Level Change from the TOPEX and Jason Altimeter Missions. *Marine Geodesy* 33 :435–446.
- Nielsen E. et Rice R., 2004. Gestion durable des forêts et incitations directes à la conservation de la biodiversité. *Revue Tiers Monde* 177:127-150.
- Onana J.M., 2011. The vascular plants of Cameroon. A taxonomic checklist with IUCN assessments: 26. Flore du Cameroun 39"occasional volume".The national Herbarium of Cameroon Ministry of Scientific Research and Innovation. Yaoundé-Cameroun. 195 p.
- Onana J.M., 2013. Synopsis des espèces végétales vasculaires endémiques et rares du Cameroun. Check liste pour la gestion durable et la conservation de la biodiversité. In: J.M. Onanas (eds).*Flore du Cameroun*. Ministère de la Recherche et de l'Innovation, Yaoundé, Cameroun, 277 p.

- Onana J.M. and Cheek M., 2011. Red data book of the flowering plants of Cameroon: IUCN global assessments. Royal Botanic Gardens. Kew. London- UK., 578 p.
- Paoli G., Curran L., and Slik J., 2008. Soil nutrients affect spatial patterns of above-ground biomass and emergent tree density in southwestern Borneo. *Oecologia* 155:155–287.
- Paque S.H., Ekodeck C., Ekoumou H., Mougano S., Odoukang A. and Meigari R., 2005. Etude socio-économique et faunique de l'UFA 00-004 de la société TRC. Douala-Cameroun,
- Parker C., Mitchell A., Trivedi M. and Mardas N., 2009. Le Petit Livre Rouge du REDD +. Guide de propositions gouvernementales et non gouvernementales visant à réduire les émissions liées à la déforestation et à la dégradation de la forêt. Global Canopy Programme, Oxford, UK., 71 p.
- Peet R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:285-307.
- Picard N., 2007. Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état des lieux. CIRAD, France, 38 p.
- Picard N. et Gourlet-Fleury S., 2008. *Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo*, COMIFAC, 265 p.
- Pimm S.L. et Brooks T., 2000. The Sixth extinction: how large, where, and when? *In: Nature and human society: the quest for a sustainable world: Proceedings of the 1997 Forum on biodiversity*, 623 p.
- PNUD, 2007. La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé. PNUD, New York, USA, 399 p.
- Ray R.D. et Douglas B.C., 2011. Experiments in reconstructing twentieth-century sea levels. *Progress in Oceanography* 91:496–515.
- Rayner N.A., 2003. Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research* 108: 4407.
- Reitsma J.M., 1988. Forest vegetation of Gabon. The Tropenbos Foundation, Pays-Bas.
- Ricklefs R.E., 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7:1–15.
- Riéra B., Puig H., and Lescure J.P., 1990. La dynamique de la forêt naturelle. *Bois et Forêt des Tropiques* 219 :69-78.
- Rolim S.G., Jesus R.M., Nascimento H.E.M., Couto H.T.Z., and Chambers J.C., 2005. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. *Oecologia* 142 :238–246.

- Sabatier D., 1983. Fructification et dissémination en forêt guyanaise. L'exemple de quelques espèces ligneuses. Thèse de 3^e cycle, Montpellier, 238p.
- Schnell R., 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. *Annales de géographie* 81(448) : 744-745.
- SDIAF, 2003. *Fiches Techniques sur les Aménagements Forestiers*, MINFOF, République du Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 27 p.
- SDIAF, 2010. *Aménagement forestier*, MINFOF, République du Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 33 p.
- Segalen P., 1957. *Les sols du Cameroun*, ORSTOM, Imprimerie Nationale, pp. 137-187
- Senterre B., 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la Phytogéographie des forêts denses d'Afrique Tropicale. Université Libre de Bruxelles Belgique et Université de Yaoundé I Cameroun, 343 p.
- Shirima D.D., Totland Ø., Munishi P.K.T., and Moe S.R., 2015. Relationships between tree species richness, evenness and aboveground carbon storage in montane forests and miombo woodlands of Tanzania. *Basic and Applied Ecology* 16:239–249.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Sist P., 2000. Reduced-impact logging in the tropics: objectives, principles and impacts. *International Forestry Review* 2:3–10.
- Sist P. and Brown N., 2004. Silvicultural intensification for tropical forest conservation: a response to Fredericksen and Putz. *Biodiversity and Conservation* 13:2381-2385.
- Slik J.W.F., Paoli G., McGuire K., Amaral I., Barroso J., Bastian M., Blanc L., Bongers F., Boundja P., Clark C., Collins M., Dauby G., Ding Y., Doucet J.-L., Eler E., Ferreira L., Olle F., Gabriella F., Gillet J.-F., Harris D., and Leal M., 2013. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics *Global Ecology and Biogeography* 22:1261-1271.
- Sonké B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun). Doctorat. Université libre de Belgique, Belgique, 267 p.
- Sonké B., 2005. Forêts de la Réserve du Dja (Cameroun): Etudes floristiques et structurales. *Scripta Botanica Belgica* 32. Leuven, Belgique, pp. 144.
- SOSEF M.S.M., 1994. Refuge begonias: taxonomy, phylogeny and historical biogeography of *Begonia* sect. *Loasibegonia* and sect. *Scutobegonia* in relation to glacial rain forest refuges in Africa. Wageningen, Wageningen, 220 p.
- Tadjuidje M.H., 2009. La certifications forestière dans le bassin du Congo. In XIII Congrès forestier mondial, Buenos Aires, Argentina, 10 p.
- Tchiengué B., 2004. Etude écologique et floristique de la végétation d'un massif de la ligne du Cameroun: le mont Koupé. Université de Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun, 238 p.

- Tchouto M.G.P., 2004. Plant diversity in central African rain forest. Implications for biodiversity conservation in Cameroon. Wageningen University, Wageningen, The Netherland, 206 p.
- Tchouto M.G.P., De Wilde J., De Boer W.F., Van Der Maesen L.J.G. and Cleef A., 2009. Bio-indicator species and Central African rain forest refuges in the Campo-Ma'an area. *Systematics and Biodiversity* 7:21-31.
- Tchouto M.G.P., Yemefack M., Boer W., Wilde J., Maesen L. and Cleef A., 2006. Biodiversity Hotspots and conservation priorities in the Campo-Ma'an rain forest, Cameroun. *Biodiversity and conservation* 15:1219-1259.
- Terborgh J., 1999. Requiem for Nature. *Journal of Political Ecology: Case Studies in History and Society*, Island Press, Washington, D.C. 234 p.
- Thomas D.W., 1998. Pipeline vegetation survey.
- Topa G., Karsenty A., Mégevand. C and Debroux L., 2009. The rainforests of Cameroon : experience and evidence from a decade of reform. Directions in development, Banque mondiale (Environnement et développement durable). Washington, D.C.
- Tosso F., Daïnou K., Hardy O.J., Sinsi B. et Doucet J.L., 2015. Le genre *Guibourtia* Benn., un taxon à haute valeur commerciale et sociétale (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 19(1): 71-88.
- Urquiza-Haas T., Dolman P.M., and Peres C.A., 2007. Regional scale variation in forest structure and biomass in the Yucata'n Peninsula, Mexico: Effects of forest disturbance. *Forest Ecology and Management* 247 :80–90.
- Valencia R., Foster R.B., Villa G., Condit R., Svenning J.C., Hernández C., Romoleroux K., Losos E., Magård E., and Balslev H., 2004. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: a large forest plot in eastern Ecuador. *J. Ecol.* 92:214–229.
- Van de Weghe J.P., 2004. Forêts d'Afrique Centrale: la Nature et l'Homme. ADIE, ECOFAC, FFEM, Commission Européenne, 98 p
- Victor J.E. et Keith M., 2004. The Orange List: a safety net for biodiversity in South Africa. *S. Afr. J. Sci.* 100:139-141.
- Vieira S.A., Alves L.F., Aidar M.P.M., Araújo L.S., Baker T., Batista J.L.F., Campos M.C.R., Camargo P.B., Chave J., Delitti W.B., Higuchi N., Honório E., Joly C.A., Keller M., Martinelli L.A., Mattos E.A., Metzker T., Phillips O.L., Santos F.A.M., Shimabukuro M.T., Silveira M. and Trumbore S.E., 2008. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotropica* 8(2): 21-29.
- Vincent J.R., 1992. The tropical timber trade and sustainable development. *Science* 256 :1651-1655.
- Vivien J., 1991. Faune du Cameroun. Guide des mammifères et poissons. GICAM, Cameroun, 271 p.

- Walsh J.E. et Chapman W.L., 2001. 20th-century sea-ice variations from observational data. *Annals of Glaciology* 33:444–448.
- Walter H. et Lieth H., 1964. Klimadiagram-Weltatlas. Jena, G. Fischer.
- White F., 1979. The Guineo-Congolian Region and its relationships to other phytochoria. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 49:11–55.
- White F., 1983. The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO. Vegetation map of Africa. UNESCO, Paris, France, 356 p.
- White F., 1986. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la végétation de l'Afrique. UNESCO/AETFAT/UNSO, ORSTOM-UNESCO, 384 p.
- Whitmore T.C., 1984. Tropical Rain Forests of the Far East. Clarendon Press, Oxford, 352 p.
- Wilhussen P.R., Brechin S.R., Fortwangler C.L. and West P.C., 2002. Reinventing the square wheel: critique of a resurgent 'protection paradigm' in international biodiversity conservation. *Society and Natural Resources* 15(1).
- Willis F., Moat J. and Paton A., 2003. Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. *Biodiversity and conservation* 12 :1537-1552.
- Wolter F., 1993. Etude des possibilités techniques, économiques et financières d'un aménagement des forêts tropicales denses humides de la cuvette centrale du Zaïre, basé sur ses capacités naturelles. Thèse de doctorat. Université Catholique de Louvain, 170 p.
- Wondrade N., Dick O., and Tveite H., 2015. Estimating above Ground Biomass and Carbon Stock in the Lake Hawassa Watershed, Ethiopia by Integrating Remote Sensing and Allometric Equations. *Forest Research* 4(3): 1-11.
- WWF, 2007. *Inventaire faune*, Transformation Reef Cameroun, Douala, Cameroun, 30 p.
- Yongo O. et DE Foucault B., 2001. Analyse phytogéographique de la forêt de Ngotto (République centrafricaine). *Syst. Geogr. Plants*, 71(2): 847-857.
- Zanne A.E., Lopez-Gonzalez G., Coomes D.A., Ilic J., Jansen S., Lewis S.L., Miller R.B., Swenson N.G., Wiemann M.C. and Chave J., 2009. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
- Zapfack L., Noiha N.W., Dziedjou K.P., Zemagho L., and Fomete N.T., 2013. Deforestation and carbon stocks in the surroundings of lobéké National Park (Cameroun) in the Congo Basin. *Environment and natural Resources Research* 3:78-86.