

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALES



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF PLANT
BIOLOGY

**Ecologie et régénération naturelle des espèces à Produits
Forestiers Non Ligneux de la périphérie du Parc National
de Boumba-bek, Sud-Est Cameroun**

Thèse présentée et soutenue en vue de l'obtention du titre de
Docteur/ Ph.D en Biologie des Organismes Végétaux

Par : **NGANSOP TOUNKAM Marlène**
Master ès Sciences

Sous la direction de
BIYE Elvire Hortense
Maître de Conférences, U.Y.I

Année Académique : 2020



**LISTE PROTOCOLAIRE DE LA FACULTE DES SCIENCES PAR
DEPARTEMENT ET PAR GRADE**

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2019/2020

(Par Département et par Grade)

DATE D'ACTUALISATION : 19 Février 2020

ADMINISTRATION

DOYEN: TCHOUANKEU Jean Claude, *Maitre de Conférences*

VICE-DOYEN / DPSAA: DONGO Etienne, *Professeur*

VICE-DOYEN / DSSE: AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Professeur*

VICE-DOYEN / DRC: ABOSSOLO Monique, *Maitre de Conférences*

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

Chef Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche: MBAZE MEVA'A Luc Léonard, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (38)			
N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BIGOGA DIAGA Jude	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	FOKOU Elie	Professeur	En poste
4	KANSCI Germain	Professeur	En poste
5	MBACHAM FON Wilfried	Professeur	En poste
6	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
7	NINTCHOM PENLAP V. épouse BENG	Professeur	En poste
8	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
9	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10	ATOGHO Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
11	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
12	BELINGA née NDOYE FOE M. C. F.	Maître de Conférences	Chef DAF / FS
13	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
14	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Maître de Conférences	En poste
15	EFFA NNOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
17	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
18	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
19	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
20	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	Inspecteur Serv MINESUP
21	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste

22	AKINDEH MBUH NJI	Chargée de Cours	En poste
23	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Chargée de Cours	En poste
24	DAKOLE DABOY Charles	Chargée de Cours	En poste
25	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargée de Cours	En poste
26	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
27	EWANE Cécile Anne	Chargée de Cours	En poste
28	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
29	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste
30	KOTUE KAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
31	LUNGA Paul KEILAH	Chargé de Cours	En poste
32	MANANGA Marlyse Joséphine	Chargée de Cours	En poste
33	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Chargée de Cours	En poste
34	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
35	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
36	MBOUCHE FANMOE Marceline Joëlle	Assistante	En poste
37	OWONA AYISSI Vincent Brice	Assistante	En poste
38	WILFRIED ANGIE Abia	Assistante	En poste
2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (43)			
1	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>VICE-DOYEN / DSSE</i>
2	BILONG BILONG Charles-Félix	Professeur	Chef de Département
3	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
4	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En poste
5	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>VDoyen/FMSB/UIYI</i>
6	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
7	KAMTCHOING Pierre	Professeur	En poste
8	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
9	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
10	NOLA Moïse	Professeur	En poste
11	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
12	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Coord. Progr. MINSANTE</i>
13	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	En poste
14	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16	DZEUFJET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
17	JATSA Hermine épouse MEGAPTCHÉ	Maître de Conférences	En Poste
18	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
19	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
20	MONY Ruth épouse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
21	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
22	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste
23	ALENE Désirée Chantal	Chargée de Cours	En poste
24	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
25	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
26	DONFACK Mireille	Chargée de Cours	En poste
27	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
28	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargée de Cours	En poste
29	KANDEDA KAVAYE Antoine	Chargé de Cours	En poste
30	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Chargé de Cours	En poste
31	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
32	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
33	MOUNGANG Luciane Marlyse	Chargée de Cours	En poste
34	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste
35	NGOuateu KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste

36	NGUEMBOK	Chargé de Cours	En poste
37	NJUA Clarisse Yafi	Chargée de Cours	CD/UBA
38	NOAH EWOTI Olive Vivien	Chargée de Cours	En poste
39	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
40	TAMSA ARFAO Antoine	Chargé de Cours	En poste
41	YEDE	Chargé de Cours	En poste
42	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Assistant	En poste
43	ESSAMA MBIDA Désirée Sandrine	Assistante	En poste
44	KOGA MANG DOBARA	Assistant	En poste
45	LEME BANOCK Lucie	Assistante	En poste
46	YOUNOUSSA LAME	Assistant	En poste
3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (34)			
1	AMBANG Zachée	Professeur	<i>Chef Division/UYII</i>
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
5	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
6	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste
7	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
8	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
9	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
10	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
11	MBARGA BINDZI Marie Alain	Maître de Conférences	<i>CT/UDs</i>
12	MBOLO Marie	Maître de Conférences	En poste
13	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	<i>CE / MINRESI</i>
14	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	En poste
15	NGODO MELINGUI Jean Baptiste	Maître de Conférences	En poste
16	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste
17	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
18	DJEUANI Astride Carole	Chargée de Cours	En poste
19	GOMANDJE Christelle	Chargée de Cours	En poste
20	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Chargé de Cours	En poste
21	NGALLE Hermine BILLE	Chargée de Cours	En poste
22	NGOOU Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
23	NSOM ZAMO Annie Claude épouse PIAL	Chargée de Cours	<i>Expert national /UNESCO</i>
24	ONANA JEAN MICHEL	Chargé de Cours	En poste
25	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargée de Cours	En poste
26	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargée de Cours	En poste
27	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargée de Cours	En poste
28	GODSWILL NTSOMBAH NTSEFONG	Assistant	En poste
29	KABELONG BANAHOU Louis-Paul-R.	Assistant	En poste
30	KONO Léon Dieudonné	Assistant	En poste
31	LIBALAH Moses BAKONCK	Assistant	En poste
32	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Assistant	En poste
33	TAEDOUNG Evariste Hermann	Assistant	En poste
34	TEMEGNE NONO Carine	Assistante	En poste
4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (35)			
1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Vice-Recteur Univ Bamenda</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	Florence UFI CHINJE épouse MELO	Professeur	<i>RECTEUR Univ.Ngaoundere</i>
4	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé deMiss.PR</i>
5	NANSEU NjikiCharles Péguy	Professeur	En poste

6	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI/Chef de Département</i>
7	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancellor/UB</i>
8	NDIKONTAR Maurice KOR	Professeur	<i>Vice-Doyen Univ Bamenda</i>
9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>DOYEN FS UDs</i>
11	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	<i>Chargée Mission P.R.</i>
12	DJOUFAC WOUWFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
13	KAMGANG YOUNBI Georges	Maître de Conférences	En poste
14	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
15	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
16	NDI NSAMI Julius	Maître de Conférences	En poste
17	NJIOMOU C. épouse DJANGANG	Maître de Conférences	En poste
18	NJOYA Dayirou	Maître de Conférences	En poste
19	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
20	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
21	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	<i>CS/ ENS Bertoua</i>
22	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Chargé de Cours	En poste
23	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
24	KENNE DEDZO GUSTAVE	Chargé de Cours	En poste
25	KOUOTOU DAOUDA	Chargé de Cours	En poste
26	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
27	MBEY Jean Aime	Chargé de Cours	En poste
28	NCHIMI NONO KATIA	Chargé de Cours	En poste
29	NEBA nee NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargée de Cours	<i>I.P de Service MINFEM</i>
30	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargée de Cours	En poste
31	PABOUDAM GBAMBIE A.	Chargée de Cours	En poste
32	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
33	NJANKWA NJABONG N. Eric	Assistant	En poste
34	PATOUOSSA ISSOFA	Assistant	En poste
	SIEWE Jean Mermoz	Assistant	En poste
5- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (35)			
1	DONGO Etienne	Professeur	<i>Vice-Doyen / DPSAA</i>
2	GHOYOMU TIH Robert Ralph	Professeur	<i>Dir. IBAF/UDS</i>
3	NGOUELA Silvere Augustin	Professeur	En poste
4	NKENGFACK Augustin Ephreïm	Professeur	Chef de Département
5	NYASSE Barthélemy	Professeur	<i>Directeur/UN</i>
6	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur/ MINESUP</i>
7	WANDJI Jean	Professeur	En poste
8	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	<i>DEPE/ Rectorat/UUI</i>
9	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	<i>Chef Service DPER</i>
10	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
11	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KEUMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
15	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
16	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
17	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	<i>Chef Service/Minesup</i>
18	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	<i>Sous/Direct. MINRESI</i>
19	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	En poste
20	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
21	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste

22	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Doyen /FS/ UYI</i>
23	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
24	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
25	AMBASSA Pantaléon	Chargé de Cours	En poste
26	KAMTO Eutrophe Le Doux	Chargé de Cours	En poste
27	MVOT AKAK CARINE	Chargé de Cours	En poste
28	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
29	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
30	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Chargée de Cours	En poste
31	SIELINOUE TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
32	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
33	ZONDENDEGOUNBA Ernestine	Chargée de Cours	En poste
34	MESSI Angélique Nicolas	Assistant	En poste
35	TSEMEUGNE Joseph	Assistant	En poste
6- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (26)			
1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef Div. MINESUP</i>
2	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	Chef de Département <i>ENS/Chef IGA. MINESUP</i>
3	NDOUNDA René	Maître de Conférences	En poste
4	AMINOUE Halidou	Chargé de Cours	En poste
5	DJAM Xaviera YOUH-KIMBI	Chargé de Cours	En poste
6	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
7	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
8	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
9	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste
11	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
12	TSOPZE NoEBRt	Chargé de Cours	En poste
13	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
14	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	En poste
15	MONTHE DJIADEU Valery M.	Chargé de Cours	En poste
16	KAMGUEU Patrick Olivier	Chargé de Cours	En poste
17	OLLE OLLE Daniel Claude Delort	Chargé de Cours	<i>C/D Enset. Ebolowa</i>
18	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
19	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
20	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Assistant	En poste
21	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
22	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
23	MAKEMBE S. Oswald	Assistant	En poste
24	MESSI NGUELE Thomas	Assistant	En poste
25	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistant	En poste
26	NKONDOCK MI BAHANACK N.	Assistant	En poste
7- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (30)			
1	EMVUDU WONO Yves S.	Professeur	<i>CD Info/ CD/ MINESUP</i>
2	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
3	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
4	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
5	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	En poste
6	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	<i>Directeur/AIMS Rwanda</i>
7	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	<i>Chef Cellule MINPLAMAT</i>
8	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
9	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
10	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste

11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
16	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Chargé de Cours	En poste
17	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
18	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
19	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
20	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
21	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
22	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
23	TETSADJIO TCHILEPECK M. E.	Chargée de Cours	En poste
24	TIAYA TSAGUE N. Anne-Marie	Chargée de Cours	En poste
25	NIMPA PEFOUNKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
26	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
27	BITYEMVONDO Esther Claudine	Assistante	En poste
28	MBATAKOU Salomon Joseph	Assistant	En poste
29	MEFENZA NOUNTU Thierry	Assistant	En poste
30	TCHEUTIA Daniel Duviol	Assistant	En poste
8- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (18)			
1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>DRV/IMPM</i>
2	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
3	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
6	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
7	ASSAM ASSAM Jean Paul	Chargé de Cours	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain G.	Chargé de Cours	En poste
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargée de Cours	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
13	ESSONO Damien Marie	Assistant	En poste
14	LAMYE Glory MOH	Assistant	En poste
15	MEYIN A EBONG Solange	Assistant	En poste
16	NKOUDOU ZE Nardis	Assistant	En poste
17	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Assistante	En poste
18	TOBOLBAI Richard	Assistant	En poste
9- DEPARTEMENT DE PYSIQUE (PHY) (40)			
1	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
2	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
3	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
4	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
5	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
6	TABOD Charles TABOD	Professeur	<i>Doyen Univ/Bda</i>
7	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
8	WOAFO Paul	Professeur	En poste
9	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
10	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	<i>Sous-Directeur/ MINRESI</i>
11	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	<i>Director/Students/Affairs.UB</i>
12	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	DG/HYDRO Mekin
13	BODO Bernard	Maître de Conférences	En poste

14	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Maître de Conférences	En poste
15	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Maître de Conférences	<i>Chef Division. UN</i>
16	EYEBE FOU DA Jean sire	Maître de Conférences	En poste
17	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
18	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
19	MBANE BIOUELE	Maître de Conférences	En poste
20	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
21	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
22	SAIDOU	Maître de Conférences	<i>Sous-Directeur/Minresi</i>
23	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
24	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
25	VONDOU DeEBRTini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste
26	WAKATA née BEYA Annie	Maître de Conférences	<i>Sous-Directeur/MINESUP</i>
27	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
28	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
29	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
30	ENYEGUE A NYAM épouse BELINGA	Chargée de Cours	En poste
31	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cell. MINADER
32	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
33	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
34	MEL'I Joelle Larissa	Chargée de Cours	En poste
35	MVOGO ALAIN	Chargé de Cours	En poste
36	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	<i>DA/Univ Inter Etat/Sangmélina</i>
37	WOULACHE Rosalie Laure	Chargée de Cours	En poste
38	AYISSI EYEBE Guy François Valerie	Assistant	En poste
39	CHAMANI Roméo	Assistant	En poste
40	TEYOU NGOUPOU Ariel	Assistant	En poste
10- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (43)			
1	BITOM Dieudonné	Professeur	<i>Doyen / FASA / UDs</i>
2	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
3	NGOS III Simon	Professeur	DAAC/Uma
4	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Professeur	En poste
5	NDJIGUI Paul Désiré	Professeur	Chef de Département
6	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
7	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Professeur	En poste
8	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
9	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / DRC</i>
10	GHO GOMU Richard TANWI	Maître de Conférences	<i>CD/UMa</i>
11	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/ MINIMDT</i>
12	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
13	ONANA Vincent	Maître de Conférences	En poste
14	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Directeur/Projet Barrage Memve'ele</i>
15	EKOMANE Emile	Maître de Conférences	En poste
16	GANNO Sylvestre	Maître de Conférences	En poste
17	NYECK Bruno	Maître de Conférences	En poste
18	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
19	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
20	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Div. /MINTP</i>
21	NGUETCHOUA Gabriel	Maître de Conférences	<i>CEA/MINRESI</i>
22	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>
23	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
24	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste

25	ELISE SABABA	Chargé de cours	En poste
26	ESSONO Jean	Chargé de Cours	En poste
27	FUH Calistus Gentry	Chargé de cours	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>
28	LAMILÉN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
29	MBESSE CECILE OLIVE	Chargée de cours	En poste
30	MBIDA YEM	Chargé de Cours	En poste
31	METANG Victor	Chargé de cours	En poste
32	MINYEM Dieudonné-Lucien	Chargé de Cours	<i>CD/Uma</i>
33	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
34	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargée de Cours	En poste
35	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de cours	En poste
36	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargé de cours	En poste
37	TCHAKOUNTE J. épouse NOUMBEM	Chargée de Cours	<i>Chef.cell / MINRESI</i>
38	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de cours	En poste
39	TEHNA Nathanaël	Chargé de cours	En poste
40	TEMGA Jean Pierre	Chargé de cours	En poste
41	EYONG JOHN TAKEM	Chargé de cours	En poste
42	FEUMBA Roger	Assistant	En poste
43	MBANGA NYOBE Jules	Assistant	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS					
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
B.C.	5 (1)	11 (5)	20 (10)	2 (2)	38 (18)
B.P.A.	11 (1)	9 (3)	20 (10)	3 (0)	43 (14)
B.P.V.	4 (0)	9(2)	10 (4)	4 (4)	27 (10)
C.I.	9(1)	8(2)	16 (3)	0 (0)	33 (6)
C.O.	8 (0)	13 (4)	11 (4)	1 (0)	33(8)
I.N.	2 (0)	1 (0)	8 (0)	11 (2)	22 (2)
M.A.	2 (0)	5 (0)	17 (2)	4 (0)	28 (2)
M.B.	2 (0)	5 (2)	5 (1)	0 (0)	12 (3)
P.H.	8 (0)	15 (1)	15 (3)	2 (1)	40 (4)
S.T.	5 (0)	14 (1)	22 (4)	2 (0)	43 (5)
Total	51 (2)	90(21)	149 (40)	29(9)	319(72)

Soit un total de **319(72)** dont :

- Professeurs **51 (2)**
- Maîtres de Conférences **90(21)**
- Chargés de Cours **149 (40)**
- Assistants **29(9)**

() = Nombre de Femmes

DÉDICACE

À

Mes parents...

Mes frères et sœurs ...

Que j'aime de tout mon cœur

*Une pensée spéciale pour mon Papa TOUNKAM Emmanuel de
regrettée mémoire qui n'a pas pu voir cette œuvre dont il a longtemps
attendu l'aboutissement.*

REMERCIEMENTS

Ce travail s'inscrit dans le cadre du développement des stratégies de conservation des écosystèmes forestiers par l'intégration du secteur Produits Forestiers Non Ligneux, afin de contribuer à une gestion durable des ressources forestières. Il a été accompli avec le concours de certaines personnes qui m'ont encadrée, guidée et soutenue.

Je rends hommage au Pr. NKONGMENECK Bernard-Aloys †, de regrettée mémoire qui m'a ouvert les portes du Musée Ecologique du Millénaire et m'a intégrée dans le projet FOSAS. Son entière disponibilité, Sa rigueur scientifique, ses conseils et enseignements ont été des ingrédients essentiels à mon épanouissement scientifique.

Je remercie particulièrement Dr. BIYE Elvire Hortense, *Maître de Conférences*, qui a bien voulu m'accepter dans son équipe de recherche, et qui a sacrifié de son temps pour diriger ce travail. Ses enseignements, ses conseils et sa disponibilité m'ont permis de mener à bout ce travail.

J'accorde une place primordiale au Dr. FONGNZOSSIE Evariste, *Chargé de Cours*, qui a guidé mes premiers pas sur le terrain et dans la recherche. Son savoir et savoir-faire, ses nombreux enseignements, sa patience et sa tolérance m'ont été très utiles et m'ont servi de levier pour bâtir une carrière scientifique. Dr. FONGNZOSSIE, merci d'avoir toujours été disponible.

Ce travail s'est effectué dans le cadre du projet dénommé Forest Savannah Sustainability Project (FOSAS), projet cofinancé par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et l'Etat du Cameroun, conjointement mis en œuvre par l'Université de Kyoto et le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI). Il n'aurait pas pu se concrétiser sans la contribution de Pr. ICHIKAWA Mitsuo, Dr. MASSAKI Hirai, Dr. TAJEUKEM Vice, Dr. KAMGAING TOWA Olivier William, Mme PENANJO Stéphanie, et à Mr. LYTTI Alidou dont la collaboration a contribué à la réalisation de ce travail. Je ne saurais oublier mes assistants de terrain à savoir ASSOLO Gaston, NAPE Pascal BONAWÉ Jérémie, BIAP Brillant ainsi que à la population du village Gribé à qui je dois la réalisation de cette œuvre.

Cette étude a été réalisée avec le don en matériel de l'organisme « *IDEA WILD* » pour la collecte de données et avec le soutien financier du Programme d'Aide aux Doctorant (PAD) octroyé par l'Honorable KOUINCHE Albert. Je tiens à leur exprimer ma totale reconnaissance.

J'exprime ma profonde gratitude aux enseignants du Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé I, pour leurs enseignements et leurs conseils. J'ai une pensée profonde pour le feu Pr. AMOUGOU AKOA † dont la rigueur scientifique restera à jamais gravée dans nos mémoires. Je ne saurais oublier Pr. YOUMBI Emmanuel (Chef du Département) pour sa disponibilité, son efficacité et sa diligence administrative. Je pense également aux Dr. Dieudonné NWAGA, Dr. MBOLO Marie, Dr. MALA A. William, Dr. Eddy NGONKEU (*Maîtres de Conférences*), Dr. ONANA Jean Michel pour leurs nombreux enseignements, conseils et encouragements. J'accorde une place spéciale au Pr. ZAPFACK Louis, qui a bien voulu m'accepter dans son équipe de recherche en cycle Master sa rigueur scientifique, ses enseignements, ses conseils et sa disponibilité m'ont permis de m'améliorer.

Ma reconnaissance va également à l'endroit de:

- Dr. SONWA Denis-Jean, pour sa disponibilité, son aide multiforme, ses conseils, sa patience, ses encouragements et son engagement à me voir émerger.
- Dr. GHOGUE Jean Paul, pour ses multiples conseils, sa collaboration, sa disponibilité et son esprit critique.
- Pr. TAKANORI Oishi, pour le temps et l'expertise qu'il m'a consacré.
- Dr. NDJINGA NDJINGA Prisque, pour ses multiples apports dans la finalisation de ce document.

Je remercie tous les membres du MEM (Musée Ecologique du Millénaire), en particulier Dr. KEMEUZE Victor qui m'a apporté une aide substantielle dans la réalisation de ce travail. Un merci singulier aux Dr. NZOOH DONGMO Zacharie, Dr. NGUENANG Guy Merlin, Dr. TSABANG Nolé pour leurs encouragements.

Ma reconnaissance va également à l'endroit Dr. NGO NGWE Marie Florence, qui a mis à disposition la logistique dont j'avais besoin pour la finalisation de ce travail.

J'exprime ma gratitude à tous les membres de l'équipe de recherche dirigée par le Dr. BIYE Elvire à laquelle j'appartiens pour les multitudes remarques ayant contribué à améliorer ce document.

J'adresse un merci particulier:

- à tous les membres de mes familles paternelle et maternelle principalement à mon oncle, Mr. NANTCHOUANG dont le réconfort, le suivi et l'assistance morale ont été une source de motivation et d'ardeur au travail ;
- à ma maman, Mme HONTCHOUANG Julienne épouse TOUNKAM, à tous mes frères et sœurs DJAHAPOU T. Stéphanie, KOMGUEP T. Yolande, NANTCHOUANG T. Paloma épouse TCHUMMOGNI, NONO T. Alex, KETCHIEMO T. Franklin et KENMOGNE T. Larissa qui n'ont ménagé aucun effort pour m'exhorter à la persévérance. Je leur suis extrêmement reconnaissante pour leur disponibilité et implication à toutes les étapes de ma thèse;
- à la famille TCHUMMOGNI auprès de laquelle j'ai trouvé tout le réconfort, l'assistance et l'assurance dont j'avais besoin pour avancer;
- à la famille NGOUANA qui m'a encouragée et qui a mis à ma disposition les moyens facilitant la saisie de ce travail.

Je pense également aux amis et camarades de promotion pour cette ambiance chaleureuse que nous avons entre nous et qui nous a permis de progresser. Je pense particulièrement à TCHOUPOU Mireil, FORBI Preasious, GAINITSE Ingrid, NZOUPET Lydie, MOFACK Gislain II, ZEBAZE Donatien, NACK Marcel, TENE Hubert, NGEUFFANG Francis, Dr. CHIMI Cédric, NANA Annie, NTONMEN Amandine, ZEKENG Christian, MVETUMBO Moïse, Dr. NTEP François, Dr. MADOUNTSAP Nadège, KOUE Justin, à tous les membres des associations Bota-éco 12 et Green Connexion.

J'exprime ma reconnaissance à tout le personnel du groupe Lombroso-Bord, particulièrement à FOHA Janvion qui m'accompagne depuis le cycle Master dans la mise en forme et la production de mes documents.

Que toutes les personnes non-citées mais qui se reconnaissent dans l'accomplissement de ce travail reçoivent mes sincères remerciements.

SOMMAIRE

LISTE PROTOCOLAIRE	i
DÉDICACE	ix
REMERCIEMENTS	x
SOMMAIRE.....	xiii
LISTE DES FIGURES	xvii
LISTE DES TABLEAUX	xix
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	xx
LISTE DES ANNEXES	xxii
RÉSUMÉ	xxiii
ABSTRACT	xxv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE	7
I.1. ETAT DES LIEUX SUR LES PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX (PFNL)....	8
I.1.1. Concept de Produit Forestier Non Ligneux	8
I.1.2. Classification et Catégorisation des Produits Forestiers Non Ligneux.....	8
I.1.3. Importance socio-économique des Produits Forestiers Non Ligneux	10
I.1.3.1. Importance sociale des Produits Forestiers Non Ligneux.....	10
I.1.3.2. Importances économiques des Produits Forestiers Non Ligneux	12
I.1.4. Fiscalité sur les Produits Forestiers Non Ligneux	14
I.1.5. Impact de l'exploitation des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux	16
I.2. REVUE DES METHODES D'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN PFNL.....	17
I.2.1. Méthodes botaniques et écologiques d'évaluation de la ressource en PFNL	18
I.2.2. Méthodes ethno-botaniques d'évaluation de la ressource en PFNL.....	20
I.2.3. Bilan des recherches sur quelques espèces à PFNL au Cameroun	21
I.3. GENERALITES SUR LA REGENERATION DES POPULATIONS D'ARBRES.....	23
I.3.1. Régénération naturelle	23
I.3.2. Régénération artificielle.....	24
I.3.3. Conditions nécessaires pour la régénération naturelle.....	25
I.3.4. Obstacles liés à la régénération naturelle.....	26
I.4. STRUCTURE SPATIALE DES POPULATIONS D'ARBRES.....	27
I.5. DISSEMINATION DES DIASPORES	29
I.6. GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES	29
I.7. PRESENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	30

I.7.1. Milieu naturel.....	30
I.7.1.1. Climat.....	30
I.7.1.2. Hydrographie et pédologie.....	31
I.7.1.3. Faune.....	32
I.7.1.4. Situation phytogéographique.....	32
I.7.2. Milieu physique.....	32
I.7.2.1. Population.....	32
I.7.2.2. Principales activités locales.....	33
I.7.2.3. Exploitation forestière industrielle autour du village Gribé.....	33
I.7.2.4. Exploitation des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux à Gribé.....	35
I.7.3. Description de quelques espèces à Produits Forestiers Non Ligneux utilisées à Gribé.....	36
I.7.3.1. <i>Afrostryrax lepidophyllus</i> (Harms) Mildbr.....	36
I.7.3.2. <i>Baillonella toxisperma</i> Pierre.....	37
I.7.3.3. <i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry. Lecomte ex O. Rorke) Bail.....	38
I.7.3.4. <i>Panda oleosa</i> Pierre.....	40
I.7.3.5. <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.....	41
I.7.3.6. <i>Ricinodendron heudelotii</i> (Bail.) Pierre ex Heckel.....	42
I.7.3.7. <i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms.....	43
I.7.3.8. <i>Tetrapleura tetraptera</i> (Thonn.) Taub.....	45
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	47
II.1. MATERIEL.....	48
II.1.1. Description du site d'étude.....	48
II.1.2. Matériel technique.....	48
II.2. METHODES.....	49
II.2.1. Sélection des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux majeurs de la localité de Gribé.....	49
II.2.2. Dispositif d'échantillonnage.....	49
II.2.3. Caractérisation des habitats.....	50
II.2.4. Collecte des données d'inventaire.....	51
II.3. ANALYSE DES DONNEES.....	52
II.3.1. Critères de sélection des espèces à PFNL majeures de la localité de Gribé.....	53
II.3.2. Typologie des habitats.....	53
II.3.3. Potentiel disponible et régénération naturelle de chaque espèce à PFNL.....	53
II.3.3.1. Densités de chaque espèce à PFNL.....	53
II.3.3.2. Structure de la population des espèces à PFNL.....	54

II.3.3.3. Indice de régénération naturelle de chaque espèce à PFNL	54
II.3.4. Distribution spatiale et dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL.....	55
II.3.4.1. Distribution spatiale selon la méthode de Dajoz.....	55
II.3.4.2. Dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL.....	56
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION	57
III.1. RESULTATS	57
III.1.1. Espèces à PFNL majeures de la localité de Gribé.....	58
III.1.2. Diversité d’habitats de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek et distribution des espèces à PFNL cibles.....	59
III.1.2.1. Typologie d’habitat de la périphérie du Parc National.....	59
III.1.2.2. Proportion des différents types d’habitats de la périphérie du Parc National	62
III.1.3. Potentiel disponible de chaque espèce à PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek	63
III.1.3.1. Distribution de chaque espèce à PFNL par type d’habitat	63
III.1.3.2. Densité du peuplement de chaque espèce à PFNL par transect	65
III.1.3.3. Structure diamétrique du peuplement de chaque espèce à PFNL	65
III.1.4. Potentiel de régénération naturelle de chaque espèce à PFNL à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek	72
III.1.4.1. Indice de régénération de chaque espèce à PFNL	72
III.1.4.2. Variabilité de l’indice de régénération de chaque espèce à PFNL par rapport à la distance du village.....	73
III.1.5. Cartographie de la distribution spatiale et de la dynamique de collecte de chaque espèce cible.	75
III.1.5.1. Distribution spatiale de chaque espèce à PFNL	75
III.1.5.2. Cartographie de la dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL cibles de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek	83
III.2. DISCUSSION.....	89
III.2.1. Diversité d’habitats à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek.....	89
III.2.2. Potentiel disponible des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.	91
III.2.3. Variabilité de la disponibilité des individus jeunes et adultes en fonction de la distance du village.....	96
III.2.4. Régénération naturelle et état d’équilibre des peuplements de chaque espèce à PFNL.....	98
III.2.5. Impact de la collecte sur la régénération naturelle.....	102
III.2.6. Autoécologie et régénération naturelle des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.	105

III.2.7. Gestion durable des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.....	108
CHAPITRE IV. CONCLUSION, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	111
IV.1. CONCLUSION	112
IV.2. PERSPECTIVES.....	113
IV.3. RECOMMANDATIONS.....	114
BIBLIOGRAPHIE	115
ANNEXES	131
PUBLICATIONS	135

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Principales étapes démographiques et principaux processus de mortalité (en rouge) de la régénération naturelle.....	26
Fig. 2. Mode distribution spatiale.....	28
Fig. 3. Diagramme ombrothermique de la station de Yokadouma.....	31
Fig. 4. Zone d'exploitation forestière autour du village Gribé.....	35
Fig. 5. Carte de localisation du village Gribé.....	48
Fig. 6. Dispositif expérimental de la méthode des transects.....	50
Fig. 7. Plantules de quelques espèces à PFNL sélectionnées.....	51
Fig. 8. Collecte de quelques paramètres.....	51
Fig. 9. Amandes de <i>I. gabonensis</i>	52
Fig.10. Amandes, fruits ou graines de quelques espèces à PFNL.....	58
Fig. 11. Quelques types d'habitats à la périphérie nord du Parc de Boumba-bek.....	62
Fig. 12. Structure diamétrique de <i>A. lepidophyllus</i>	66
Fig. 13. Structure diamétrique de <i>B. toxisperma</i>	66
Fig. 14. Structure diamétrique de <i>I. gabonensis</i>	67
Fig. 15. Structure diamétrique de <i>P. oleosa</i>	67
Fig. 16. Structure diamétrique de <i>P. macrophylla</i>	68
Fig. 17. Structure diamétrique de <i>R. heudelotii</i>	68
Fig. 18. Structure diamétrique de <i>S. zenkeri</i>	69
Fig. 19. Structure diamétrique de <i>T. tetraptera</i>	69
Fig. 20. Variation de la densité des individus de DBH < 5 cm et de DBH ≥ 5 cm en fonction de la distance du village Gribé.....	71
Fig. 21. Indice de régénération naturel des huit espèces à PFNL cibles à la périphérie du Parc National de Boumba-bek.	72
Fig. 22. Variation de l'indice de régénération de chaque espèce à PFNL.....	74
Fig. 23. Distribution spatiale du peuplement de <i>A. lepidophyllus</i>	76
Fig. 24. Distribution spatiale du peuplement de <i>B. toxisperma</i>	77
Fig. 25. Distribution spatiale du peuplement de <i>I. gabonensis</i>	78
Fig. 26. Distribution spatiale du peuplement de <i>P. oleosa</i>	79
Fig. 27. Distribution spatiale du peuplement de <i>P. macrophylla</i>	80
Fig. 28. Distribution spatiale du peuplement de <i>R. heudelotii</i>	81
Fig. 29. Distribution spatiale du peuplement de <i>S. zenkeri</i>	82

Fig. 30. Distribution spatiale du peuplement de <i>T. tetraptera</i>	83
Fig. 31. Proportion de collecte des produits des espèces à PFNL.....	84
Fig. 32. Variation des quantités de PFNL collectées de août 2015 à septembre 2016.....	87
Fig. 33. Camps temporaires de collecte des PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek.	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Critères de classification des produits spéciaux et des produits secondaires par catégorie et par classe.....	9
Tableau II. Revenu moyen par ménage et par espèce à PFNL dans la localité de Lomié.....	13
Tableau III. Quelques études d’inventaires des espèces à PFNL au Cameroun.....	19
Tableau IV. Densité de quelques espèces à PFNL.....	22
Tableau V. Mode de dissémination et type de diaspores.....	29
Tableau VI. Répartition des individus en fonction des différentes classes de diamètres.....	54
Tableau VII. Résumé de quelques informations sur les espèces à PFNL majeures inventoriées.....	59
Tableau VIII. Proportion de chaque type d’habitat.....	62
Tableau IX. Densité de chaque espèce à PFNL par type d’habitat.....	64
Tableau X. Densité du peuplement de chaque espèce à PFNL.....	65
Tableau XI. Modèle de distribution spatiale des espèces.....	75
Tableau XII. Périodicité de collecte des espèces à PFNL durant les mois d’août 2015 à septembre 2016.....	85

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AP:	Aire Protégée
CIFOR:	Centre for International Forestry Research
COMIFAC:	Commission des Forêts d’Afrique Centrale
DBH:	Diameter at Breast Height
FAO:	Food and Agricultural Organization
FC:	Forêt Communautaire
FMU:	Forest Managment Unit
GPS:	Global Positioning System
ICRAF:	World Agroforestry Center
IRAD:	Institut de Recherche Agricole pour le Développement
NTFP	Non Timber Forest Product
MINEF:	Ministère de l’Environnement et des Forêts
MINFOF:	Ministère des Forêts et de la Faune
MINRESI:	Ministère de la Recherche Scientifique et de l’Innovation
PFNL:	Produits Forestiers Non Ligneux
PSFE:	Programme Sectoriel Forêt Environnement
PSG:	Plan Simple de Gestion
RCA:	République Centre-Africaine
SIG:	Système d’Information Géographique
SNV:	Netherlands Development organisation

UFA: Unité Forestière d'Aménagement

UICN: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

WWF: World Wildlife Fund

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Fiche de collecte des données	131
Annexe 2: Produits Forestiers Spéciaux et Produits Forestiers Non Ligneux par catégorie..	132
Annexe 3: Liste des produits de forêt commercialisés à Gribé de 30 août, 2012–10 juin, 2013.	133
Annexe 4: Variation de la densité des individus des huit espèces à PFNL par rapport à la distance au village	134
Annexe 5: Jeunes plants de <i>R. heudelotii</i>	134

RÉSUMÉ

Les Produits Forestier Nom Ligneux (PFNL) représentent de nombreux biens et services vitaux pour la subsistance des populations qui en sont dépendantes. Toutefois, la gestion durable de leur population se heurte à un déficit de connaissances fiables sur le potentiel disponible, la distribution et la dynamique de régénération dans leurs écosystèmes. Pourtant ces informations sont primordiales pour leur gestion durable surtout en périphérie des Aires Protégées dont la création régule l'accès à la ressource. Le présent travail avait pour objectif d'étudier l'état de la régénération naturelle de quelques espèces à PFNL majeures (*Afrostryax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* et *Tetrapleura tetraptera*) sélectionnées en fonction de leur fréquence d'utilisation et de commercialisation à la périphérie du Parc National de Boumba-bek, Sud-Est Cameroun.

Le dispositif de collecte de données qui a été utilisé était celui des transects linéaires disposés de part et d'autre d'une ligne de base de 16 km. L'échantillonnage s'est effectué sur 16 transects de 5 000 m de long et de 20 m de large, équidistant de 1 km. Les types d'habitat ont été caractérisés le long des transects suivant le système de classification de base des forêts utilisé en écologie. Pour chaque espèce, toutes les plantules aux individus de DBH ≥ 5 cm, ont été inventoriés et géo-référencés. La distribution des effectifs de chaque espèce par classes de diamètres a été utilisée pour caractériser la structure de leur population. Les méthodes spatiales utilisant le SIG et le modèle de distribution spatiale de Dajoz ont servi pour décrire la distribution spatiale des régénérations naturelles et la dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL ont permis d'évaluer l'impact de la collecte sur la régénération naturelle.

Au total, 13 types d'habitats ont été identifiés, parmi lesquels les forêts secondaires jeunes et les forêts périodiquement inondables sont les plus représentées soit 32,70% et 26,31% respectivement. L'habitat le moins représenté était les jachères jeunes à *Chromolaena odorata* (0,08%). Sept des huit espèces étaient principalement représentées dans les jeunes forêts secondaires et une seule, *S. zenkeri*, était plus abondante dans les forêts secondaires jeunes à Marantaceae. Les espèces à forte densité étaient *A. lepidophyllus* ($32,0 \pm 26,1$ tiges / ha), *P. macrophylla* ($11,3 \pm 8,2$ tiges / ha), *R. heudelotii* ($10,3 \pm 18,5$ tiges / ha), et *S. zenkeri* ($7,4 \pm 12,8$ tiges / ha). La structure diamétrique et la distribution spatiale de ces espèces révèlent qu'elles présentent un bon potentiel de régénération, ont des peuplements en état d'équilibre et sont distribuées en agrégats. Les faibles densités ont été enregistrées pour *P. oleosa* ($2,1 \pm 1,0$ tiges/ha), *I. gabonensis* ($1,9 \pm 1,6$ tiges / ha), *T. tetraptera* ($0,9 \pm 0,8$

tiges/ha) et *B. toxisperma* ($0,1 \pm 0,1$ tiges / ha). Leurs structures diamétriques combinées à leurs structures spatiales font d'elles des espèces à faible potentiel de régénération et à distribution aléatoire, exception faite de *B. toxisperma* qui a une distribution uniforme et de *I. gabonensis* qui a une distribution agrégée avec un écart à l'unité non significatif. Dans l'ensemble, les zones de forte densité en individus pour ces huit espèces à PFNL se situent à une distance de 8 km du village.

La collecte des fruits et des graines de ces huit espèces à PFNL s'effectue tout au long de l'année. Les principaux camps de collecte sont concentrés dans l'UFA 10-018 et proches du Parc, qui représente la zone dans laquelle les espèces à PFNL avaient des faibles valeurs de régénération naturelle. Les PFNL, les plus collectés sont respectivement les amandes de *I. gabonensis* et de *R. heudelotii*, les graines de *P. macrophylla* de *A. lepidophyllus*. La collecte intensive affecte négativement la disponibilité des espèces à PFNL hautement sollicitées par les communautés locales. Cette intense activité de collecte, explique les faibles densités de jeunes individus observés au-delà de 8 km du village. Les fruits des espèces à PFNL cibles sont disséminés par des frugivores et la collecte quasi-totale des fruits par les hommes limite l'action des frugivores qui sont des principaux disséminateurs, affectant négativement la régénération naturelle.

La périphérie du Parc National de Boumba-bek, est très diversifiée en termes d'habitats avec de fortes proportions de forêts secondaires, et une diversité d'espaces cultivés témoignant d'un état de secondarisation avancé. Toutefois, les différents types de forêts secondaires jeunes semblent être favorables pour la croissance des huit espèces à PFNL identifiées. La pression de collecte, combinée à la rareté en tiges adultes et jeunes de *P. oleosa*, *I. gabonensis*, *T. tetraptera* et *B. toxisperma* font d'elles des espèces à conserver et à domestiquer. Pour assurer la pérennité et la gestion durable de ces huit espèces à PFNL suscitées, il est primordial de promouvoir leur domestication, en particulier dans les forêts secondaires jeunes et dans les agrosystèmes. Ceci augmenterait la disponibilité des ressources et la diversification des sources de revenus en contribuant ainsi au bien-être des communautés locales de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

Mots clés: Ressources naturelles, environnement, activités anthropiques, domestication, gestion durable.

ABSTRACT

Non-Timber Forest Products (NTFPs) represent many good and services beneficial for the livelihood of the populations who depend on them. However, the sustainable management of their population is limited by the little knowledge on their available potential, distribution and regeneration dynamics in their ecosystems. However, this information is essential for their sustainable use, especially near Protected Areas whose creation gives regulated access to the natural resources. This study assessed the natural regeneration status of eight major NTFPs species (*Afrostryax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* and *Tetrapleura tetraptera*) according to their frequency of utilization and commercialization near Boumba-bek National Park, South-East Cameroon.

Linear transects sampling design was used and these transect were placed on both side of a 16 km baseline. Sampling was carried out on 16 transects of 5000 m long by 20 m wide with 1 km equidistant. Habitat types were characterized along transects following the basic forest classification system used in ecology. For each species, all the seedlings to individuals of $DBH \geq 5$ cm, were identified and georeferenced. The population distribution of each species by class diameter was used to characterize their structure. Spatial methods using Geographic Information System (GIS) and the spatial distribution model of Dajoz were used to describe the spatial distribution of natural regeneration. The study of spatiotemporal dynamics of NTFPs harvesting was used to evaluated the impact of harvesting on natural regeneration of NTFPs species.

A total of 13 habitat types were identified, of which the young secondary forests and periodically floodable forests were the most represented 32.70% and 26.31% respectively. The least represented habitat was young fallows with *Chromolaena odorata* (0.08%). Seven of the eighth species were predominantly represented in young secondary forests, only *S. zenkeri* was more abundant in the young secondary forests with Marantaceae. High density species were *A. lepidophyllus* (32.0 ± 26.1 stems / ha), *P. macrophylla* (11.3 ± 8.2 stems / ha), *R. heudelotii* (10.3 ± 18.5 stems / ha) and *S. zenkeri* (7.4 ± 12.8 stems / ha). The diametric structure and spatial distribution of these species shows that they have high regeneration potentials at equilibrium and are distributed in aggregates. Low densities were recorded for *P. oleosa* (2.1 ± 1.0 stems / ha), *I. gabonensis* (1.9 ± 1.6 stems / ha), *T. tetraptera* (0.9 ± 0.8 stems / ha) and *B. toxisperma* (0.1 ± 0.1 stems / ha). Their diametric structures combined with their spatial structure permit to characterize them as species with low regeneration potentials

and random distribution, except for *B. toxisperma* which showed uniform distribution and *I. gabonensis*, which showed aggregated distribution with a non-significant unit deviation. Overall, the best area with a high density of individuals of these eight NTFPs species was within 8 km from the village.

The harvesting of fruits and seeds of these eight NTFPs species takes place throughout the year. The most collected NTFPs were respectively the kernels of *I. gabonensis* (68.12%), seeds of *P. macrophylla*, kernels of *R. heudelotii* (11.0%), and seeds of *A. lepidophyllus* (7.64%). The main collection camps were concentrated in the Forest Management Unit (FMU) 10-018 and close to the Park, representing the areas in which NTFPs species indicate poor natural regeneration. It is known that intensive collection negatively affects the availability of NTFPs species that are highly exploited by local communities. This intensive collecting activity justifies the low densities of young individuals observed beyond the 8 km from the village. Generally, the fruits of the targeted NTFPs species are being disseminated by frugivorous, therefore the harvest of almost all fruits by humans limit the action of the frugivorous, therefore main disseminators of these NTFPs, thus negatively affects their natural regeneration.

The periphery of Boumba-bek National Park is much diversified in terms of habitat with a high proportion of secondary forests, indicating an advanced secondary state. However, the different types of young secondary forest appear to be favorable for the growth of the eight NTFPs species studied. The pressure due to fruit harvesting, combined with the scarcity of *P. oleosa*, *I. gabonensis*, *T. tetraptera* and *B. toxisperma*, highlights them as species in need of protection and domestication. To ensure the sustainability and management of the eight NTFP species identified this study, it is essential to promote their domestication, particularly in young secondary forests and agro-ecosystems. This would increase the availability of resources and the diversification of sources of income and thus contribute to the well-being of local communities at the periphery of the Boumba-bek National Park.

Key words: Natural resources, environment, human activities, domestication, sustainable management.

INTRODUCTION

Les forêts du bassin du Congo constituent un grand ensemble s'étendant sur six pays à savoir le Cameroun, le Congo, le Gabon, la Guinée équatoriale, la République Centrafricaine et la République Démocratique du Congo. Elles représentent un réservoir de diversité faunistique et floristique. De ce fait, elles ont une importance écologique et économique indéniable pour les populations urbaines et rurales et représentent un des écosystèmes les plus riches de la planète en termes de biodiversité. Les forêts du Cameroun font partie de ce grand ensemble et occupent une partie importante du territoire, soit 22.5 million d'hectares recouvrant 48% du territoire national (De Wasseige *et al.*, 2012). Ces forêts fournissent de nombreux biens et services vitaux pour de millions de populations qui dépendent d'elles (Awono & Levang, 2018). De ces biens et services, il résulte de nombreuses ressources forestières parmi lesquels les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). En effet, les forêts fournissent de nombreuses ressources qui peuvent être regroupées en produits forestiers ligneux et non ligneux (Suleiman *et al.*, 2017). En 1999, la FAO a défini les PFNL comme des biens d'origine biologique autres que le bois d'œuvre (à savoir des produits fauniques, floristiques et fongiques) provenant des forêts, d'autres terrains boisés ou provenant d'arbres hors forêt.

Les PFNL représentent de nombreux biens et services aux usages multiples, bénéfiques pour le bien-être des populations qui en sont dépendantes (Ngansop *et al.*, 2019a). En Afrique centrale, 86 millions de personnes vivent à l'intérieur ou à proximité des forêts et comptent sur les ressources naturelles pour une partie non négligeable de leur alimentation (Eba'a *et al.*, 2008). Leur vente sur les marchés locaux et leur exportation contribuent de façon importante aux revenus des acteurs directement concernés (Ndoye *et al.*, 1997). Plusieurs auteurs ont révélé leurs importances dans la conservation de la diversité biologique, dans le développement socio-économique des populations et dans l'économie nationale, régionale et mondiale (Tabuna, 1999; Pérez *et al.*, 1999; Van-Dijk, 1999; Mbolo, 2002; Tchatat *et al.*, 2002; Biloso & Lejoly, 2006; Shackleton *et al.*, 2007; Noubissie *et al.*, 2008; Lescuyer *et al.*, 2010; Ingram *et al.*, 2012, 2014; Moupela *et al.*, 2011; Mouamfon *et al.*, 2015; Fongnzossie & Nkongmeneck, 2016; Ngansop *et al.*, 2019a). D'après Tchatat *et al.* (2002), les PFNL constituent un instrument efficace de lutte contre la pauvreté. Mbolo (2002) signale qu'ils sont des facteurs importants dans la conservation des ressources de la forêt. Selon Asseng-ze (2008), les PFNL sont pourvoyeurs aux économies des ménages et à la sécurité alimentaire. Eba'a *et al.* (2013), soulignent qu'au Cameroun, la valeur

d'autoconsommation de ces produits est d'environ 14 milliards de F CFA, alors que la valeur marchande est estimée à 76,33 milliards F CFA par an, faisant ainsi une contribution aux recettes publiques estimée à 142 millions F CFA par an à travers la taxe de régénération. D'après le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) la contribution des PFNL à l'économie nationale a augmenté de 8,7% de l'année 2011 à 2016 (Anonyme, 2019). Les PFNL apparaissent ainsi comme étant à la base du bien-être des populations qui en sont dépendantes et contribuent au renforcement du potentiel économique national.

Plusieurs pays africains à l'instar du Cameroun, se sont engagés à promouvoir la gestion durable des espèces à PFNL. Mais ces ressources connaissent un déclin dû au fait de la dégradation du couvert forestier, et certaines sont victimes de leur succès socio-économique et font l'objet de prélèvements abusifs. Pourtant, l'exploitation accrue de ces derniers rend leur devenir de plus en plus préoccupant. La gestion durable des espèces à PFNL entre en droite ligne avec la politique de conservation de la biodiversité des écosystèmes forestiers, et constitue par ailleurs un moyen d'adaptation aux variabilités climatiques. C'est ainsi que le gouvernement camerounais, dans un souci de valoriser son potentiel forestier pour un développement durable respectueux de son environnement, a élaboré le plan national de développement des PFNL actuellement mises en cohérence dans le Programme Sectoriel Forêt Environnement (PSFE). La composante 2 du PSFE sur l'aménagement des forêts de production du domaine forestier permanent et la valorisation des produits forestiers, vise entre autres à élargir les connaissances sur les PFNL, identifier les stratégies de développement et structurer les filières PFNL porteuses, afin qu'elles puissent contribuer de manière appréciable à l'économie nationale et à la lutte contre la pauvreté (Anonyme, 2012). Egalement le projet durabilité des Forêts-Savanes (FOSAS) figure parmi les initiatives en cours, à travers sa composante produits forestiers non ligneux, a entrepris de conduire des études sur les PFNL au Sud-est du Cameroun en vue de leur valorisation et leur gestion durable. C'est dans le cadre de ce projet que ce travail a été réalisé, dans l'optique d'apporter des éléments d'information sur le potentiel de régénération naturelle de quelques PFNL majeurs de la localité.

Dans la logique de répondre aux enjeux de développement durable et de gestion optimale de la ressource naturelle, qui garantirait la possibilité aux générations présentes et futures d'en bénéficier, au cours de ces dernières années, plusieurs études sur la dynamique de régénération naturelle des populations d'arbre ont été faites. Quelques travaux faits au niveau de l'Afrique tels que Tesfaye (2005), Lermyte & Forget (2009), Havyarimana, (2009),

Hakizimana *et al.* (2011), ont montré l'importance de la régénération naturelle dans la dynamique forestière. Au Cameroun, quelques auteurs ont abordé l'écologie et la régénération naturelle des populations d'arbres (Sonké, 1998; Zapfack & Ngobo, 2001a, 2001b; Guedje, 2002; Fongnzossie, 2003; Fokou, 2008; Kouadio & Doucet, 2009; Ngueguim *et al.*, 2010; Daïnou *et al.*, 2011; Ndah *et al.*, 2013a; Fongnzossie *et al.*, 2014; Mouamfon *et al.*, 2015; Egbe & Tsamoh, 2018). Ces différents auteurs ont révélé dans divers écosystèmes que quelques espèces à PFNL sont rares en tiges d'avenir. Kouadio & Doucet (2009) ont étudié l'influence des chablis sur la régénération naturelle du moabi. Ngueguim *et al.* (2010) ont révélé l'importance des régénérations en sous-bois, tandis que Daïnou *et al.* (2011) ont démontré l'importance de la banque des graines dans la régénération naturelle. Ndah *et al.* (2013b) signalent que la variation des différents types d'habitat a une influence sur la distribution et l'abondance des espèces. Biyé *et al.* (2017) ont démontré que la texture du sol a une influence sur la propagation végétative du *Gnetum*.

Cependant, très peu d'études ont été faites sur la disponibilité, l'écologie et plus précisément sur la régénération des espèces à PFNL en périphérie des Aires Protégées (AP). Pourtant la gestion durable de la ressource naturelle ainsi que la subsistance des populations riveraines des AP restent une préoccupation majeure. Car, la création des AP régule l'accès à la ressource forestière, en privant les habitants des avantages d'usage de la forêt qu'ils avaient avant la création de ces AP (Ngansop *et al.*, 2019b). Ceci conduit à l'exploitation intensive des ressources disponibles et à la diversification des types d'utilisation de terres en périphérie de celles-ci (Souare, 2013), entraînant ainsi une régression progressive de la couverture végétale et des espèces fournissant les PFNL (Mouamfon *et al.*, 2015). Il se pose ainsi un conflit croissant entre les enjeux de conservation et le bien-être de populations vivant aux abords des AP (Ichikawa, 2014). D'où la question fondamentale de savoir si la gestion du potentiel forestier actuel disponible en périphérie de ces AP garantirait la possibilité aux générations présentes et futures d'en bénéficier. A cet effet, ce travail se propose de mener une étude sur des espèces à PFNL en périphérie nord du Parc National de Boumba-bek, Sud-Est Cameroun, en vue d'améliorer l'état des connaissances sur leur écologie, et plus spécifiquement sur leur capacité de régénération naturelle en se basant sur huit espèces considérées comme PFNL majeurs. Dans le but de contribuer à leur valorisation et leur gestion durable et de développer des stratégies de conservation des écosystèmes forestiers par l'intégration du secteur PFNL.

Au Cameroun, plusieurs travaux scientifiques ont été menés sur les PFNL au cours de ces dernières années. Ceci témoigne de la place primordiale qu'occupe ce secteur dans la contribution à la réduction de l'insécurité alimentaire, de la pauvreté et dans la contribution au développement socio-économique (Ndoye *et al.*, 1997; Tabuna, 1999; Fankap *et al.*, 2001; Mbolo, 2002; Tchatat *et al.*, 2002; Ambrose, 2003; Tchatat et Ndoye, 2006; Noubissie *et al.*, 2008; Lescuyer, 2010; Nkwatoh *et al.*, 2010; Ingram *et al.*, 2012; Tieguhong *et al.*, 2015; Fongzossie & Nkongmeneck, 2016; Awono *et al.*, 2018). Toutefois, le futur des PFNL au Cameroun, reste un sujet de préoccupation majeure car, leur exploitation dans la plupart des cas ne repose pas sur de bonnes connaissances de leur potentiel disponible, encore moins sur leur capacité de régénération naturelle. Chamberlain *et al.* (2004) soulignent que les défis majeurs de la gestion des espèces à PFNL sont entre autres le manque de connaissance substantielle sur la biologie des populations, le potentiel disponible, le cycle de la vie de la plante, la productivité et les techniques de collecte. De même, il existe toujours des difficultés liées aux choix de la méthode de collecte des données concernant les études sur les espèces à PFNL. La majorité des travaux fait a abordé beaucoup plus les aspects socio-économiques et très peu ont pris en compte les aspects écologiques, pourtant des auteurs tels que Wong *et al.* (2001), ont montré l'importance de la biométrie dans l'évaluation des ressources en PFNL, et estiment que de bonnes évaluations de ces ressources sont fondamentales pour la connaissance de leur état actuel et des tendances d'évolution dans l'avenir, pour une meilleure prise en compte du secteur PFNL dans le processus de gestion durable du potentiel forestier disponible.

Cependant, au Cameroun les besoins croissants de l'homme à l'égard des forêts ainsi que le développement économique ont donné lieux à diverses formes d'exploitations qui ne garantissent pas toujours les capacités intrinsèques des ressources à se régénérer (Poores *et al.*, 1981; Singh, 1993; Chapman, 1995; Sonké, 1998). Selon Still (1996), la connaissance des facteurs qui influencent la mortalité, la survie et la croissance des plantules apporterait des informations meilleures sur le processus de régénération naturelle et leur application à la gestion durable des espèces d'arbres en forêt. En vue de vérifier cette assertion, la présente étude qui s'inscrit dans la cadre du projet durabilité des Forêts-Savanes (FOSAS) à travers sa composante Produits Forestiers Non Ligneux, s'intéresse à la régénération naturelle des espèces à PFNL de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek.

De ce fait, un certain nombre de questions se posent:

- quelles sont les espèces à PFNL les plus utilisées à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek?
- quelle est la structure de la forêt à la périphérie du Parc National de Boumba-bek?
- quel est le potentiel et l'état de régénération des espèces cibles?
- quel est le taux de survie des plantules des différentes espèces en sous-bois?
- quels sont les facteurs pouvant influencer la croissance et la survie des plantules en sous-bois?

En vue d'apporter des éléments de réponses à ces questions, plusieurs hypothèses ont été formulées, l'hypothèse centrale de recherche étant la faible régénération naturelle ainsi que le prélèvement des diaspores (fruit et graines) influence le potentiel disponible des espèces à PFNL cibles. Les hypothèses spécifiques étaient:

- il existe des espèces à PFNL prisées par les populations en périphérie du Parc National de Boumba-bek;
- la structure de la forêt est très diversifiée en périphérie du Parc National de Boumba-bek;
- le potentiel disponible et celui de la régénération naturelle sont variables d'une espèce à l'autre;
- le potentiel disponible, ainsi que l'indice de régénération augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne des zones agroforestières à fortes activités anthropiques;
- la régénération naturelle dépend des facteurs abiotiques et biotiques.

La compréhension des mécanismes de régénération naturelle des espèces à PFNL cibles, donne des informations permettant de mieux planifier leur exploitation durable. C'est dans cette optique que ce travail s'est donné pour objectif de faire une étude de l'état de la régénération naturelle des espèces à PFNL majeures à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek. Plus spécifiquement, il s'agissait de:

1. identifier les espèces à PFNL les plus utilisées à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek;
2. caractériser les types d'habitat de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek;

3. évaluer le potentiel disponible et celui de régénération des espèces cibles identifiées;
4. cartographier la distribution spatiale et la dynamique de collecte de chaque espèce cible.

Le présent travail s'articule autour d'une introduction générale, de trois chapitres et d'une conclusion générale. Le chapitre I est consacré à la revue de la littérature et définition des concepts. Le chapitre II présente de manière globale le milieu d'étude et la méthodologie de travail. Le chapitre III présente et discute les résultats obtenus.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTERATURE

I.1. ETAT DES LIEUX SUR LES PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX (PFNL)

I.1.1. Concept de Produit Forestier Non Ligneux

Il existe plusieurs terminologies désignant les Produits Forestiers Non-Ligneux (PFNL) mais, ces définitions ne reflètent toujours pas le terme de PFNL. Les PFNL ont par le passé été désignés sous différentes terminologies telles que produits de cueillette, produits forestiers secondaires, produits mineurs, produits spéciaux, etc. En 1995, Chandrasekharan les désignent comme étant « toute ressource biologique, et tout service marchand, excepté toutes les formes de bois d'œuvre, issus de la forêt ou de tout autre écosystème ayant des fonctions similaires ». Drainville (1996), les définit comme étant des ressources forestières non traditionnelles.

Selon Turgeon (2003), les PFNL regroupent l'ensemble des produits forestiers autres que la matière ligneuse traditionnellement utilisée dans l'industrie de la transformation pour le bois d'œuvre ou la pâte à papier. Cette définition laisse sous-entendre que diverses espèces de bois d'œuvre fournissent également des PFNL. Des terminologies plus simples ont également été proposées par d'autres auteurs dont Andel (2006), qui propose les expressions « produits non ligneux des arbres » ou encore « produits agroforestiers ». Actuellement, on est arrivé à des appellations plus courantes telles que produits forestiers autres que le bois d'œuvre ou encore produits forestiers non ligneux. Cependant, la terminologie élaborée par la FAO en 1999, selon laquelle « les PFNL sont bien d'origine biologique autres que le bois d'œuvre (à savoir des produits fauniques, floristiques et fongiques) provenant des forêts, d'autres terrains boisés ou provenant d'arbres hors forêt » reste la plus adoptée. De cette définition, se dégagent cinq éléments principaux à l'interprétation du concept PFNL à savoir la nature du produit (ou service), la source du produit (ou service), le système de production du produit, l'échelle de production, la propriété et la distribution des avantages (Belcher & Vantomme, 2003).

I.1.2. Classification et Catégorisation des Produits Forestiers Non Ligneux

D'après Ingram (2014), les PFNL sont souvent classés par leurs usages à savoir alimentaires, médicinales, ornementaux, ustensiles, constructions, produits aromatiques, combustibles et énergiques, teintures et colorants, artistiques et culturelles. Cependant, la FAO (1999) les regroupe en trois principales catégories à savoir les PFNL d'origine végétale, animale et fongique. En ce qui concerne les espèces à PFNL d'origine végétale, toutes les parties (fruits, noix, graines, amandes, feuilles, tiges, fibres, résines, exsudâtes, racines et fleurs) peuvent être utilisées. Pour les espèces à PFNL d'origine animale, les peaux, cornes,

sabots, plumes et le miel sont communément utilisées. Les espèces à PFNL fongiques regroupent diverses espèces de champignons comestibles (Ingram, 2014).

Selon la classification faite par le MINFOF (Anonyme, 2019), les PFNL sont également regroupés en trois catégories à savoir les catégories A, B et C (Tableau I), en fonction du mode de récolte de la plante et les parties utilisées (écorçage, coupe de l'arbre sur pied...); de l'équilibre entre la demande du marché et le potentiel naturel de la ressource; de la capacité de régénération naturelle de l'espèce. Cependant, de part leur importance économique, socio-culturelle, leur statut de vulnérabilité et/ou de durabilité écologique les PFNL sont classés en:

- Produits forestiers spéciaux (catégorie A et B), représentant les produits d'un intérêt socio-économique important et dont l'exploitation est soumise à une réglementation spécifique, en application des dispositions de l'article 9 (2) de la Loi n° 94/0.
- Produits forestiers secondaires (catégorie C), représentant les Produits forestiers non menacés au sens de l'article 26 (1) du Décret 95/531/PM du 23 août 1995 fixant les modalités d'application du Régime des forêts (Annexe 2).

Tableau I. Critères de classification des produits spéciaux et des produits secondaires par catégorie et par classe (MINFOF, 2019).

Catégorie du produit	Catégorie	Critères
Produits forestiers spéciaux	Catégorie A	<ul style="list-style-type: none"> • produits forestiers menacés ; • haute valeur économique ; • haute importance socioculturelle; • commercialisés à grande échelle majoritairement dans les marchés d'exportation ;
	Catégorie B	<ul style="list-style-type: none"> • non vulnérables mais présentant une haute valeur commerciale ; • commercialisés à moyenne échelle dans les marchés d'exportation, les marchés de portée régionale ou nationale ; • une grande importance socioculturelle
Produits forestiers secondaire	Catégorie C	<ul style="list-style-type: none"> • non menacés ; • commercialisés à petite échelle dans les marchés locaux, urbain, grandes zones d'approvisionnement ; • importance socioculturelle.

D'après Eba'a *et al.* (2013), les PFNL « prioritaires » ou « clés » sont définis comme des produits ayant une valeur commerciale et économique élevée ou qui sont importants dans le cadre de l'autoconsommation (c'est-à-dire ayant une valeur pour le bien-être des populations). Dans cette étude, les PFNL prioritaires ou majeurs ont été considérés comme ceux étant importants dans le cadre de l'autoconsommation et ayant une valeur commerciale et économique élevée pour les populations.

I.1.3. Importance socio-économique des Produits Forestiers Non Ligneux

I.1.3.1. Importance sociale des Produits Forestiers Non Ligneux

Longtemps considéré comme produit mineurs par rapport au bois d'œuvre les espèces à PFNL connaissent actuellement un sursaut d'intérêt qui leur donne une place primordiale dans la société. L'exploitation des PFNL a un impact positif sur le bien-être des populations, aussi bien au niveau financier, humain que physique et social (Kuster *et al.*, 2006). Au Cameroun, plusieurs personnes sont fort tributaires de ces produits, en particulier des PFNL. De nombreux PFNL entrent dans l'alimentation, la médecine traditionnelle et la construction (des meubles et des habitats). Ils fournissent de nombreux biens et services aux populations qui en sont dépendantes, leur usage diffère en fonction des régions, des habitudes alimentaires, culturelles et de la disponibilité de la ressource. D'après Papadopulos & Gordon (1997), 300 PFNL sont utilisés dans la région du Mont Cameroun. Au Sud-Cameroun, près de 200 espèces animales et 500 espèces végétales sont utilisées comme PFNL (de plus de 1200 manières différentes) (Van-Dijk, 1999). Tchouamo & Njoukam (2000), signalaient déjà que 57 plantes médicinales sont utilisées par les Bamilékés dans l'Ouest du Cameroun.

a) Importance alimentaire

Certains PFNL sont utilisés dans l'alimentation comme condiments. Les graines de *Ricinodendron heudelotii* (Njanssang) servent à assaisonner les repas. Les graines de *Panda oleosa* encore appelés arachide sauvage, peuvent être consommées sans avoir besoin de transformations préalables. Les jus de fruit de *Irvingia gabonensis* et ses amandes sont très riches en vitamine A et C (Mezogue & Julve, 2007). Les fruits de *Tetrapleura tetraptera*, *Afrostryrax lepidophyllus* servent à assaisonner différents repas. Les écorces de *Scorodophloeus zenkeri* (homi) sont utilisées comme condiments et l'huile extraite des graines de *Baillonella toxisperma* (moabi) est une source de lipide (Mezogue & Julve, 2007). Les graines de *Pentaclethra macrophylla* sont utilisées comme instruments de musique et entrent aussi dans l'alimentation. D'autres espèces à PFNL produisent des tubercules

comestibles comme celles de *Dioscorea* sp. (Igname). Les écorces de *Garcinia kola* Heckel, et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. sont utilisées dans la fermentation du vin de palme et vin de raphia. Les espèces à PFNL entrent aussi dans la fabrication des produits esthétiques tels que les colorants et les huiles essentielles. Les huiles utilisées au Cameroun sont celles de *Monodora myristica* (Gaertn.) Dunal, *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich., *Tectona grandis* L.f., *Lasiosiphon glaucus* (Frensen). Certaines espèces à PFNL entrent dans la fabrication du savon, à l'instar de *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson et dans la fabrication des déodorants.

b) Importance médicinale

Dans la pharmacopée traditionnelle, plusieurs PFNL sont de grande importance et soignent beaucoup d'infections. En Afrique, plus de 80% de la population rurale s'en sert pour assurer leurs soins de santé (Fokunang *et al.*, 2010; Jiofack *et al.*, 2009, 2010). D'après Laird *et al.* (1997), les feuilles et le latex de *R. heudelotii* ont une action purgative et l'écorce de *Baillonella toxisperma* est utilisée pour traiter l'infertilité et d'autres problèmes gynécologiques chez la femme. Jiofack *et al.* (2009) signalent que *Enantia chlorantha* auct., *Picralima nitida* (Stapf) T. Durand & H. Durand, *Rauvolfia vomitoria* Afzel. et *Alstonia boonei* Engl. entrent dans le traitement de la malaria dans la vallée du haut Nyong. *Baillonella toxisperma*, *Antrocaryon klaineianum* Pierre, *Irvingia gabonensis*, *Cylicodiscus gabonensis* Harms, *Mangifera indica* L., *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Exell, *Morinda lucida* Benth., *Myrianthus arboreus* P. Beauv. et *Elaeis guineensis* Jacq. ont été identifiés par (Dibong *et al.*, 2015) comme plantes anti-hémorroïdaires. Au niveau national et international, les écorces de *Prunus africana* (Hook. f. kalman) sont utilisées dans les industries pharmaceutiques pour soigner l'hypertrophie bénigne de la prostate (Tasse, 2006 et Njamnshi & Ekati, 2008). A Kisangani en République Démocratique du Congo (RDC), l'extrait des écorces sèches de *P. oleosa* entre dans le traitement du diabète et du VIH Sida (Muhoya *et al.*, 2017). Etame *et al.* (2018) révèlent que la décoction des feuilles et des fruits de *Tetrapleura tetraptera* est utilisée par voie orale pour soigner l'hypertension, le diabète et les dysménorrhées, tandis que les feuilles de *Ricinodendron heudelotii* sont utilisées par trituration pour soigner le traumatisme de l'œil. Les écorces de *Enantia chlorantha* sont utilisées dans le traitement du paludisme et entre dans la composition du sirop Hepasor (du Dr. Ekotto Mengata du laboratoire Labothera) utilisé pour soigner l'hépatite virale B (Guedje *et al.*, 2010). D'après Nga *et al.* (2016), les populations de la Sanaga maritime utilisent en décoction et en macération des écorces de *Alstonia boonei* en association avec les écorces de *Cylicodiscus gabunensis*, *Guibourtia*

tessmannii (Harms) J. Léonard et le fruit de *Citrus medica* L. (cult.) pour soigner la fièvre, les courbatures et le paludisme. Les noix de *Elaeis guineensis* (palmiste) sont utilisées pour la fabrication de l'huile de palmiste communément appelée "Mégna". Celle-ci en médecine traditionnelle permet de soigner les maladies de la peau (les érythèmes fessiers ainsi que les escarres). Toutefois, il convient de noter que de mauvais résultats d'évaluation du statut thérapeutique d'une plante peuvent découler un nombre de facteurs notamment l'usage erroné de la plante, les espèces de plantes inadaptées, la contamination par des substances toxiques, le mode de conservation pendant le stockage et le surdosage (Coulibaly, 2008).

I.1.3.2. Importances économiques des Produits Forestiers Non Ligneux

Les PFNL contribuent à l'amélioration du Bien-être de nombreuses communautés locales, grâce à la création de revenus et à la distribution équitable des richesses provenant de l'exploitation des ressources naturelles (Biloso & Lejoly, 2006). L'importance économique des PFNL est unanimement reconnue, particulièrement dans les pays couverts de forêt (Moupela *et al.*, 2011). Le secteur PFNL fournit des emplois pour plusieurs acteurs impliqués à différents niveaux de leur chaîne de valeur, depuis la collecte jusqu'à la commercialisation.

Bien qu'une attention minimale soit accordée aux PFNL, dans les communautés rurales, la commercialisation des PFNL représente la principale source de revenu pour les populations. Dans les marchés locaux, les graines de *Afrostryax lepidophyllus* sont vendues dans des tasses ou dans les boîtes à raison de 200 FCFA, 300 FCFA ou 500 FCFA selon la saison de production. D'après Ndoye *et al.* (1997), au Cameroun, les femmes se retrouvent avec des marges bénéficiaires hebdomadaires allant jusqu'à 48 % pour la vente de quatre produits (*Irvingia gabonensis*, *Garcinia kola*, *Gnetum africanum* L. et *Ricinodendron heudelotii*), tandis que les fruits de *Tetrapleura tetraptera* coûtent 100 à 200 FCFA la gousse. Dans quelques marchés de la Région du littoral, les revenus générés par une personne pour la commercialisation des amandes de *I. gabonensis* peuvent atteindre 89 000 francs CFA par mois (Priso *et al.*, 2011). Pour les populations de la forêt communautaire de Payo à l'Est du Cameroun, l'exploitation des graines de *Pentaclethra macrophylla* représente de bonnes perspectives de revenus car, la production annuelle des graines est estimée à 1 261 255 graines équivalant à 23 142 kg et la valeur marchande de ces graines est estimée à 5 785 572 Frs CFA (11836 \$US) (Mouamfon *et al.*, 2015), d'où l'importance primordiale que représentent ces produits pour les populations de cette localité. Il en est de même dans la localité de Lomié à l'Est du Cameroun où certains ménages font des bénéfices considérables grâce à quelques PFNL qui leur permettent de vivre décemment (Tableau II). Dans les

villages Ekom et Mékas (Cameroun), par exemple, 51,2 % et 1,2 % des revenus des ménages proviennent de la vente des PFNL d'origine animale et végétale respectivement, contre 32 % pour les cultures vivrières et industrielles (Tchatat, 1999). Dans le village de Gribé, toujours à l'Est du Cameroun, durant la période de 2013-2014, il a été estimé à 1 500 000; 1 333 300 et 220 750 CFA francs la vente de *Aframomum* spp.; *Ricinodendron heudelotii* et *Irvingia gabonensis* respectivement, la commercialisation de ces PFNL représente la principale source de revenu des populations dans ce village (Hirai, 2014). Ingram (2014), signalait qu'au Cameroun, la commercialisation des PFNL génère des revenus à 34000 personnes incluant les collecteurs et les commerçants. D'après Awono *et al.* (2016), la valeur économique annuelle de 16 PFNL au Cameroun est estimée à 32 milliards de francs CFA, leur valeur ajoutée est évaluée à 6,4 milliards de francs CFA représentant ainsi 0,2% du produit intérieur brut du pays, et employant 283 000 personnes.

Tableau II. Revenu moyen par ménage et par espèce à PFNL dans la localité de Lomié (Fokou, 2008).

Nom de l'espèce à PFNL	Paramètres	Quantité moyenne prélevée par ménage et par an	Revenu annuel par ménage (FCFA)
<i>B. toxisperma</i>		02 sacs de 50 kg de graines	30 000
<i>I. gabonensis</i>		03 sacs de 50 kg	45 000
<i>R. heudelotii</i>		1 demi-sac de 50 kg	12 000
Total			87 000

Au Cameroun, les produits des espèces telles que *Ricinodendron heudelotii*, *Afrostryax lepidophyllus*, *Tetrapleura tetraptera*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Piper guineensis* Schumach. & Thonn. *Monodora myristica*, *Xylopia aethiopica* etc. peuvent être stockés et revendus pendant des périodes de crise. Malgré le fait que la commercialisation de ces produits résulte du secteur informel, les revenus provenant de cette activité tout en permettant aux populations de faire des économies, leur permettent d'améliorer leurs conditions de vie. En plus, les revenus générés peuvent aussi servir à la satisfaction d'autres besoins tels que l'accès aux soins de santé, à l'habillement et aux besoins alimentaires.

Le commerce des PFNL sur le marché international est très rentable. Des quantités importantes de PFNL sont exportées du Cameroun vers les autres pays du monde. Sur le plan international, les principaux marchés des PFNL sont ceux de la Belgique et de la France, de la Grande Bretagne, de la Suisse, de l'Ecosse, de l'Irlande du Nigeria, etc. (Tabuna,1999,

Kendon & Seppanen, 2007). Quelques principaux produits exportés vers les pays étrangers sont: les feuilles de *Gnetum africanum*, les écorces et fruits de *S. zenkeri*, de *A. lepidophyllus* et *Garcinia kola*, les rhizomes de *Zingiber officinale* Rosc. (cult.), les fruits de *Cola acuminata* (P. Beauv.) Schott & Endl., *Cola nitida* (Vent.) Shott et Endl., *X. aethiopica*, *Aframomum* sp., le *P. guineensis* brut ou écrasé; les amandes de *Irvingia gabonensis*, les graines de *R. heudelotii*, les gousses de *T. tetraptera*, les graines *M. myristica*, l'huile extraite des graines de: *Baillonella toxisperma*; *Butyrospermum parkii* (G. Don) Kotschy; *Allanblackia floribunda* Oliv., la pâte des amandes de *I. gabonensis*; les Champignons secs, la viande boucanée, le miel et les chenilles.

Les différentes étapes de cueillette, de transport, de transformation et de commercialisation à grande, à moyenne ou à petite échelle des PFNL offrent des emplois qui ne nécessitent pas de formation particulière, ce qui contribue à réduire le taux de chômage. La consommation du carburant par des engins de transport fait des revenus aux stations d'essence qui payent des impôts rentrant dans les caisses de l'Etat. Ainsi, la chaîne de valeur des PFNL génère des revenus certes pas très importants, mais suffisamment considérables pour l'économie nationale, ce qui devrait conduire à une meilleure prise en compte du secteur PFNL dans le développement socio-économique du Cameroun. Les revenus générés par la vente des PFNL peuvent servir à la satisfaction d'autres besoins. A ce titre, ils constituent un instrument efficace de lutte contre la pauvreté (Tchatat *et al.*, 2002).

I.1.4. Fiscalité sur les Produits Forestiers Non Ligneux

Le Cameroun est l'un des principaux exportateurs de PFNL de toute la zone du Bassin du Congo, mais ce commerce ne profite pas effectivement aux populations, la commercialisation se faisant de manière informel dans la plupart des cas, pourtant il existe une législation en vigueur protégeant leur commercialisation. Selon les directives sous régionales de la COMIFAC relatives à la gestion durable des PFNL d'origine végétale en Afrique Centrale établie en 2010, l'exploitation des PFNL à des fins commerciales est assujettie aux paiements des taxes forestières fixées par l'Etat. Cette taxation tient compte du statut de vulnérabilité de chaque plante (taxation forte), de l'importance économique (valeur mercuriale), et de la nécessité à promouvoir des essences peu utilisées. Au Cameroun, la fiscalité sur les PFNL s'appuie sur: la taxe ordinaire (impôt libératoire, patente, impôt sur les revenus et taxe sur la valeur ajoutée), les taxes spécifiques (taxe de régénération) et la taxe de sortie qui donne droit au transport des PFNL. Pour l'exploitation des PFNL dits spéciaux, s'ajoute l'agrément d'exploitation (Anonyme, 2018). La fiscalité locale générale encore

appelée taxe ordinaire ou impôts de droit communs concerne tous les opérateurs économiques et est payable au centre des impôts territorialement compétents. Les tarifs de l'impôt libératoire sont arrêtés par les collectivités territoriales, le prix est fixé par catégorie d'activités. La fiscalité spécifique est la taxe de régénération qui coûte 10 FCFA le Kg, exception faite de *Prunus africana* et de *Diospyros crassifolia* Hiern. qui depuis l'adoption de la loi n° 2016/018 du 14 décembre 2016, la taxe de régénération pour ces produits a été revue respectivement à 25 FCFA / kg et à 100 FCFA / kg. Concernant la taxe de sortie, elle donne droit au transport des PFNL, elle accompagne automatiquement le transport des produits et diffère en fonction des produits dit spéciaux et secondaires (Anonyme, 2019).

Toutefois, toute personne ou organisation ayant l'intention de commercialiser les PFNL dit secondaire doit avoir une approbation attribuée de gré à gré par le ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) à Yaoundé. Cette approbation permet d'accéder au secteur et rend le commerce légal. Pour obtenir cette approbation, un fichier d'informations est exigé, et vaut 150 000 FCFA. Après l'approbation, un permis d'exploitation est nécessaire pour accéder aux marchés de certains produits et coûte en moyenne 2,5 à 3 millions de FCFA (Tieguhong *et al.*, 2015). Cependant, Nguenang *et al.* (2013) signalent que le système administratif est difficile, surtout pour les particuliers ou les Petites et Moyennes Entreprises (PME) situés loin de la capitale, ayant peu de relations politiques ou un accès à des capitaux suffisants pour investir dans le dossier d'approbation. Selon Tieguhong *et al.* (2015), les commerçants signalent que des pots de vin supplémentaires sont généralement nécessaires pour obtenir un progrès du dossier à travers le processus bureaucratique d'obtention de l'approbation. Toutes ces procédures formelles et informelles rendent difficiles la gestion du secteur des PFNL.

Il est primordial de mentionner qu'au Cameroun, jusqu'en 2016, la généralisation de la taxe de régénération et le faible taux de cette taxe ont contribué à freiner le développement du secteur PFNL car, quel que soit le type de PFNL au Cameroun, sa taxe était fixée à 10 FCFA le Kg, sans tenir compte de la valeur du produit et du statut de vulnérabilité des espèces. Depuis la réforme fiscale du 14 décembre 2016, la taxe de régénération de *Prunus africana* et *Diospyros crassifolia* a été revue, cette réforme fiscale est appliquée uniquement à deux espèces de PFNL, pourtant ce ne sont pas les seules espèces à valeur marchande élevée et dont le statut de vulnérabilité a été déterminé. Par contre, selon une étude faite par Betti (2007), tous les autres pays membres de la COMIFAC utilisent des tarifs fiscaux qui varient énormément d'un produit à l'autre. Egalement, au Cameroun, ce sont les populations qui établissent le prix de leurs produits. Pourtant selon les textes de la COMIFAC, la

commercialisation des PFNL est soumise à une normalisation commune agréée par tous les Etats membres. Cette faille dans la taxation et le suivi de la commercialisation sur les PFNL contribuent à rendre ce secteur peu productif pour les populations qui doivent payer des taxes communales, des impôts libératoires et des droits de marché pour exercer leur commerce dans différents marchés du Cameroun. Ainsi, les populations exerçant cette activité ne perçoivent pas véritablement quels sont les bénéfices qu'elles réalisent, pourtant ce commerce est très florissant et devrait pouvoir contribuer à la lutte contre la pauvreté.

I.1.5. Impact de l'exploitation des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux

D'après Peters (1997), tout type d'exploitation de ressource forestière mené dans les tropiques a un impact. Cet impact peut être perçu à différents niveaux: sur la ressource elle-même ou encore sur les populations bénéficiant de l'usage de cette ressource, ce qui peut être qualifié d'impacts positifs ou négatifs. Concernant les impacts positifs, on se réfère sur le plan économique à la diversification des revenus des ménages vivant de l'exploitation des PFNL, à la création d'emplois. Sur le plan écologique, la collecte des PFNL contribue à la pérennisation de la ressource quand on considère que l'Homme est l'un des disséminateurs des fruitiers forestiers. En outre, si la surexploitation des espèces joue un rôle important pour le fonctionnement des écosystèmes forestiers, comme la source de dispersion des graines, la réduction de l'abondance ou extinction des espèces peut affecter négativement la structure et composition des communautés végétales à travers les effets causés par la limitation de la dispersion (Scott *et al.*, 1993). Ainsi, la collecte abusive peut avoir un impact écologique énorme sur la disponibilité de la ressource, le cas le plus évident au Cameroun est celui de *Prunus africana* et *Garcinia kola* dont l'écorce est hautement prisée par les populations et les industries pharmaceutiques qui les utilisent pour soigner diverses infections sanitaires. Cunningham & Mbenkum (1993) signalaient que 35 000 individus de *P. africana* sont abattus chaque année pour la récolte de leurs écorces. Souaré (2013), révèle que l'exploitation de *Xylopia aethiopica* se fait par abattage systématique des tiges et environ 7 534 individus ont été abattus de 2008-2010 en périphérie et dans le Parc National du Mbam et Ndjerem. Cette forte pression sur la ressource ne garantit pas la survie des peuplements. La collecte quasi-totale des graines et fruits est aussi une pratique qui déséquilibre les populations d'arbres. Pourtant lorsque la récolte est bien menée, la saignée des arbres pour la récolte d'exsudats ne perturbe pas le couvert forestier, ne tue pas les arbres exploités, ni ne soustrait leur semences (Peters, 1997).

Bien que la collecte des PFNL ne cause pas généralement des dégâts évidents dans la structure des forêts comme l'exploitation du bois d'œuvre (Muler *et al.*, 2014), la conséquence écologique la plus directe de l'extraction des PFNL est l'altération du taux de survie, de la croissance et de la reproduction des individus collectés (Ticktin, 2004). Dans le même ordre d'idée, Ghazala & Soumya (2004), signalent que la collecte des écorces, des feuilles, des tiges et des racines ralentit et entraîne la mortalité des plantes, tandis que la collecte des fruits et des graines limite la dispersion. Toutefois, ces deux modes d'exploitation ont un impact sur la densité des populations et partant sur la régénération naturelle. Cependant, Ticktin (2004) signale que les études sur les impacts écologiques de collecte des PFNL démontrent que plus que 80% des fruits peuvent être collectés sans effet négatif sur la dynamique des populations.

I.2. REVUE DES METHODES D'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN PFNL

Au Cameroun, les PFNL ont fait l'objet de beaucoup d'études au cours de ces dernières années aussi bien sur le plan socio-économique que ethno-botanique et écologique (Tabuna, 1999; Ndoye *et al.*, 1997; Zapfack & Ngobo, 2001ab; Tchatat, 2002; Mbolu, 2002; Geudje, 2002; Asseng, 2008; Noumbisie *et al.*, 2008; Vermeulen *et al.*, 2009; Nda *et al.*, 2013; Fongnzossie *et al.*, 2014; Dibong *et al.*, 2015; Ketchatang *et al.*, 2015; Mouamfon *et al.*, 2015; Biye *et al.*, 2017; Egbe *et al.*, 2018 ; Ngansop *et al.*, 2019ab).

Cependant, il existe encore des difficultés liées aux choix de la méthode de collecte des données. Pourtant, selon Belinga (2002), les connaissances locales peuvent constituer une source d'information importante sur tous les aspects liés à l'utilisation, à la distribution et à l'écologie des espèces à PFNL, et pourraient être utilisées par les chercheurs pour établir des méthodes scientifiques de collecte de données. De même Wong *et al.* (2001), réaffirment qu'un processus d'évaluation idéal devrait commencer avec la sélection des espèces ou produits, et inclure une étude de marché, un inventaire de la ressource, une évaluation de la croissance et des prévisions de rendement, une détermination des niveaux d'exploitation durable, une planification de la gestion et un suivi. Ainsi, Belinga (2002) souligne que les inventaires des espèces à PFNL restent qualitatifs en l'absence des techniques éprouvées, acceptées et comprises par tous. Cependant, Ingram & Bongers (2009) soulignent qu'il y a trois types d'évaluation de la ressource en PFNL à savoir l'évaluation environnementale (Écologie de la ressource, caractéristiques du produit, source du produit et gestion durable), l'évaluation socio-institutionnelle (caractéristiques des acteurs, Gouvernance, valeurs

culturelles et préférence du consommateur) et l'évaluation économique (caractéristiques du marché, valeurs marchandes du produits, revenu, durabilité économique). Ces informations sont obtenues par une collecte de donnée botanique et ethno-botanique de la ressource. Ainsi, selon les objectifs visés par des chercheurs, différents protocoles d'inventaire sont réalisés, mais l'absence de méthodologies standardisées rend quelque peu difficile la comparaison des résultats obtenus pour les mêmes thématiques sur les mêmes ou différents sites d'études.

I.2.1. Méthodes botaniques et écologiques d'évaluation de la ressource en PFNL

Les méthodes d'inventaire couramment utilisées pour l'évaluation botanique des espèces à PFNL sont des inventaires de biodiversité tenant compte de l'évaluation du potentiel disponible, les différents aspects quantitatifs et écologiques (Hall & Swaine, 1981), des cartes de distribution, des profils écologiques d'espèces et d'une compréhension des relations environnementales et des processus d'évolution (Hawthorne, 1996). De même, les données issues de ces inventaires botaniques peuvent servir à établir le profil dendrométrique des espèces ciblées par l'étude. Toutefois, ces méthodes d'inventaires restent rudimentaires sans l'application d'un test statistique. Ainsi, Wong *et al.* (2001) ont établi l'importance de l'application des méthodes statistiques dans l'évaluation des ressources en PFNL et révèlent que l'avantage principal d'une évaluation biométrique est qu'il y a possibilité d'avoir un certain niveau de confiance dans les résultats et une exactitude qui permet de mesurer la différence entre les estimations et la réalité. Toutefois, les méthodes et les dispositifs d'inventaires jusqu'ici utilisés (transects, parcelles) (Tableau III) sont très variables en nombre et en termes de mise en place en fonction du temps, des moyens disponibles et des objectifs visés. Pour une meilleure évaluation des ressources en PFNL, Wong *et al.*, (2001) ont défini trois contextes d'inventaires à savoir:

- l'inventaire d'une ressource unique: lorsque l'inventaire cherche à évaluer quantitativement l'abondance et la distribution d'une seule espèce à PFNL.
- l'inventaire de ressources multiples avec un objectif unique: lorsque l'inventaire s'intéresse à plusieurs ressources pour la même raison c'est-à-dire un inventaire stratégique, pour plusieurs espèces à PFNL différentes.
- l'inventaire de ressource à usage multiple: lorsque l'inventaire des espèces à PFNL a lieu en même temps que d'autres inventaires pour d'autres objectifs, comme la gestion forestière pour le bois d'œuvre ou la protection des bassins versants.

Tableau III. Quelques études d'inventaires des espèces à PFNL au Cameroun.

Méthodes d'inventaire	Produits	Aspects	Références
16 transects de 5000 m x 20 m avec une équidistance de 1 km par transects, pour une superficie de 160 ha	<i>Afrostryax lepidophyllus</i> <i>Baillonella toxisperma</i> , <i>Irvingia gabonensis</i> , <i>Panda oleosa</i> , <i>Pentaclethra macrophylla</i> , <i>Ricinodendron heudelotii</i> , <i>Tetrapleura tetraptera</i> , <i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Aspect écologique (types d'habitats, densité du peuplement)	(Ngansop <i>et al.</i> , 2019b)
9 transects de 2 km de long et 20 m de large ont été parcourus, pour une superficie de 36 ha	<i>I. gabonensis</i> , <i>R. heudelotii</i> <i>Entandrophragma cylindricum</i> et <i>Terminalia superba</i>	Aspect écologique (types d'habitats, densité du peuplement, structure diamétrique, régénération naturelle)	(Ketchatang <i>et al.</i> , 2017)
4 transects de 2 km de longueur et 40 m de largeur chacun, soit une superficie totale de 32 hectares	<i>P. macrophylla</i>	Aspect écologique (diversité, densité, types d'habitats)	(Mouamfon <i>et al.</i> , 2015)
Six transects de 2500 m de longueur sur 20 m de large de part et d'autre de l'axe Mebanga-Assok, avec une équidistance de 500 m entre deux transects consécutifs pour un total de 30 ha	<i>I. gabonensis</i> , <i>Allanblackia floribunda</i> , <i>P. macrophylla</i> , <i>Garcinia lucida</i> , <i>R. heudelotii</i> , <i>G. kola</i> , <i>S. zenkeri</i> , <i>Coula edulis</i> et <i>Poga oleosa</i>	Aspect écologique (densité, structure diamétrique, régénération naturelle)	(Njiké, 2015)
16 transects de 5000 m x 20 m avec une équidistance de 1 km pour 16 transects	<i>A. lepidophyllus</i> <i>B. toxisperma</i> , <i>I. gabonensis</i> , <i>P. oleosa</i> , <i>P. macrophylla</i> , <i>R. heudelotii</i> , <i>T. tetraptera</i> , <i>S. zenkeri</i>	Aspect écologique (densité, structure diamétrique, régénération naturelle)	(Fongnzossie <i>et al.</i> , 2014)
12 transect de 2 m de largeur et de longueur variable pour une superficie de 217 Km	<i>A. kamerunensis</i> , <i>Masularia acuminata</i> , <i>R. heudelotii</i> , <i>Carpolobia lutea</i> , <i>Carpolobia alba</i> , <i>I. gabonensis</i> , <i>Gnetum africanum</i> , <i>G.bucholzianum</i> , <i>Garcinia manni</i>	Distribution spatiale et abondance des individus	(Ndah <i>et al.</i> , 2013a)

Trois à quatre placettes de 10 x 10 m, soit 300 à 400 m ² dans chaque parcelle de superficie unitaire de 0,3 à 0,5 ha	Flore et produits végétaux	Aspect écologique (diversité, densité, types d'habitats) Aspect économique, exploitation polycyclique.	(Ngueguim <i>et al.</i> , 2010)
Transect de 1000 x 10 m pour tiges adultes (diamètre ≥ 5 cm); parcelle de 100 m ² , distantes les unes des autres de 100 m le long du transect pour juvénile (dbh < 5 cm); sous parcelle de 4 m ² pour les plantules	<i>Aframomum citratum</i> , <i>A. melegueta</i> et <i>Garcinia lucida</i>	Densité, structure, distribution, types d'habitats, enquêtes socio-économiques.	(Guedje, 2002)
Parcelles de 20 x 20 m dans différent facies de <i>Gnetum</i> sp.	<i>Gnetum</i> sp.	Aspect écologique.	(Fongnzossie, 2003)
Cartographie durant l'inventaire d'aménagement	<i>B. toxisperma</i>	Aspect écologique	(Vermeulen <i>et al.</i> , 2009)
Cartographie intégrée à l'occupation spatiale	<i>Trichoscypha acuminata</i> , <i>I. gabonensis</i> , <i>B. toxisperma</i> , <i>Coula edulis</i>	Aspect écologique	
Cartographie participative sur pieds	<i>B. toxisperma</i> , <i>I. gabonensis</i> <i>R. heudelotii</i>	Aspect écologique	
Transects de 2000 m x 20 m avec une équidistance de 40 km pour 13 layons	<i>A. lepidophyllus</i> <i>B. toxisperma</i> , <i>I. gabonensis</i> , <i>R. heudelotii</i> ,	Aspect écologique	(Fokou, 2008)
Transects de 2500 m x 10 m, parcelles de 20 m x 10 m, parcelles de 5 m x 5 m équidistant de 100 m	Flore, produits forestiers non ligneux et bois d'œuvre	Aspect floristique, ethno-botanique et écologique	(Zapfack & Ngobo, 2001a et 2001b)

I.2.2. Méthodes ethno-botaniques d'évaluation de la ressource en PFNL

Les méthodes d'inventaires ethno-botaniques les plus utilisées reposent sur les savoirs traditionnels. Les enquêtes ou encore interviews les plus appliquées sont généralement les focus group, les interviews semi structurés, les inventaires d'interviews, les interviews participatives avec stimuli visuel (Silva *et al.*, 2014). Au Cameroun, dans la plupart des cas, les études restent focalisées sur l'aspect qualitatif basé le plus souvent sur des enquêtes socio-économiques ne prenant en compte que les paramètres tels que ;

- les parties utilisées des produits.

- les techniques de récolte des produits.
- les quantités récoltées et commercialisées.
- la périodicité de la disponibilité des produits.
- les modes de consommation et les quantités consommées (Belinga, 2002).

Pourtant Silva *et al.* (2014) recommandent l'entretien d'inventaire comme étant la méthode la plus efficace pour identifier les espèces et leurs utilisations, car elle permet d'inventorier davantage de plantes dans leur environnement d'origine, en comparaison aux focus group, les interviews semi structurés, les inventaires d'interviews et les interviews participatives avec stimuli visuel. Cependant, White & Edwards (2000) expliquent que les focus group sont des réunions de village qualitatif par nature et qui permettent aux communautés locales de discuter de manière ouverte et donnent parfois des informations importantes pour des décisions de gestion. Tandis que les enquêtes semi-structurées sont menées avec des individus ayant des connaissances particulières et doivent être conçues de façon à stimuler le dialogue.

I.2.3. Bilan des recherches sur quelques espèces à PFNL au Cameroun

D'après la stratégie nationale PFNL au Cameroun, la gestion durable des PFNL demande une meilleure connaissance de leur potentiel disponible. Ainsi, plusieurs inventaires ont été effectués sur les espèces à PFNL par des chercheurs dans différentes régions du Cameroun et l'estimation des densités de quelques espèces à PFNL a été résumée dans le tableau IV.

Tableau IV. Densité de quelques espèces à PFNL.

Densité en tiges par ha									
Sites d'étude et références		<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	<i>Baillonella toxisperma</i>	<i>Irvingia gabonensis</i>	<i>Panda oleosa</i>	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	<i>Tetrapleura tetraptera</i>
Disponibilité des Produits Forestiers Non Ligneux fondamentaux à la périphérie du Parc National de Lobeke	(Ketchatang <i>et al.</i> , 2017)			0,81			1,5		
Est du Cameroun, dans la forêt communautaire de Payo	(Mouamfon <i>et al.</i> , 2015)					56,91			
Forêt de Akom II	(Njiké, 2015)			1,1		51,1	7,2	1,1	
Périphérie nord du Parc National de Boumba-bek	(Fongnzossie <i>et al.</i> , 2014)	32,0	0,1	1,9	2,1	11,3	10,3	7,4	0,9
Parc National de Takamanda	(Ndah <i>et al.</i> , 2013a)			55,91			1,33		
Forêt de Takamanda, Sud-Ouest	(Ndah <i>et al.</i> , 2013b)			6,25		6,25	18,75		
UFA 10031 à Lomié	(Fokou <i>et al.</i> , 2008)	7,19		2,50			1,30		
UFA 10041 à Lomié									
Complexe Kom-Mengamé	(Fongnzossie, 2012)			1,80	2,80				
Parc national Nki	(Nkongmeneck, 1999)	2,20		0,70		2,00		29,10	
Parc national Boumba Bek		2,20		0,40	2,80		1,50	15,40	
Forêt de Djoum Sud-Cameroun	(Zapfack & Ngobo, 2001a)			0,79	0,33	4,26	3,37		
Plaine de Tikar (Gambé-Tikar)	(Zapfack & Ngobo, 2001b)						6,80		6,80
Plaine de Tikar (Manda'ah)							12,00		5,40
Plaine de Tikar (Bamkim)							0,60		4,00

I.3. GENERALITES SUR LA REGENERATION DES POPULATIONS D'ARBRES

Selon le lexique forestier, la régénération se définit comme étant un renouvellement du peuplement par voie sexuée. Elle peut se faire soit naturellement, soit de façon artificielle. De ce fait, on distingue : la régénération naturelle obtenue à partir de semenciers du peuplement en place (I), la régénération artificielle obtenue par semis ou plantation (II) et la régénération assistée, obtenue par combinaison des deux modes précédents (III). Toutefois, les méthodes de régénération (I et II) sont les plus documentées.

I.3.1. Régénération naturelle

D'après Rollet (1969), la régénération naturelle est l'ensemble des préexistants dans le peuplement sans intervention humaines, elle peut encore être perçue comme étant un ensemble de processus par lesquelles la forêt se reproduit naturelle. Selon Alexandre (1989), la régénération naturelle est un ensemencement spontané qui permet de comprendre la dynamique forestière marquée par l'existence de trouées et le rôle de la composition « floristique initiale » ou potentiel floristique. Pour Forget (1989), c'est le renouvellement des individus et la pérennité des espèces végétales, constituant ainsi la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales. Pour Bikumbu (1994), la régénération naturelle est par excellence la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces dans l'écosystème forestier. Puig (2001) soutient que la régénération naturelle se réalise par multiplication végétative au moyen des rejets issus des souches déjà existantes et par germination des graines provenant des arbres matures. Jesel (2005) pour sa part, perçoit la régénération naturelle comme étant l'ensemble des processus démographiques qui assurent le renouvellement des individus, de la graine disséminée lors de la fructification d'un arbre au recrutement d'un nouvel adulte capable de se reproduire. Nguenang (2013), la définit comme étant l'ensemble des processus et des conditions écologiques de recrutement et de croissance spontanée d'une population végétale dans un milieu naturel.

Ces différentes définitions ont un point commun qui est le renouvellement, la pérennisation des individus d'une population d'arbre et le maintien ou reconstitution de leur habitat d'origine. Toutefois, Tesfaye *et al.* (2010) précisent qu'après des perturbations, les forêts peuvent se régénérer à travers trois composantes qui sont: le potentiel végétatif, qui correspond à la capacité des plantes à rejeter des souches à drageonner à partir des organes souterrains; le potentiel séminal advectif (apports postérieurs à l'ouverture du couvert

forestier), qui correspond aux graines déposées sur le sol, il s'agit de la pluie de graines; le potentiel séminal édaphique, qui correspond à la banque de graines du sol.

I.3.2. Régénération artificielle

Les différentes techniques de domestication et de reboisement représentent l'ensemble d'éléments constituant la régénération artificielle. Par opposition à la régénération naturelle, la régénération artificielle constitue toutes techniques de croissance des plantes nécessitant l'intervention de l'homme. Bellefontaine *et al.* (2012) définissent la régénération artificielle comme étant un renouvellement artificiel d'un peuplement forestier par semis ou par plantation (manuelle ou mécanique). La régénération artificielle se fait généralement par reproduction asexuée encore appelée multiplication végétative. Elle se fait à partir de certains de ses tissus ou organes (rejets de souche, drageons issus de racines superficielles, boutures provenant de fragments de racines ou d'axes aériens, enracinement d'axes aériens, (marcottage aérien) ou en contact avec le sol (marcottage naturel terrestre), mais aussi à partir de bourgeons détachés de l'individu porteur, ou de rhizomes émis par des tiges souterraines).

Au Cameroun, des centres de recherche et de formation tels que l'IRAD, le CIFOR et l'ICRAF ont mis sur pied des modèles de domestication ou encore de régénération artificielle pour quelques essences forestières qui ont connu des succès. De même, plusieurs auteurs ont développé des études sur la domestication des plantes à l'instar de Kouadio & Doucet (2009), qui ont réalisé avec succès une étude du comportement de *Baillonella toxisperma* dans les trouées d'abattage enrichies dans la région de l'Est Cameroun. Nkongmeneck *et al.* (1996) ont étudié la capacité de germination des graines de *Tetrapleura tetraptera* d'après leur position dans la gousse et prouvée que la scarification réduit le temps de germination des graines de 15 jours à 3 jours. Une étude conduite par Tchoundjeu *et al.* (2010) sur la domestication de *I. gabonensis* par marcottage révèle que la place des branches dans la couronne n'affecte pas la capacité d'enracinement de marcottes, de même la domestication de *I. gabonensis* par marcottage est excellente. Toutefois des études supplémentaires sont exigées afin d'améliorer le taux de la survie pendant la période du sevrage. Dickens (2011) dans son étude sur l'effet de la fermentation du fruit sur la germination et la croissance des plantules de *I. wombolu* révèle que la fermentation du fruit réduit les capacités de germination de la graine, plus encore les graines doivent être dépulpées mécaniquement et semées immédiatement après ramassage pour leur assurer une bonne germination.

I.3.3. Conditions nécessaires pour la régénération naturelle

D'après Borja (2014), Bose *et al.* (2016), la régénération naturelle pourrait être affectée par des facteurs abiotiques (environnement) et biotiques (structure de l'étage supérieur). Toutefois, le principal facteur de succès de la régénération en forêt réside au niveau des semenciers et des semences. Une régénération optimale nécessite une bonne qualité de semence et donc une présence des semenciers productifs. Hosogi & Kameyama (2006) confirment que la banque des graines est très importante pour la régénération. Outre la qualité des semences, la dissémination des diaspores est une phase essentielle de la régénération végétale, particulièrement en forêt tropicale où les chances d'établissement au voisinage du pied parent sont très faibles (Janzen, 1970). Ainsi, la dispersion des diaspores constitue une interaction clé qui influence de nombreux processus écologiques utiles au maintien de la diversité des écosystèmes forestiers (Evrard *et al.*, 2016). Charles (2003) affirme que la dissémination des graines est l'un des mécanismes essentiels de la régénération forestière. La zoochorie, l'anémochorie, la barochorie et l'autochorie sont les principaux modes de dissémination en forêt. La zoochorie confère aux diaspores une capacité de dissémination élevée, ce qui pourrait augmenter les capacités de régénération. Il faut donc qu'une espèce possède des moyens de dissémination efficaces pour qu'elle puisse se propager et trouver des conditions favorables à sa régénération (Riera *et al.*, 1988). Dans le même ordre d'idée, Fongnzossie *et al.* (2014) affirment que les facteurs environnementaux tels que la ventilation, l'humidité et la lumière sont des paramètres qui influencent la régénération des espèces dans le sous-bois des forêts. Tandis que Jesel (2005) signalait déjà qu'en dehors des conditions du milieu, la dynamique d'une population d'arbres est également influencée par les interactions s'exerçant entre les générations d'individus qui la composent. Doyon & Lessard (2004) soutiennent que biologiquement, la croissance d'un arbre varie en fonction de l'individu (espèce, taille et architecture) et de la disponibilité en ressources qui elle-même dépend du climat, du sol et de la compétition que les autres plantes exercent sur cette disponibilité (position sociale en ce qui concerne la lumière). Dans le même ordre d'idée, les dommages causés aux plantules par l'ouverture d'un chablis, naturel ou artificiel sont des paramètres qui influencent l'installation du juvénile en forêt (Fig.1). Ainsi, la régénération naturelle d'une plante est contrôlée par un ensemble de facteurs propres à l'espèce et par un ensemble de facteurs liés à l'habitat de la plante.

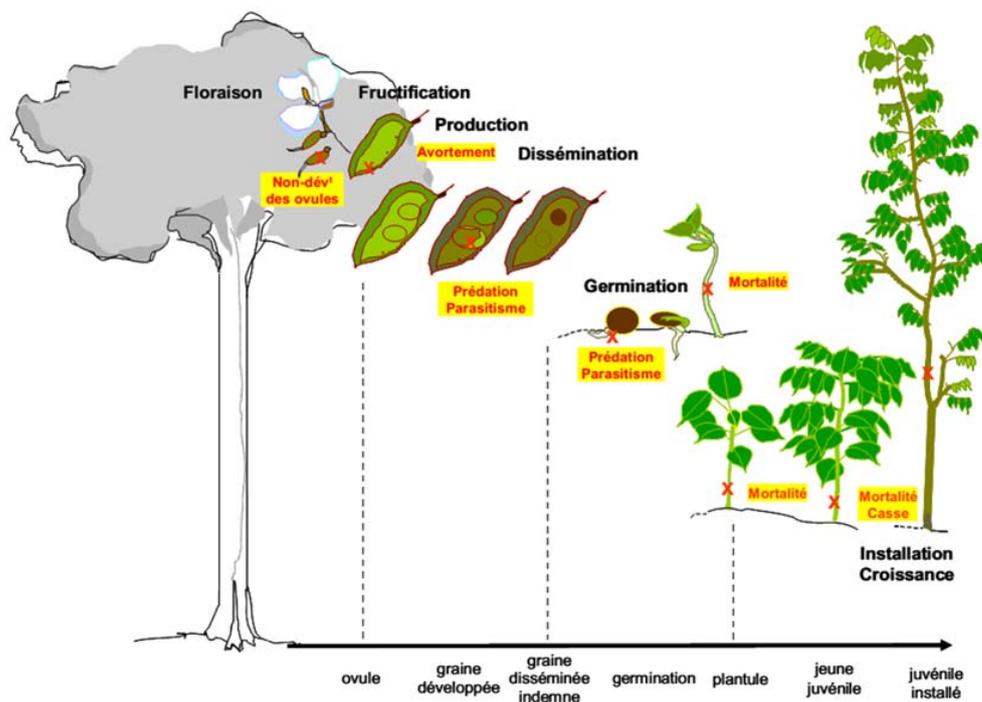


Fig. 1. Principales étapes démographiques et principaux processus de mortalité (en rouge) de la régénération naturelle (Jesel, 2005)

I.3.4. Obstacles liés à la régénération naturelle

Globalement, la dormance des graines, la tolérance à la lumière ou à l'ombre de certaines plantules ou plantes, le microclimat dans le sous-bois ainsi que les différentes compétitions intra et interspécifique constituent les principaux facteurs qui influencent la régénération des arbres en forêt. Un fruit ou une graine mature qui arrive au sol doit trouver des conditions favorables à son éclosion. Les fruits de certaines essences forestières telles que celles de *Panda oleosa*, *Tetrapleura tetraptera* et *Desplatia dewevrei* avec leur endocarpe très lignifiée illustrent bien le cas de dormance des graines. Chez certaines espèces d'arbres, les délais de germination peuvent ainsi dépasser 1 ou 2 ans (Baraloto, 2001). Durant ce temps d'attente, la graine ou le fruit ne devra pas être consommé par des frugivores. Peters (1997) signalait déjà que 98 % de semences des espèces forestières sont victimes des attaques de rongeurs, coléoptères, fourmis et des charançons. Une fois qu'elles ont passé ces étapes, survient la germination.

Après germination, le semis devra être capable de supporter les conditions édaphiques, l'humidité et la tolérance et l'intolérance à l'ombre, étant donné que très peu de lumière arrive dans le sous-bois. White & Edwards (2000) soulignent que les plantes tolérantes à l'ombre développent des stratégies de croissance, se reproduisent de façon efficace et vivent plus

longtemps, tandis que les plantes intolérantes à l'ombre (héliophiles) en présence de lumière croissent normalement, se reproduisent rapidement mais en général, ne vivent que quelques dizaines d'années. Toutefois, Debroux (1998) signalait par exemple que les trouées et leurs abords pourraient constituer un environnement idéal pour l'épanouissement des plantules de *Baillonella toxisperma*. En effet, le *B. toxisperma* est une espèce semi-héliophile, qui tolère un certain ombrage dans son jeune âge mais qui nécessite pour grandir, une mise en lumière progressive. Mis à part le caractère tolérant ou non à l'ombre, les plantules sont toujours sujettes aux attaques des animaux et aux compétitions intra spécifiques ou chacune lutte pour sa survie. En général, sous un semencier en période de fructification se retrouvent beaucoup de fruits qui n'ont pas été ramassés par l'homme ou les animaux; ces derniers germent en grande quantité, mais des années après germination très peu de ces jeunes semis arrivent au stade adulte, seul ceux ayant résisté à la compétition y parviennent.

De même, les facteurs anthropiques à l'instar de l'exploitation forestière agricole ou industrielle représentent l'un des paramètres influençant la régénération naturelle en forêt. Egalement, l'écorçage ou l'abattage abusif de certaines plantes tels que *Prunus africana*, *Garcinia lucida* et *Xylopia aethiopica* limite leur croissance et leur disponibilité (Guedje, 2002; Souaré, 2013). La collecte quasi totale des fruits sous un semencier réduit les possibilités de germination des graines. Bien plus, des études ont montré que des feux de brousse mal conduits affectent négativement la floraison et la fructification de certaines espèces et réduit la proportion des espèces devant passer du stade de jeune plant à celui de plant adolescent (Samaké *et al.*, 2011). Mais de manière paradoxale, les activités anthropiques ont aussi la capacité d'assurer une bonne régénération à travers l'ouverture de la canopée qui favorise l'entrée de la lumière en sous-bois.

I.4. STRUCTURE SPATIALE DES POPULATIONS D'ARBRES

La structure spatiale des espèces est l'un des paramètres clé pour la compréhension des processus écologiques et du fonctionnement des écosystèmes forestiers (Kumba *et al.*, 2013). Elle dépend de la densité et de la distribution horizontale des espèces (Büttler, 2000; Dale, 2000). Pitman *et al.* (2001) soulignent que la structure spatiale des espèces représente l'arrangement spatial des individus dans la forêt et constitue un thème central en écologie. Weghe (2004), ajoute que la structure spatiale et la régénération naturelle des arbres sont intimement liées et jouent un rôle important dans la dynamique de la forêt. Dans cette même logique, Mitchell (2005) précise que connaître la structure spatiale des individus en forêt peut

améliorer la connaissance de ces milieux et la compréhension des processus écologiques qui y interviennent.

L'étude de la distribution spatiale des individus est abordée de différentes manières en fonction des paramètres pris en compte, on distingue ainsi: le test de l'indice de Morisita (1962) (Id) qui se comporte comme l'indice de dispersion inventé par Masaaki Morisita; la méthode du plus proche voisin se basant sur la mesure de la distance qui sépare un individu et son plus proche voisin, elle a été élaborée par Clark & Evans (1954); la méthode de K Ripley (Coefficient de K Ripley) (Ripley, 1977); la méthode de Green (indice de Green) qui prend en compte le nombre d'individus sur une surface donnée (Green, 1966); la méthode de Dajoz (2003) (Da) adaptée aux petits échantillons, pour les espèces ayant moins de 100 individus dans la placette. Toutes ces méthodes débouchent sur trois types de distribution classiquement reconnues en écologie dans le plan horizontal d'un espace géographique à savoir la distribution spatiale d'éléments ponctuels : aléatoire ou au hasard, agrégée ou grégaire et uniforme ou régulière (Fig.2) (Dajoz 2003). Comprendre les modèles de distribution spatiale des individus et les paramètres qui les gouvernent reste complexe. D'après Büttler (2000), une structure spatiale est dite aléatoire quand, étant donné la localisation d'un individu, la probabilité qu'un autre individu se trouve à proximité est non affectée. Ripley (1987) signale que l'agrégation spatiale d'individus pourrait être une conséquence d'une capacité de dispersion limitée, d'une hétérogénéité environnementale (telle que la variabilité topographique ou édaphique), d'interactions positives entre individus ou encore d'une combinaison de ces facteurs. Tandis que la distribution spatiale uniforme ou régulière des individus est souvent attribuée à des effets locaux dépendant de la densité, notamment la mortalité causée par des ennemis naturels spécifiques à une espèce (parasites et agents pathogènes) (Janzen, 1970) ou à la compétition entre voisins spécifiques (Leps & Kindlmann, 1987, Stoll & Bergius, 2005)

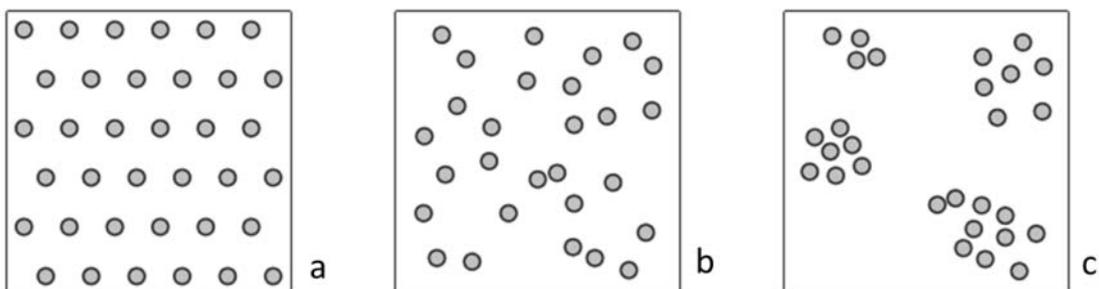


Fig. 2. Mode de distribution spatiale: (a) distribution spatiale uniforme ou régulière, (b) distribution spatiale aléatoire et (c) distribution spatiale agrégée.

I.5. DISSEMINATION DES DIASPORES

La dissémination des graines est un des mécanismes essentiels de la régénération forestière. Plusieurs moyens y concourent, comme le vent (anémochorie), l'eau (hydrochorie), la simple gravité (barochorie), l'autopropulsion au moment de l'ouverture du fruit (autochorie), ou bien le transport actif par un animal (zoochorie) (Charles, 2003). Cependant les modes de dissémination sont fonctions des types de diaspores. Sonké (1998) distingue huit types de diaspores correspondant à cinq types de disséminations (Tableau V).

Petres (1997) signale que la dispersion des semences présente pour les plantes au moins trois avantages écologiques. Tout d'abord, des graines dispersées ont une plus grande probabilité d'échapper au surpeuplement et à la mortalité qui se produisent inmanquablement sous la cime d'autre arbre mère. D'autre part, la dispersion permet aux graines de propager l'espèce dans de nouveaux habitats. Et enfin certains types de dispersion peuvent amener la graine à l'endroit précis où elle aura les meilleures conditions de germination et de croissance. Ainsi la dispersion des semences est un élément clef dans le processus de régénération des plantes.

Tableau V. Mode de dissémination et type de diaspores.

N°	Types de diaspores	Caractéristiques	Mode de dissémination
1	Ptérochores (Ptéro)	diaspores munies d'appendices aliformes	anémochorie
2	Pogonochores (Pogono)	diaspores pourvues d'appendices plumeux ou soyeux	anémochorie
3	Sclérochores (Scléro)	diaspores non charnues relativement légères	anémochorie
4	Sarcochores (Sarco)	diaspores totalement ou partiellement charnues	zoochorie
7	Desmochores (Deso)	diaspores acrochantes ou adhésives	zoochorie
5	Barochores (Baro)	diaspores non charnues, lourdes	autochorie
6	Ballochores (Ballo)	diaspores expulsées par la plante elle-même	autochorie
8	Pléochores (Pléo)	Diaspores munies d'un dispositif de flottation	hydrochorie

I.6. GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES

La notion de gestion durable peut être perçue comme une utilisation du potentiel disponible sans compromettre la disponibilité de la ressource pour les générations futures. La gestion durable des forêts ou des ressources forestières devrait pouvoir garantir leur productivité, maintenir leur potentiel écologique, leur capacité de régénération et surtout la

capacité à satisfaire actuellement et dans le futur. Créée en mars 1999, lors de la déclaration de Yaoundé, la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) définit la gestion durable comme étant une gestion de l'espace et de ses ressources, gestion qui garantit un développement répondant aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Selon cette instance, la gestion durable des espèces à PFNL doit contribuer à la fois à:

- maintenir la viabilité à long terme de la biodiversité.
- assurer le renouvellement des espèces: protéger celles menacées de disparition et prévenir les dommages à l'environnement.
- faciliter l'utilisation commerciale des PFNL et leur contribution à l'économie nationale,
- améliorer les conditions de vie.
- soutenir les communautés locales et l'utilisation traditionnelle de ressources.
- renforcer la sécurité alimentaire et réaliser le droit à l'alimentation.
- assurer la participation des partenaires concernés à la prise de décision sur la gestion durable des espèces à PFNL.

I.7. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.7.1. Milieu naturel

L'étude s'est déroulée à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek, dans le village Gribé.

I.7.1.1. Climat

Le village Gribé dans son ensemble est sous l'influence d'un climat équatorial de type guinéen, avec une alternance de quatre saisons annuelles bien déterminées. On y distingue : une petite saison des pluies qui va de mi-mars à fin juin ; une petite saison sèche qui va de fin juin à mi-août ; une grande saison des pluies qui s'étale de mi-août jusqu'à mi-novembre et une grande saison sèche qui va de la mi-novembre à la mi-mars (Anonyme, 2009).

Les précipitations sont abondantes, réparties pratiquement sur toute l'année. La hauteur moyenne des précipitations est approximativement de 1500 mm et varie considérablement d'une année à une autre (Yasuoka, 2006). Les mois les plus pluvieux sont: octobre avec 485,96 mm de précipitations et septembre avec 192,76 mm tandis que les moins

pluvieux sont ceux de décembre avec 14,42 mm de précipitations et janvier avec 17,24 mm (Anonyme, 2009) (Fig. 3).

Les moyennes mensuelles de températures varient de 23,80 °C (janvier) à 26 °C (avril) (Fig. 3), avec une moyenne annuelle de 24 °C. L'humidité relative de l'air varie de 60 à 90 %. Toutefois, des taux de saturation en humidité peuvent être observés pendant des nuits de saison sèche (Anonyme, 2009).

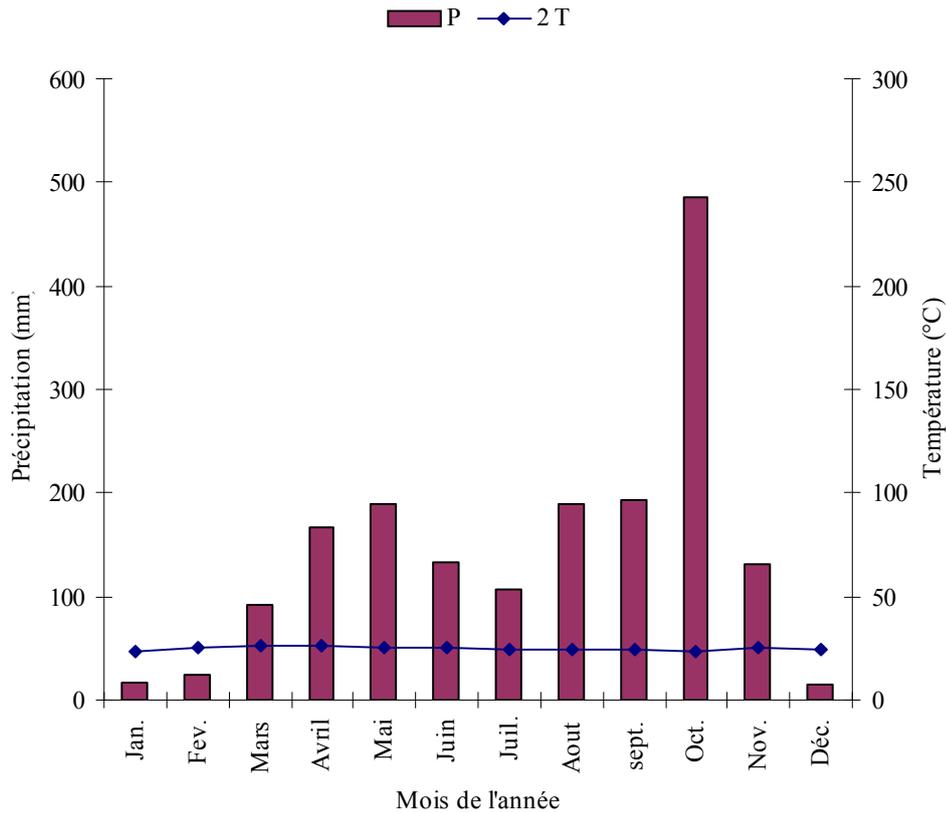


Fig. 3. Diagramme ombrothermique de la station de Yokadouma.

Source : Service provincial de la météorologie nationale de l'Est (2009).

I.7.1.2. Hydrographie et pédologie

Sur le plan hydrographique, la région de Gribé est arrosée par un réseau important de cours d'eaux dont les principaux sont : Adanwasa, Duosé, Mbémbé, Tilaka etc.; ceux-ci se jettent dans la rivière Kwopkwop, affluent du fleuve Boumba, lui-même affluent de la Ngoko qui est par ailleurs affluent du grand fleuve Congo.

Sur le plan pédologique, les sols rencontrés dans la région de Gribé sont de type ferrallitique. Ce sont des sols argileux caractérisés par de fortes teneurs en oxy-hydroxydes de

fer et d'alumine. Ce sont des sols pauvres en azote et en bases échangeables. Ils peuvent être divisés en deux sous-groupes qui sont les sols ferrallitiques typiques ou différenciés de couleur rouge-ocre dérivant de l'ancienne roche mère éruptive ou métamorphique et les sols ferrallitiques moins différenciés de couleur rouge-jaunâtre dérivant des anciennes roches basaltiques (Kamgang *et al.*, 2001).

I.7.1.3. Faune

Une étude menée par Bobo *et al.* (2014) dans la zone d'étude a révélé la présence de 31 espèces de grands mammifères de taille moyenne, dans la région de l'étude, parmi lesquels les céphalophes rouges, céphalophes bleu (*Cephalophus monticola.*) et porc-épic (*Atherurus africanus*) sont les plus abondants. La présence de céphalophes jaunes *C. silvicultor* a aussi été observée. Parmi les primats, les gorilles et chimpanzés sont présents dans cette zone, ainsi que plusieurs autres espèces de singes, parmi lesquels les guenons mastic-fouinées.

I.7.1.4. Situation phytogéographique

D'après Letouzey (1985), le village Girbé fait partie du domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée. En effet, cette région est une composante de la forêt à Sterculiaceae et à Ulmaceae proprement dite, avec quelques imbrications de la forêt dense humide. On cite parmi les Ulmaceae les espèces du genre *Celtis*, *C. tessmannii*, *C. zenkeri* parmi les *Sterculiaceae*, on note la présence de quelques *Cola*, *C. hispida*, de *Mansonia altissima*, *Nesogordonia papaverifera*. On note également la présence de *Anonidium mannii*, *Polyaltia suaveolens*, *M. altissima*, *N. papaverifera* qui sont d'excellentes espèces caractéristiques de cette forêt. Vivien et Faure (2011), précisent que cette localité fait partie de la zone de forêt de transition. La très riche biodiversité de cette localité fait d'elle un pôle d'étude très important en matière de diversité floristique.

I.7.2. Milieu physique

I.7.2.1. Population

Les populations du village Gribé appartiennent à plusieurs groupes ethniques, notamment les Bantous Konambébé, les pygmées Baka, qui vivent pour la plupart de la chasse, de la cueillette, d'agriculture, de cacao-culture, du commerce, du petit élevage et quelque fois de la pêche. De même, on rencontre à Gribé les Kako, les Mpompon, les Mbimo, les Ndinou et les Badjué qui sont des ethnies originaires de la région de l'Est Cameroun. A Gribé, cohabitent aussi les peuples originaires de la région du Centre, de l'Ouest et de

l'Extrême Nord. De par sa proximité avec la République Centrafricaine, on y rencontre des populations originaires de ce pays; il y existe aussi les populations originaires du Mali, du Nigéria, du Niger et de la Guinée Equatoriale. Ces dernières sont pour la plupart des commerçants (Toda, 2014).

I.7.2.2. Principales activités locales

Dans le village Gribé, on distingue deux types d'agriculture une agriculture de rente et une agriculture de subsistance ou vivrière. Les différentes zones cultivables résultent de l'abattage d'une portion de la forêt pour en faire un champ. Ce dernier est laissé en jachère en fonction de la rentabilité du sol. L'agriculture de subsistance généralement pratiquée dans cette localité concerne le maïs (*Zea mays*), le manioc (*Manihot exculenta*), le Plantain (*Musa* sp.), le macabo (*Xanthosoma sagitifolia*), l'arachide (*Arachis hypogea*), les différentes variétés de légume (*Solanum* spp.) et le haricot (*Phaseolus vulgaris*), etc. A Gribé, la cacao-culture est très répandue et diversifiée en espèces à PFNL à l'instar de *Tetrapleura tetraptera*, *Ricinodendron heudelotii*, *Cola acuminata*, *Musanga cecropioides*, *Terminalia superba*, *Celtis zenkeri*, *Myrianthus arboreus*, *Margaritaria discoidea*, *Markhamia lutea*, *Macaranga spinosa*, *Celtis mildbraedii*, *Trema orientalis* et *Mansonia altissima* (Penanjo *et al.*, 2014)

La chasse est une activité très courante dans la zone. Elle est pratiquée tout au long de l'année. Les principales types de chasse pratiquée à Gribé sont la chasse à coure, au fusil et au câble. Les produits issus de la chasse sont destinés en minorité à la consommation locale et en majorité à la commercialisation par le biais des commerçants collecteurs qui achètent pour revendre dans différents marchés du pays. Localement, les femmes préparent et vendent la viande de brousse avec des prix variant de 100 à 500 FCFA le morceau.

La cueillette est une activité pratiquée par les deux principales ethnies du village (Konambébé et Baka). Elle concerne généralement les PFNL et est en majorité pratiquée par les femmes et les enfants. Les principaux produits de ramassage sont la mangue sauvage, le Njansang, les fruits du moabi, les rondelles, les différentes espèces de jujubes. etc.

I.7.2.3. Exploitation forestière industrielle autour du village Gribé

L'exploitation forestière dans la Région de l'Est Cameroun a commencé pendant les années 1960 (Mouncharou & Ngnegueu, 2001). La région de l'Est, à cause de son exceptionnelle richesse floristique et faunistique, est devenue la cible de nombreux exploitants forestiers qui y trouvent les essences les plus prisées de l'heure. Au niveau de la production, on dénombre au moins 70 essences en exploitation (Ngoufo *et al.*, 2012).

L'exploitation forestière se déroule sous forme de concession forestière appelée Unité Forestière d'Aménagement (UFA). Le village Gribé est encadré par des Aires Protégées notamment le Parc National de Boumba-bek, le Parc National de Nki, les UFAS 10-018, 10-022 et 10-023, la Forêt Communautaire (FC) de « Bouono Gribé ne som » (BOGRISSOM) et celle de Mbielabot (Fig. 4).

Dans la FC de BOGRISSOM, le Plan Simple de Gestion (PSG) et le Certificat Annuel D'exploitation (CAE) ont été obtenus avec l'aide du WWF. Les principales essences qui y sont exploitées sont en particulier *Entandrophragma cylindricum* (Sapeli), *Chlorophora excelsa* (Iroko), *Pterocarpus souyauxii* (Padouk), *Baillonella toxisperma* (Moabi) et *Distemonanthus benthamianus* (Movingui). La forêt de la FC couvre une superficie de 4048 ha (Anonyme, 2008).

Les villages de Masea, Zokadiba, Bintom et Gribé sont attributaires de la forêt communautaire du GIC-Mbielabot. De 2008 à 2010 il n'y a pas eu des activités forestières dans la FC de Mbielabot (Anonyme, 2002).

L'exploitation forestière industrielle dans les différentes UFA est actuellement menée par la Société de Transformation des Bois de la Kadeï (STBK). La superficie de l'UFA 10-018 est de 81 397 ha. Dans l'UFA 10-018, les essences les plus recherchées sont le Sapelli, le Sipo, le Kossipo, le Tali, l'Assamela et l'Iroko. Des programmes de recherche sur l'exploitation et la valorisation des produits forestiers non ligneux sont à promouvoir car les connaissances actuelles en la matière restent limitées (Anonyme, 2002).

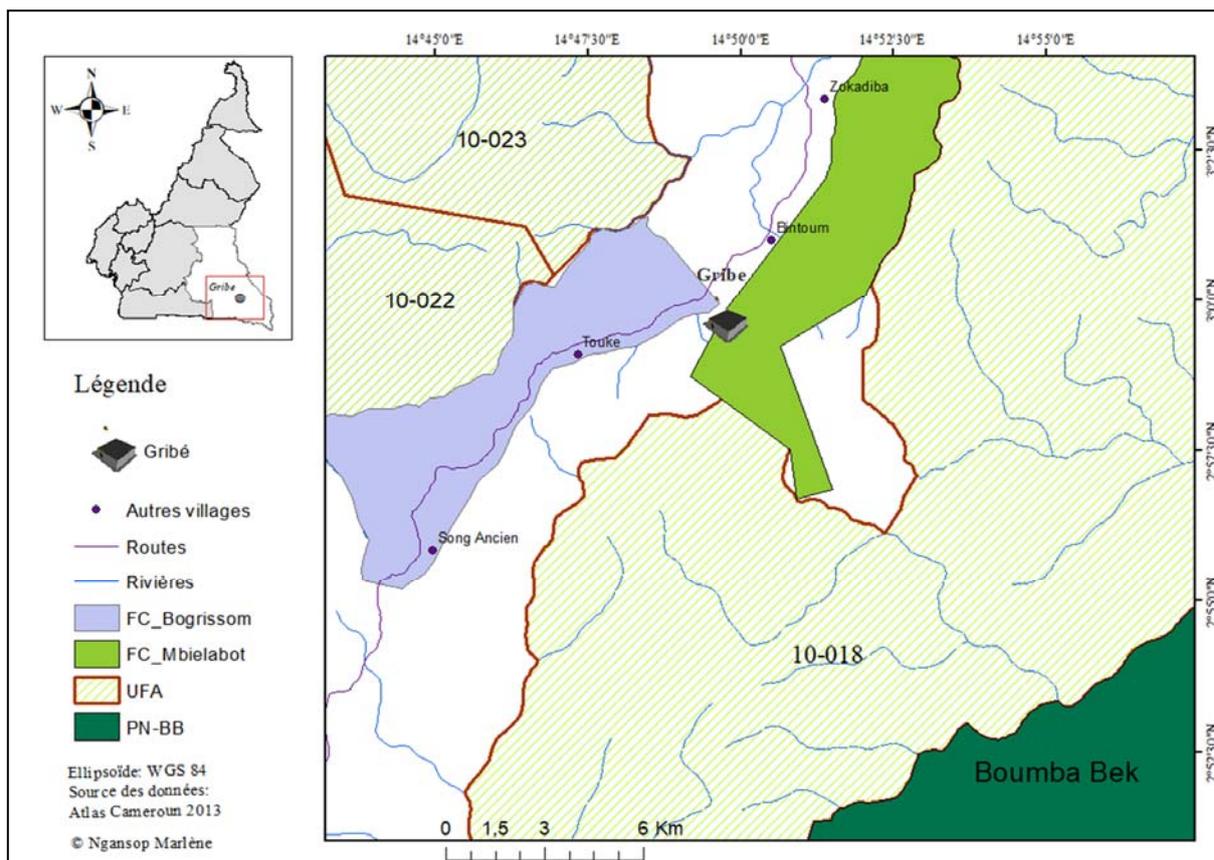


Fig. 4. Zones d'exploitation forestière autour du village Gribé.

1.7.2.4. Exploitation des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux à Gribé

A Gribé, les populations ont une bonne connaissance des biens et services fournis par les PFNL à savoir l'amélioration des sols, l'alimentation, la médecine, les usages religieux et spirituels (Penanjo *et al.*, 2014). L'exploitation des PFNL est pratiquée par les femmes et organisée par le réseau des gestionnaires des forêts communautaires de la Boumba et Ngoko (REGEFOC) avec l'appui technique de la SNV.

D'après Hirai (2014), les PFNL fréquemment vendus sont ceux de *Diospyros* spp., *Ricinodendron heudelotii* (Bail.), *Afrostryax lepidophyllus* Mildbr., *Cola* spp., *Baillonella toxisperma* Pierre, *Pentaclethra macrophylla* Benth., *Beilschmiedia louisii* Robyns & R.Wilczek Robyns & R.Wilczek, *Monodora myristica* Gaertn, *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill., *Piper guineense* Schumach. & Thonn, *Scorodophleus zenkeri* Harms, *Aframomum* spp., et *Tetrapleura tetraptera* (Schum. & Thonn.) Taub. Tandis que Fongzossie & Nkongmeneck (2016) révèlent que les produits à forte valeur marchande sont ceux de *Aframomum* spp., *Diospyros* spp., *A. lepidophyllus*, *B. toxisperma*, *B. louisii*, *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl., *Garcinia kola* Heckel, *Gnetum* spp., *I. gabonensis*, *P.*

macrophylla, *P. guineense*, *R. heudelotii*, *S. zenkeri* et *T. tetraptera*. Hirai (2014), signale que les produits issus des espèces telles que *I. gabonensis* et *B. toxisperma* sont les principaux produits de subsistance et produisent des revenus directs aussi bien aux Bantou (Konabémbé) qu'aux Pygmées (Baka), tandis que les graines et les ammandes de *A. lepidophyllus* et *R. heudelotii* sont consommés et commercialisés uniquement par les Bantou. Toutefois, dans le village de Gribé, le broyage, le séchage, la transformation et la conservation des PFNL ne sont pas bien développés en raison du manque de technique de transformation et d'équipement adéquat (Ngansop *et al.*, 2019a).

I.7.3. Description de quelques espèces à Produits Forestiers Non Ligneux utilisées à Gribé

I.7.3.1. *Afrostryax lepidophyllus* (Harms) Mildbr.

a) Origine et aire de distribution

A. lepidophyllus est une Huaceae distribuée au Cameroun dans toute la forêt semi-caducifoliée et localement abondante en forêt du district du Dja. Cette espèce est distribuée en forêts atlantiques d'altitudes n'excédant pas 1400 m (Vivien & Faure, 2011).

b) Ecologie et description botanique

C'est l'une des nombreuses espèces à ail dont l'odeur est très piquante. Le fût est irrégulier et cannelé, son écorce jaunâtre peu épaisse présente une tranche tendre jaune brunâtre à forte odeur d'ail et son bois est jaune. Ses feuilles sont simples et alternes, terminées par un acumen. Ses fruits sont indéhiscents et globuleux, on compte une à deux graines par fruits (Vivien & Faure, 2011). Ses fruits sont très prisés par les Hommes et les animaux qui en assurent la dispersion. *A. lepidophyllus* est classée dans la catégorie des espèces vulnérables A1c, B1 + 2c Ver 2.3 de la liste rouge de l'UICN (Hawthorne, 1998).

c) Importance et usages de *A. lepidophyllus*

Cette espèce à PFNL est très utilisée sur le plan alimentaire par les populations. Egbe *et al.* (2012), signalent que les graines, les feuilles et l'écorce de cette espèce sont des épices très importantes dans l'agroalimentaire. Ces usages ont permis à plusieurs chercheurs qui, en réalisant les études biochimiques sur cette espèce, ont découvert plusieurs propriétés liées à cette dernière. Ainsi, Toumou *et al.* (2012), ont découvert que *A. lepidophyllus* est aussi une plante à effet insecticide utilisée pour la protection des denrées stockées contre des insectes

ravageurs à Boukoko (Centrafrique). De même, Yirankinyuki *et al.* (2017) signalent que l'extrait d'huile essentielle des écorces de *A. lepidophyllus* présente une bonne activité inhibitrice des champignons *Mucor* sp. et pourrait être recommandée comme fongicide dans les industries alimentaires.

Les feuilles, les graines, les écorces et l'endocarpe de *A. lepidophyllus* sont également utilisés en médecine pour soigner des maladies telles que l'asthme, la rate, les maux de tête, etc. (Egbe *et al.*, 2012).

I.7.3.2. *Baillonella toxisperma* Pierre

a) Origine et aire de distribution

B. toxisperma est un arbre majestueux de la famille des Sapotaceae, originaire d'Afrique tropicale humide. Il est distribué dans la forêt dense humide sempervirente du Nigeria au Cabinda, mais surtout dans la forêt Cameroun-gabonaise (Eyog *et al.*, 2006). Pour Eboutou *et al.* (2009), cette espèce est également présente dans les forêts secondaires, dans les jachères, dans les champs vivriers et de culture de rente (cacaoyère, caféière). Au Cameroun, elle est absente entre les départements de la Boumba et Sangha et dans les forêts du département du Mbam et, parfois plantée près des villages (Vivien & Faure, 2011).

b) Ecologie et description

Atteignant jusqu'à 60 mètres de hauteur et 5 mètres de diamètre, la base de *B. toxisperma* est cylindrique, épaissie chez les vieux arbres, à fût remarquablement droit et cylindrique, à cime majestueuse, aplatie, formée de grosses branches étalées, sinueuses avec des feuilles en rosettes groupées à l'extrémité des rameaux épais. Les feuilles alternes et simples sont caduques en début de saison des pluies quand l'arbre fleurit. L'écorce est brun rougeâtre foncée, profondément crevassée longitudinalement (Vivien & Faure, 2011). *B. toxisperma* est une espèce monoïque, la floraison et la fructification sont irrégulières ; la germination et la croissance sont lentes (Mezogue & Julve, 2007). *B. toxisperma* est actuellement classé dans la catégorie des espèces vulnérables A1 cd Ver 2.3 de la liste rouge de l'UICN (White, 1998).

c) Importance et usages

Les fruits sont très prisés par les hommes et notamment par les animaux. La pulpe du fruit de *Baillonella toxisperma* se consomme fraîche, les amandes produisent une huile

essentielle très appréciée aux plans médicinal et culinaire (Vivien & Faure, 2011). Cette huile est également utilisée dans l'industrie cosmétique pour la fabrication du savon et des laits de beauté (Fouda, 1995). Les fruits sont très riches en protéine, l'huile extraite des amandes est très riche en acide palmitique. Les noyaux du Moabi sont utilisés comme instrument de musique. Les déchets des pulpes et l'écorce sont très toxiques. Au Cameroun, les fruits de *B. toxisperma* sont utilisés pour la fabrication des objets sonores de danse traditionnelle, portés aux pieds à l'occasion des fêtes ou des célébrations rituelles (Vivien & Faure, 2011).

Sur le plan médicinal, l'huile extraite des amandes sert à soigner les infections cutanées et les rhumatismes (Laird, 2000). Dans la Région du Mont Cameroun, l'écorce est utilisée pour traiter l'infertilité et d'autres problèmes gynécologiques chez la femme (Laird *et al.*, 1997). Durable et très résistant, son bois est utilisé dans la fabrication de meubles, l'ébénisterie, les parquets et le placage (Laird, 2000).

d) Régénération

Concernant la régénération naturelle de *B. toxisperma* en forêt, la dispersion des graines est assurée principalement par l'homme, l'éléphant (*Loxodonta africana* Cuvier), le chimpanzé (*Pan troglodytes* Oken), le gorille (*Gorilla gorilla* Savage) et quelques espèces de rongeurs (Kouadio & Doucet, 2009). D'après Debroux (1998), *B. toxisperma* est une espèce dont la fructification est abondante en moyenne tous les trois ans, lors de la petite saison sèche. La germination est semi-hypogée et les importantes réserves présentes dans les cotylédons permettent une croissance initiale d'environ 40 cm (Debroux, 1998). De nombreuses graines germent sous les grands arbres ou à proximité, mais il est rare d'y trouver des jeunes plants de plus d'un mètre de hauteur (Mapanga *et al.*, 2002). L'espèce est décrite comme une semi-héliophile, c'est à dire qui tolère un certain ombrage dans le jeune âge mais qui ne peut grandir sans une mise en lumière progressive (Doucet & Kouadio, 2007). Cependant, la croissance des semis est freinée dans les sites très éclairés sous l'effet de l'ombrage créé par les espèces concurrentes plus héliophiles et dont la croissance est plus rapide sous ombrage (Kouadio & Doucet, 2009).

I.7.3.3. *Irvingia gabonensis* (Aubry. Lecomte ex O. Rorke) Bail.

a) Origine et aire de distribution

Irvingia gabonensis (Irvingiaceae) communément appelé « manguier sauvage », est une espèce d'Afrique tropicale, de la Sierra Leone en l'Angola, présente dans les forêts

denses humides de basse altitude, surtout les régions anciennement habitées (Eyog *et al.*, 2006). Son aire de distribution géographique naturelle s'étend du Libéria en Angola, en passant par le Togo, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Nigéria, la Guinée Equatoriale, le Gabon, et la République Démocratique du Congo (Mayombé) (Eboutou *et al.*, 2009). *I. gabonensis* est généralement conservé in situ par les paysans dans les jachères et dans les champs de cacaoyers. En Côte d'Ivoire, on rencontre l'espèce dans les forêts primaires, secondaires et dans les plantations de cacaoyers. *I. gabonensis* est retrouvé un peu partout dans la zone forestière au Cameroun, sauf en zone de montagne (Eyog *et al.*, 2006).

b) Ecologie et description

D'après Kouame *et al.* (2016), *I. gabonensis* se retrouve à l'état disséminé dans tous les peuplements denses humides. Ses contreforts sont plus ou moins développés ; le fût est plus ou moins sinueux, ou plus ou moins cylindrique, son bois est brun, et son écorce grise jaunâtre un peu écailleuse. Elle présente une tranche granuleuse brune jaunâtre. Ses feuilles caduques sont alternes, simples, luisantes sur les deux faces. Les fruits sont des drupes jaunes verdâtres (ressemblant à de petites mangues) (Vivien & Faure, 2011). La pulpe est charnue, très fibreuse, jaune, le noyau est à tégument dur, aplati, pesant environ 15 g à sec et couvert de fibrilles. Sa graine est unique, aplatie, jaune ou rouge. Son diamètre minimum de fructification est de 40 cm. La fructification est irrégulière (1 à 2 fois par an ou tous les 2 ans). Sa graine met trois à six mois avant de germer. La floraison va de novembre à mars-juin et la fructification, de avril à septembre (Eyog *et al.*, 2006). *I. gabonensis* est actuellement classé dans la catégorie des espèces quasi menacées de la liste rouge de l'UICN (WCMC, 1998).

c) Importance et usages

Les fruits très riches en vitamine C, en fer, en lipides et en calcium sont consommés par l'Homme et les animaux qui en assurent leur dispersion. Les amandes séchées sont utilisées pour la préparation des soupes; les écorces et les feuilles entrent dans le traitement du paludisme. En Côte d'Ivoire, le macéré aqueux de l'écorce de tige est utilisé en bain, par les femmes enceintes, pour faciliter l'accouchement (Kouame *et al.*, 2016).

d) Régénération

D'après Eyog *et al.* (2006), l'espèce se reproduit par graines, bouturage et marcottage. Les semences sont de type récalcitrant, avec un taux de germination maximum de 95 % lorsqu'elles sont fraîchement prélevées, matures, non mutilées et dans un bon état sanitaire.

En pépinière, la sciure de bois décomposée est un substrat de germination idéal en raison de son caractère meuble facilitant la germination qui est de type épigé. La dissémination est faite par les gros mammifères, notamment les éléphants. Quant à la pollinisation, elle est assurée essentiellement par les hyménoptères (abeilles). La propagation se fait aussi par boutures et par marcottes. La fructification en forêt est tardive (10-15 ans). En plantation, lorsque les plants sont bien entretenus, cette durée peut être réduite de moitié. De même, Kouame *et al.* (2016) ont démontré que les graines de *I. gabonensis* avec endocarpe ont un délai de germination de 40 jours et s'étend sur un mois. Tandis que pour les graines sans endocarpe la durée de germination est de 9 jours et la germination s'étend sur 21 jours.

I.7.3.4. *Panda oleosa* Pierre

a) Origine et aire de distribution

Arbre de la famille des Pandaceae, *P. oleosa* est habituellement un arbre de sous-étage des forêts sempervirentes à semi-décidues, le plus souvent dans les forêts primaires, tant sur les sites marécageux que secs. On le trouve aussi dans les forêts périodiquement inondées (Vivien & Faure, 2011).

b) Ecologie et description

P. oleosa a un fût sinueux et irrégulier ; le houppier est ample à branches tortueuses; son écorce à tranche dure est verdâtre tachetée de gris et lisse. Son bois est jaunâtre; ses feuilles sont simples alternes à limbe coriace elliptique, dentelées à nervure médiane concave dessus et saillantes dessous. Les fruits sont des drupes verdâtres groupés en grappes avec un gros noyau poreux contenant 3 à 4 graines oléagineuses comestibles par noyau (Vivien & Faure, 2011). D'après Lemmens (2007), la germination des graines est lente (ceci à cause de son noyau très dur). Les semis survivent à l'ombre dans la forêt, mais c'est dans les clairières du couvert forestier qu'ils sont les plus courants. Les semis sont assez rares en forêt, bien que les arbres adultes soient grégaires dans de nombreux endroits. Parfois, un grand nombre de jeunes semis ont été observés autour d'un arbre-adulte, mais les taux de survie sont faibles.

c) Importance et usages

Selon Robyns (1958), les graines de *P. oleosa* sont oléagineuses et à goût de noisette et comestibles, le bois est également utilisé en menuiserie et en charpenterie. D'après Muhoya *et al.* (2017), l'extrait des écorces sèches de *P. oleosa* entre dans le traitement du diabète et du VIH Sida à Kisangani en République Démocratique du Congo (RDC).

d) Régénération

D'après Nchanji *et al.* (2003) l'ingestion par les éléphants n'améliore ou n'influence pas la germination de *P. oleosa*. Ces observations sont similaires à celles faites par Lieberman *et al* (1987) qui ont observé un échec de germination après 196 jours pour des fruits de *Panda oleosa* ingérés par l'éléphant. Cependant, Alexandre (1978) a révélé que les graines de *P. oleosa* germent lentement sans préciser combien de temps qu'elles ont mis pour germer, alors que Miquel (1987) au Gabon a déclaré qu'il lui fallait 300 jours pour germer et De la Mensbrughe (1966) en Côte d'Ivoire a signalé qu'il lui avait fallu 3 à 4 ans pour avoir les premières germinations des graines des *P. oleosa*.

I.7.3.5. *Pentaclethra macrophylla* Benth.

a) Origine et aire de distribution

Originaire d'Afrique tropicale, *P. macrophylla* (Fabaceae) est une espèce distribuée du Sénégal (Casamance) jusqu'en Angola. Au Cameroun, elle est présente partout en forêt sempervirente (où elle est abondante dans les zones de Mamfé et du Dja) et en forêt semi-caducifoliée où l'espèce est dispersée et peu grégaire (Eyog *et al.*, 2006).

b) Ecologie et description

P. macrophylla est un arbre de la forêt toujours verte. Au Cameroun, il est abondant vers Manfé et dans la zone du Dja. L'arbre a bonne texture, assez exigeant en eau, requiert une pluviométrie régulière et bien répartie (Eyog *et al.*, 2006).

Cet arbre en forêt atteint 25 m de hauteur. Son fût bosselé est plus ou moins sinueux. Son écorce grisâtre à brunâtre est mince et lisse chez les jeunes sujets, écailleuse chez les vieux arbres; la tranche est orangée. Le bois est brun rouge; les feuilles persistantes sont alternes composées bipennées (Vivien et Faure, 2011). Les fruits sont des gousses ligneuses, longues, mesurant 40-70 x 7-10 cm, pendantes, brun roux, à surface striée longitudinalement, à 2 valves se détendant brutalement en se recourbant et projetant les graines au loin. Les graines au nombre de 5-8 par fruit brun rougeâtre, brillante, ovales, aplaties atteignent 10 x 6 x 1,5 cm et pèsent 10-30 g (Eyog *et al.*, 2006).

c) Importance et usages

L'huile extraite de la graine contient jusqu'à 30-36 % de protéine et est appropriée pour la fabrication des savons et des bougies (Ehiagbonare & Onyibe, 2008). Elle est également

riche en calories et protéines (Enujiugha *et al.*, 2012). Les extraits de feuilles, des écorces, des graines, et de la pulpe des graines ont des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques, et sont utilisés pour traiter la gonorrhée et les convulsions. Les racines sont aussi utilisées comme laxatif et pour le traitement de dysenterie. Au Cameroun, une décoction de l'écorce est utilisée pour interrompre la grossesse (Tsobeng *et al.*, 2013). Les graines de *P. macrophylla* sont oléagineuses, elles sont recherchées tant par l'homme que par les rongeurs. Au Congo, ces graines sont consommées soit rôties, soit bouillies pendant 12 heures. Le fruit de *P. macrophylla* est utilisé pour chasser le mauvais esprit, les graines peuvent aussi être utilisées pour fabriquer des porte clefs et comme objet de décoration.

d) régénération

D'après Eyog *et al.* (2006), la germination ne nécessite aucun prétraitement. En station, le taux de germination est de 20-50 %. L'écussonnage constitue la technique de multiplication végétative la plus porteuse chez *P. macrophylla*. D'après Tsobeng *et al.* (2013) la propagation de *P. macrophylla* par des boutures, des graines, des tiges et feuilles peut se faire avec succès en utilisant un propagateur non-brumisateur.

I.7.3.6. *Ricinodendron heudelotii* (Bail.) Pierre ex Heckel

a) Origine et aire de distribution

R. heudelotii est une espèce originaire de l'Afrique tropicale, de la Guinée en Angola et de l'Afrique orientale (Eyog *et al.*, 2006).

b) Ecologie et description

Au Cameroun, elle est assez répandue en zone forestière. Elle est présente en forêt secondaire où elle est localement abondante ; elle pousse également en forêt de montagne (Eyog *et al.*, 2006). Vivien & Faure (2011), précisent que *R. heudelotii* (Euphorbiaceae) est une espèce extrêmement fréquente des forêts secondaires. C'est un arbre atteignant 40 mètres de hauteur et 1,20 mètre de diamètre, avec un empattement épais se prolongeant en grosses racines traçantes, avec un fût un peu sinueux et cylindrique. L'écorce est gris clair et lisse à surface marquée de lenticelles pustuleuses, souvent striées horizontalement. Les feuilles caduques sont alternes, composées et digitées à long pétiole renflé à la base. Les fruits sont des drupes à 2 ou 3 lobes jaunes verdâtres et noirs en maturité. Il renferme 1 à 3 noyaux par fruit et une graine par noyau (Vivien & Faure, 2011).

c) Importance et usage

Les amandes de *R. heudelotii* sont relativement riches en protéines, matières grasses, en phosphore et en potassium (Saki *et al.*, 2005). Les fruits sont consommés par les animaux qui en assurent la dispersion. Les feuilles servent d'aliment aux chèvres et moutons en saison sèche. Les feuilles et le latex de *R. heudelotii* ont une action purgative (Laird *et al.*, 1997). La sève (latex) soigne les filaires (Burkill, 1994). Les noix de *R. heudelotii* servent de sonnettes lorsqu'elles sont contenues dans des gourdes à percussions. Les graines sont également utilisées comme billes dans les parties de « songho » au Cameroun ou de « okwe » au Nigéria (Vivien & Faure, 2011). Les écorces de *R. heudelotii* sont utilisées pour traiter la fièvre jaune, l'anémie, le paludisme et le mal d'estomac. Elle est aussi utilisée comme aphrodisiaque et pour faciliter l'accouchement chez les femmes au Cameroun (Fondoun *et al.*, 1999).

d) Régénération

Selon Mezogue & Julve (2007), la germination de *R. heudelotii* est assez lente avec un taux de 40 % qui diminue rapidement avec le temps. La floraison et la fructification se produisent tout au long de l'année. Pourtant Eyog *et al.* (2006), signalent que la floraison va de mars à mai et la fructification de mai à octobre. Djeugap *et al.* (2013) signalent que la régénération naturelle de *R. heudelotii* reste difficile à cause principalement de la dormance tégumentaire de ses graines. Pourtant la croissance du jeune plant est très rapide en pleine lumière. La première fructification a lieu 4 ans après la plantation. Des essais de bouturage ont été conduits avec succès, ce qui augmente le potentiel de multiplication (Eyog *et al.*, 2006). Concernant les insectes ravageurs des cultures, *Diclidophlebia xuani* (Hemiptera, Psyllidae) est l'insecte phytophage le plus nuisible à *R. heudelotii*, surtout sur les plantules (Alene *et al.*, 2005), ce qui constitue une réelle entrave à son processus de domestication.

1.7.3.7. *Scorodophloeus zenkeri* Harms

a) Origine et aire de distribution

Cette Fabaceae est une espèce des forêts primaires. Elle est présente en Afrique tropicale, du Nigeria en République Démocratique du Congo (Eyog *et al.*, 2006).

b) Ecologie et description

S. zenkeri se trouve au Cameroun en forêt toujours verte et Atlantique du Dja (Vivien & Faure, 2011). Il pousse bien sur des sols légers et moins bien sur des sols s'engorgeant

d'eau, même temporairement (Eyog *et al.*, 2006). D'après Brink (2012), *S. zenkeri* est présent dans la forêt sempervirente mixte sur des sols bien drainés et ne tolère pas l'asphyxie racinaire. Il est commun par endroits et parfois grégaire.

S. zenkeri est une des espèces d'arbres à ail, atteignant 35 m de hauteur et 200 cm de diamètre. La base de son tronc est légèrement épaissie. Son fût n'est ni droit ni cylindrique. Son écorce est gris jaune, lisse dans le jeune âge. Sa tranche à une odeur d'ail et son bois est jaune. Ses feuilles sont alternes composées, pennées de 10 à 20 folioles alternes sessiles. Son fruit est une gousse plate lisse, terminée par une pointe à bord légèrement épaissie. On dénombre une à deux graines brunes luisantes par fruits (Vivien & Faure, 2011).

c) Importance et usage

S. zenkeri est une plante dont l'écorce, le bois et les fruits ont une odeur alliagée (Walker & Sillans, 1995). Toutes les parties suscitées s'utilisent à diverses fins. Les graines et l'écorce sont consommées après simple séchage. Réduites en pâte ou en poudre, elles ont un goût d'ail et sont utilisées comme épices en cuisine dans les provinces de l'Ouest, du Centre et du Littoral camerounais. Du point de vue médicinal, l'écorce de la plante se consomme en infusion pour soulager la constipation. Elle s'utilise avec d'autres plantes pour soigner le rhume et la toux. En fumigation, elle soigne les rhumatismes (Eyog *et al.*, 2006). Etoundi *et al.* (2010) signalent que *S. zenkeri* a une activité inhibitrice à 56,39 % de la lipase pancréatique et peut être utilisé comme stratégie alternative et / ou complémentaire dans la gestion des facteurs de risque et des comorbidités associées au diabète sucré. Les jeunes feuilles sont consommées comme légume. L'écorce est purgative, et la macération de l'écorce interne se boit dans le même but. La macération d'écorce sert également à soigner les blessures, à traiter l'hypertrophie de la rate et en instillation nasale, à traiter les maux de tête. Des préparations peu précises à base d'écorce servent à traiter la hernie (Brink, 2012).

d) Régénération

Selon Eyog *et al.* (2006), la régénération se fait par germination naturelle des graines. Le semis se fait soit en pot en pépinière, soit directement en champ. La germination est rapide avec un taux élevé et la croissance est rapide. On transplante des plants de deux ou trois ans, de 1,5 à 2 m de hauteur dont la tige est bien droite et non ramifiée. De même, Brink (2012), signale que *S. zenkeri* se multiplie facilement par graine, les graines pouvant être semées dans des planches de pépinière à 2–3 cm de profondeur, sur un sol meuble et profond. En

plantation il est recommandé de tuteurer les jeunes plants. Les graines peuvent également être semées directement au champ.

I.7.3.8. *Tetrapleura tetraptera* (Thonn.) Taub.

a) Origine et aire de distribution

T. tetraptera est une espèce originaire d'Afrique tropicale, largement répandue au Sénégal, au Cameroun, au Gabon, au Zimbabwe et en Tanzanie (Eyog *et al.*, 2006).

b) Ecologie et description

T. tetraptera est une Fabaceae des forêts semi-décidue qui se retrouve essentiellement dans les terrains cultivés et dans les recrus forestiers. Cette espèce disparaît rapidement dans les forêts âgées et est absente des plateaux montagneux. Atteignant 25 m de hauteur, son fût droit est cylindrique; l'écorce est grisâtre, peu épaisse, lisse à tranche brune rouge fonçant avec le temps. Les feuilles caduques en saison sèche sont alternes, bipennées et jaunâtres. Son bois est brun et rougeâtre, fonçant avec le temps. Les fruits et les gousses sont brunes luisantes, allongées et un peu incurvées. Les graines sont dures, noires, ovales et aplaties (Vivien & Faure, 2011).

c) Importances et usages

Les fruits de *T. tetraptera* sont utilisés dans divers assaisonnements et pour la préparation de plusieurs sauces, notamment la "sauce jaune" en pays Bamiléké ou "sauce noire" en pays Bassa (Eyog *et al.*, 2006). Ses fruits, dont le prix d'une gousse varie de 100 à 200 FCFA sont vendus dans plusieurs marchés et localités du pays. Son bois est utilisé en menuiserie locale. L'écorce et le fruit sont vomitifs et les deux pilés sont utilisés comme poison de pêche (Vivien & Faure, 2011). L'extrait méthanolique de feuilles de *T. tetraptera* possède une capacité puissante pour le traitement du diabète et des complications qui l'accompagnent, y compris le stress oxydatif et l'hyperlipidémie (Aladesanmi, 2007 et Odesanmi *et al.*, 2011). Son fruit est utilisé pour la gestion des convulsions, de la lèpre, de l'inflammation, des rhumatismes, des flatulences, de la jaunisse et de la fièvre, ainsi que pour la prise en charge et le contrôle du diabète sucré de type 2 (Atawodi *et al.*, 2014).

d) Régénération

Selon Eyog *et al.* (2006), les fruits sont généralement ramassés à terre pendant la saison sèche. Cette collecte est malheureusement parfois totale, de sorte que la régénération

des arbres est menacée. La régénération sous couvert forestier est assurée par la germination naturelle des graines. La germination est rapide et abondante, la croissance du jeune plant est tout aussi rapide. La floraison va de janvier à avril et de juin à juillet. La fructification s'observe en saison sèche, de novembre à mars. D'après Nkongmeneck *et al.* (1996), la germination naturelle de *T. tetraptera* est difficile à cause de la lignification et l'indéhiscence de la gousse, également à cause de l'imperméabilité de la graine à l'eau. Toutefois la scarification manuelle de la gousse augmente le pouvoir germinatif de la graine. Okunomo, (2010) signale que l'application de l'engrais organique est importante pour la croissance et le développement des plantules de *T. Tetraptera*.

CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. MATERIEL

II.1.1. Description du site d'étude

Cette étude s'est réalisée dans le village Gribé, arrondissement de Yokadouma dans le département de la Boumba et Ngoko (région de l'Est-Cameroun). Ce village est situé à 16,5 Km au nord-est du Parc national de Boumba-bek et à environ 76 Km au Sud-ouest de Yokadouma. Gribé est situé à la latitude 03°00'10'' Nord et à la longitude 14°49'25'' Est (Fig. 5). Gribé s'étend sur environ 12 km, avec une population estimée à 772 habitants (Toda 2014). Ce site a été sélectionné pour des raisons diverses. En premier, la localité a été identifiée comme étant très riche en terme de biodiversité (Nkongmeneck, 1999; Bobo *et al.*, 2014; Tajeukem *et al.*, 2014; Penanjo *et al.*, 2014). En second, le village Gribé est situé à proximité des Aires Protégées, sa population est composée de deux principaux groupes ethniques: les Konabembe (Bantou) agriculteurs et les Baka (Pygmées) qui sont supposés avoir des gestions différentes de la forêt (Ichikawa, 2014). Egalement, la très riche biodiversité de cette localité fait d'elle un pôle d'étude très important.

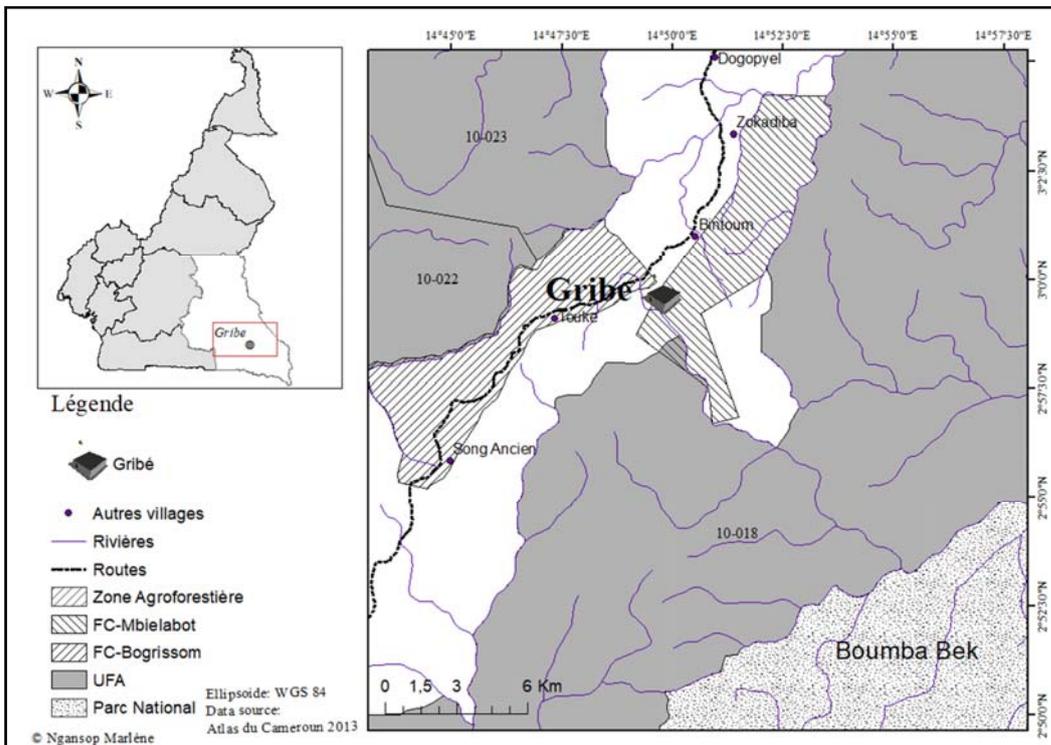


Fig. 5. Carte de localisation du village Gribé.

II.1.2. Matériel technique

Le matériel utilisé pour cette étude était constitué de:

- d'un GPS de marque garmin servant à géo-référencer les différents individus.

- d'un mètre ruban ou décamètre pour mesurer les circonférences des tiges et troncs d'arbres.
- d'un appareil photo numérique pour la prise de vues des informations utiles sur le terrain.
- des balances à suspension de marque BONSO (Capacité 50 g- 50 kg) pour les pesées des échantillons.

II.2. METHODES

II.2.1. Sélection des espèces à Produits Forestiers Non Ligneux majeurs de la localité de Gribé

Le choix des espèces à PFNL s'est fait sur la base des données de littératures existantes. Il a été également guidé par le type d'organe collecté et le statut de conservation des différentes espèces à PFNL.

II.2.2. Dispositif d'échantillonnage

Les données de terrain ont été collectées exclusivement à la périphérie nord du Parc national de Boumba-bek, traversé par l'UFA 10-018 et la forêt communautaire de Mbielabot. Le dispositif d'échantillonnage utilisé était celui des transects linéaires, inspiré de Nkongmeneck (1999), Fongnzossie (2012), Nguenang (2012) et Tajeukem *et al.* (2014). D'après White & Edwards (2000), cette méthode permet de collecter les informations sur la densité et l'écologie des populations. Elle permet également d'avoir une meilleure représentativité des types d'habitats en forêt. De même, Dupuy (1998) signale que cette méthode est couramment utilisée pour les inventaires de régénération. Dans le même ordre d'idée, Nath *et al.* (2010) démontrent que la méthode des transects de superficies variables est recommandée par rapport à celle des parcelles carrées car elle permet une estimation rapide de diversité et de la densité des arbres, surtout quand la végétation est supposée être dispersée de manière aléatoire.

Un total de 16 transects linéaires de 5000 m de longueur et 20 m de largeur (soit 10 m de part et d'autre de la ligne médiane du transect) ont été disposés de part et d'autre d'une ligne de base de 16 km, d'orientation Nord-Ouest vers le Sud-Est du village à la périphérie du Parc (Fig. 6). L'équidistance entre chaque transect consécutif était de 1km chacune. La superficie totale échantillonnée était de 160 ha, soit 10 ha pour chaque transect.

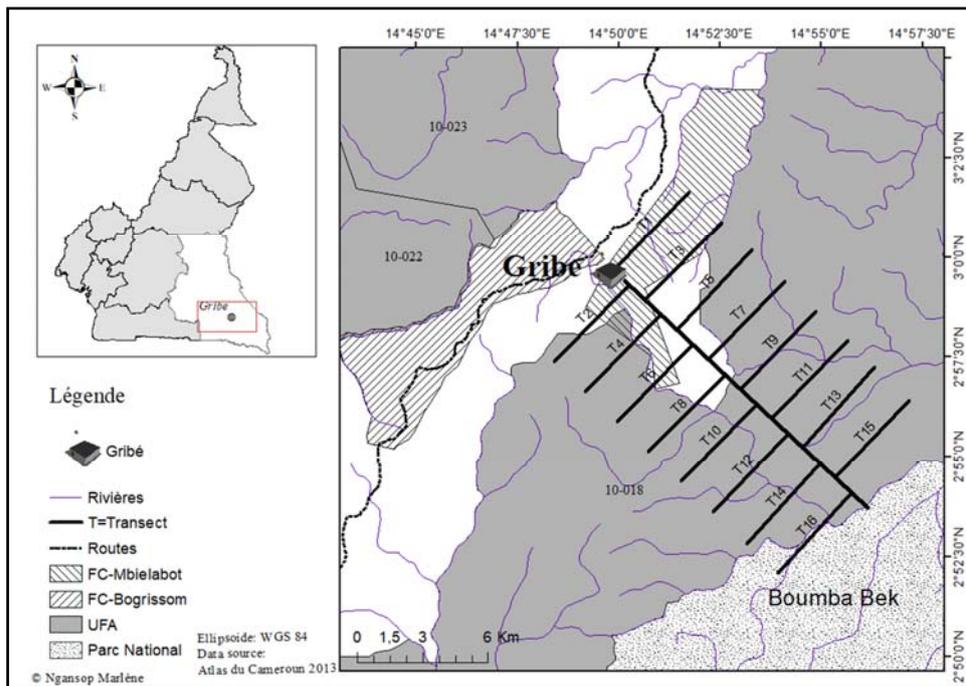


Fig. 6. Dispositif expérimental de la méthode des transects

II.2.3. Caractérisation des habitats

La caractérisation des habitats s'est faite le long de chaque transect. Dans chaque section de transect traversée, le type d'habitat a été déterminé, les coordonnées GPS du point de départ et du point d'arrivée ont été enregistrées, ce qui a permis de déterminer la longueur de chaque type d'habitat.

La distinction des types d'habitat a été inspirée de White & Edwards (2000). Elle s'est basée sur plusieurs paramètres notamment le milieu biophysique, la physiologie de la forêt, et l'origine des perturbations. Ces distinctions prenaient en compte le type de forêt et le stade de développement des peuplements, de la structure du sol; à cela une différenciation était faite entre les forêts de terre ferme et les forêts sur sol hydromorphe; la structure du sous-bois (sous-bois dominé par des Marantaceae ou des lianes ou tout autre type de végétation), la hauteur et l'ouverture de la canopée; la présence des espèces de forêts secondaires poussant le long des pistes. L'origine des perturbations, tenait compte des causes de la perturbation et se basait sur la chute des arbres causant une ouverture de la canopée; les signes de dégradations humaines (zones cultivées ou abandonnées, les zones d'exploitation forestières industrielles etc.). La détermination des types d'habitat a aussi été basée sur la comparaison avec la description antérieure des types de végétation faite par Letouzey (1985).

La détermination des classes d'âges des jachères s'est faite avec l'appui des guides locaux et s'est inspirée de la classification faite par Floret & Pontanie (2001). Celles-ci ont été classées en âges échelonnés de 1-2 ans pour les jachères jeunes, 3-5 ans pour les jachères moyennement âgées et plus de 5 ans pour les jachères âgées.

II.2.4. Collecte des données d'inventaire

Le long de chaque bande de transect (10 ha), un inventaire en plein des individus de diamètre < 5 cm (Fig. 7) et des individus de DBH ≥ 5 cm (Fig. 8) des différentes espèces à PFNL a été réalisé. La présence des fruits de ces espèces à PFNL au sol était notée. Pour les tiges adultes, la distinction était faite entre les semenciers et les arbres adultes ne produisant pas encore de fruits.

Ce même dispositif d'échantillonnage a été utilisé pour la collecte des données de distribution spatiale des individus. Pour cela, les coordonnées GPS des individus de chaque espèce ont été enregistrées.

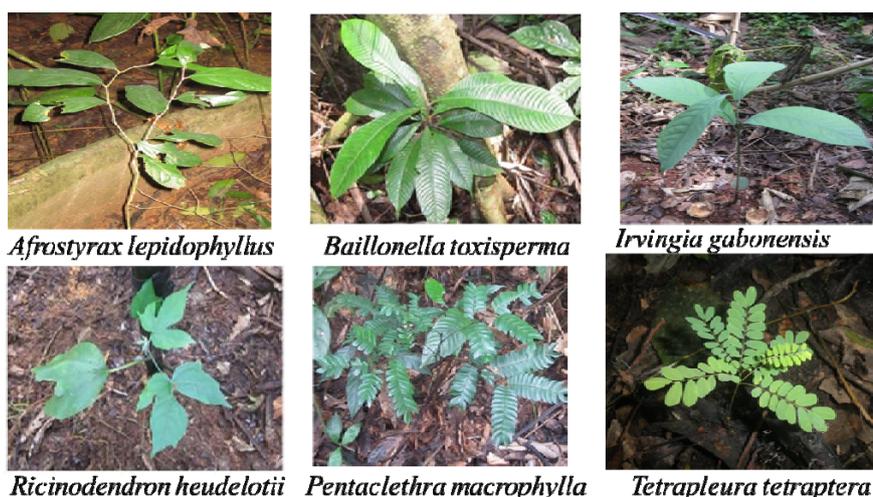


Fig. 7. Plantules de quelques espèces à PFNL sélectionnées



Fig. 8. Collecte de quelques paramètres: mesures des diamètres (a), prise des coordonnées géographiques (b).

Pour l'étude de la dynamique spatio-temporelle de collecte des espèces à PFNL majeures par les populations, l'approche utilisée s'est basé sur les campements temporaires de collecte de PFNL installés en forêt pendant chaque campagne de collecte, en particulier pour *I. gabonensis*. Ainsi, la méthode adoptée utilise un support d'enquête, portant sur les prélèvements effectués en forêt par tous les membres des différents campements de collecte des PFNL (des graines des fruits et amandes). Un suivi et un enrégistrement quantitatif quotidien dans chaque campement de collecte de PFNL ont été effectués durant la période de août 2015 à septembre 2016, ce qui incluait les grandes et les petites périodes de fructification des huit PFNL majeurs faisant l'objet de cette étude. Tous les camps temporaires établis par les populations (en août 2015) dans la forêt pour la collecte des PFNL ont été recensés et géoréférencés. Pour chaque relevé quotidien effectué, les paramètres suivants ont été considérés : (a) l'identité du collecteur, (b) la date de récolte du PFNL, (c) la nature du produit (graines, fruits, amandes) indiquant la partie de la plante collectée, (d) le lieu de récolte du produit, (e) la destination (à vendre au village ou dans la ville de Yokadouma).

Les quantités collectées ont été mesurées et pesées à l'aide des balances à suspension de marque Bonso pour avoir la valeur moyenne des quantités collectées par chaque collecteur (Fig. 9).



Fig. 9. Amandes de *I. gabonensis*: (a) mesure et (b) pesée des amandes à l'aide de la balance

II.3. ANALYSE DES DONNEES

Les données ont été traitées et analysées au Laboratoire de Botanique-Ecologie de l'Université de Yaoundé I et au Musée Ecologique du Millénaire. Les données qualitatives et quantitatives ont été enrégistrées et calculées. Les logiciels utilisés pour la réalisation des

différents tests et l'élaboration des cartes sont : logiciel Microsoft Excel, le logiciel R 3.5.2, le logiciel XLSTAT et le logiciel ARCGIS 10.5.

II.3.1. Critères de sélection des espèces à PFNL majeures de la localité de Gribé

Les espèces à PFNL majeures ont été sélectionnées sous la base des critères tels que :

- les habitudes alimentaires, culturelles et les valeurs marchandes des PFNL de la localité de Gribé (Annexe 3) à la suite d'une enquête préliminaire (Hirai, 2014);
- les indices d'importance écologique (Tajeukem *et al.*, 2014);
- la liste des espèces à PFNL clefs d'Afrique central (Clark & Sunderland, 2004);
- le statut de conservation suivant les critères UICN des espèces;
- les parties collectées pour chacune des espèces à la périphérie du Parc National de Boumba-bek

II.3.2. Typologie des habitats

La distinction des différents types d'habitats s'est faite sur la base des caractères physiques, physiologiques et écologiques des peuplements ainsi que sur la combinaison d'une typologie de milieu non perturbée et celle fortement transformée par l'homme (Letouzey, 1985; White & Edwards, 2000).

A partir des données de longueurs de chaque type d'habitat mesurées sur le terrain, leur superficie et proportion ont été calculés.

La densité d'espèces pour chaque type d'habitat a été calculée à l'aide de la formule: $D = n_i / S$, où D = densité de tiges/ha; n_i = nombre d'individus d'espèce dans chaque type d'habitat; S = surface totale d'échantillonnage. Une analyse de variance (ANOVA) et un test de Turkey HSD avec un intervalle de confiance de 95 % ont été effectués à l'aide du logiciel R version 3.5.2 pour déterminer la variation de la densité des individus des huit espèces à PFNL d'un type d'habitat à un autre.

II.3.3. Potentiel disponible et régénération naturelle de chaque espèce à PFNL

II.3.3.1. Densités de chaque espèce à PFNL

La densité moyenne d'une espèce est obtenue en divisant le nombre total des individus appartenant à l'espèce par la surface totale de la zone échantillonnée. Il s'agit du nombre moyen de tiges à l'hectare qui se calcule suivant la formule ci-après:

$D = N_i/S$ ou N_i = Nombre total des individus et S =Surface totale d'échantillonnage.

Une analyse de variance (ANOVA) et un test de Turkey HSD avec un intervalle de confiance de 95 % ont été effectués à l'aide du logiciel R version 3.5.2 pour déterminer la variation de la densité des espèces à PFNL sur la superficie d'échantillonnage.

La fréquence relative (FR) qui s'exprime en ratio du nombre de transects où l'espèce est présente sur le nombre total de transect multiplié par 100 a été calculée pour chaque espèce à PFNL.

La distance par rapport au village a été déterminée suivant un gradient parallèle du village à la périphérie du Parc National.

La variation de la densité des individus jeunes et adultes par rapport à la distance au village a été calculée.

II.3.3.2. Structure de la population des espèces à PFNL

Les paramètres utilisés pour établir la structure diamétrique du peuplement de chaque espèce sont le nombre d'individus et les classes de diamètre. Les mesures des circonférences des arbres ont été converties en diamètre suivant la formule:

$$C = \pi D \text{ (avec } C = \text{circonférence, } D = \text{diamètre, } \pi = 3,14).$$

Au total, 6 classes diamétriques ont été dénombrées suivant la classification faite par Fongzossie *et al.* (2014). La distribution des effectifs recensés par classes de diamètres ont permis d'apprécier l'état d'équilibre de la population de chaque espèce (Tableau VI).

Tableau VI. Répartition des individus en fonction des différentes classes de diamètres.

Classe de diamètre	< 5 cm	[5 – 20[[20 – 35[[35 – 50[≥ 50 cm
Catégorie	individu de diamètre < 5 m	individu de DBH ≥ 5 cm			

II.3.3.3. Indice de régénération naturelle de chaque espèce à PFNL

Déterminer le potentiel de régénération naturel d'une espèce revient à calculer son Indice de Régénération Naturel (IRN). D'après Havyarimana (2009), la valeur de l'IRN est le rapport entre la proportion des plantules (DBH < 10 cm) sur la proportion des arbustes et arbres (DBH ≥ 10 cm). Une espèce est considérée comme ayant un bon potentiel de

régénération si son $IRN \geq 1$, si par contre $IRN < 1$, l'espèce a un faible potentiel de régénération naturel. Dans cette étude, le calcul de la valeur de l'indice de régénération naturelle (IRN) s'est fait suivant une adaptation de la formule de Havyarimana (2009) et a été déterminé par le rapport de la proportion des jeunes individus (diamètre < 5 cm) sur celle des individus de $DBH \geq 5$ cm, suivant les classes de diamètres déterminées dans la répartition des individus par classe de diamètre. Le seuil de 1 a été considéré car, en situation de régénération normale d'une population, le nombre d'individus jeunes est supposé être au moins égal au nombre d'individus adultes selon Fargeot *et al.*, (2004). Le test de corrélation de Spearman a été utilisé (à l'aide du logiciel XLSTAT) pour étudier la corrélation entre l'indice de régénération naturel de chaque espèce et la distance par rapport au village.

II.3.4. Distribution spatiale et dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL

II.3.4.1. Distribution spatiale selon la méthode de Dajoz

La cartographie de la distribution spatiale de chaque espèce s'est faite avec le logiciel ArcGis 10.1. Les zones de forte densité en individus de chaque espèce à PFNL ont été définies le long de chaque transect.

La méthode de distribution spatiale selon Dajoz (2003), permet de déterminer les modes de la distribution spatiale de régénération des espèces d'arbres. Elle est basée sur la variance du nombre d'individus et se calcule suivant la formule:

$$\lambda = \sigma^2/m; \sigma^2 \text{ étant la variance et } m \text{ la moyenne arithmétique.}$$

Le modèle de distribution est dit agrégé si $\lambda > 1$ c'est-à-dire qu'étant donné la localisation d'un individu, la probabilité pour qu'un autre individu se retrouve à sa proximité est élevée. Dans le cadre d'une distribution uniforme, λ est inférieur 1 ($\lambda < 1$). C'est-à-dire qu'étant donné la localisation d'un individu, la probabilité pour qu'un autre individu se retrouve à sa proximité est réduite. Le modèle spatial de distribution sera dit aléatoire quand, étant donné la localisation d'un individu, la probabilité pour qu'un autre individu se retrouve à sa proximité est non affectée à ce moment, λ sera plus ou moins égale à 1 ($\lambda \approx 1$). L'écart à l'unité de λ est significatif pour $\alpha = 0.05$ dans le cas où $Da > \beta$ (en l'occurrence, $Da = \lambda - 1$ et

$$\beta = 2 \times \sqrt{(2 \times np) \times (np - 1)} - 2 \quad np = \text{nombre de transect.}$$

II.3.4.2. Dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL

Pour chaque PFNL, la proportion de collecte a été obtenue en calculant le rapport de la quantité de chaque PFNL collectée à la quantité totale des PFNL collectée de la localité. La périodicité et la saisonnalité de collecte pour chaque PFNL ont été déterminées. Les quantités collectées par mois et par années ont été calculées. La cartographie de la distribution spatiale de chaque camp de collecte s'est faite avec le logiciel ArcGis 10.5.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS

III.1.1. Espèces à PFNL majeures de la localité de Gribé

Au total, huit espèces à PFNL majeures ont été retenues pour cette étude, à savoir *Afrostryrax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* et *Tetrapleura tetraptera*. Elles ont été sélectionnées en fonction de leur fréquence d'utilisation et de commercialisation dans la localité. Pour toutes ces espèces, les principales parties utilisées sont les fruits, les graines, les amandes et les racines (Fig.10). *A. lepidophyllus* et *B. toxisperma* font partie des espèces classées comme étant vulnérables, tandis que *I. gabonensis* fait partie des espèces quasi menacées suivant les critères UICN. *A. lepidophyllus*, *I. gabonensis*, *P. oleosa*, *P. macrophylla*, *R. heudelotii*, *S. zenkeri* et *T. tetraptera* font partie des espèces les plus écologiquement importantes du village Gribé. Ces espèces ont été décrites à la section I.6.4 intitulée: description de quelques espèces à Produits Forestiers Non Ligneux utilisées dans la zone d'étude.

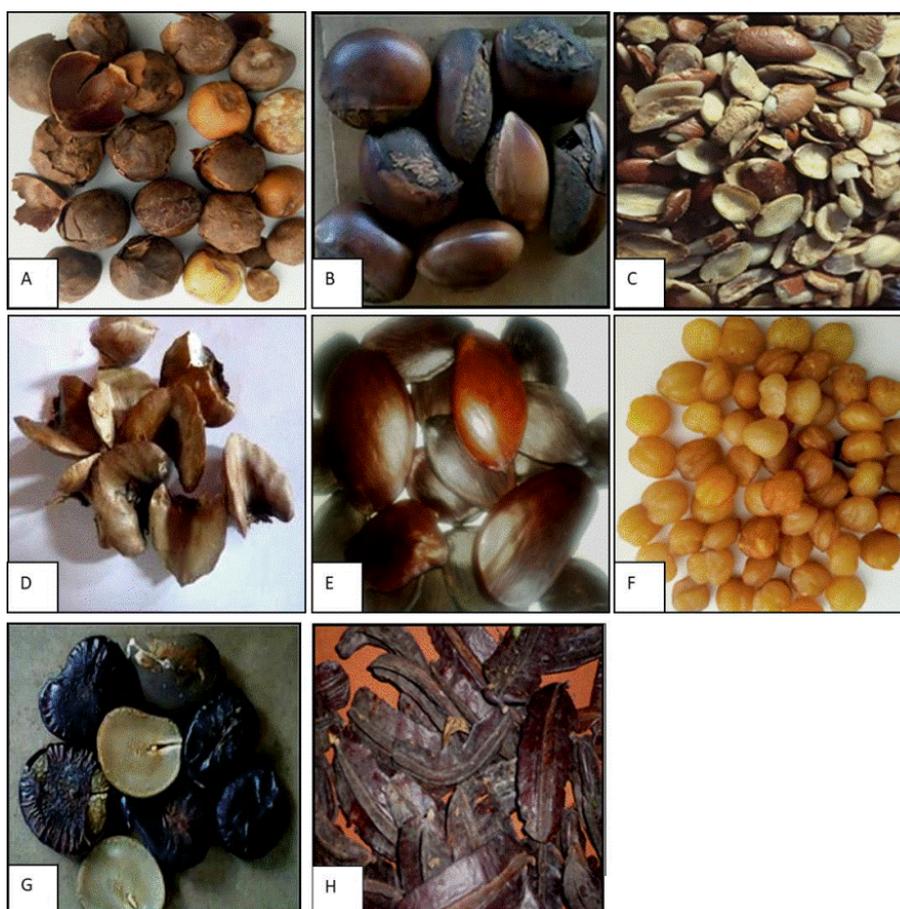


Fig.10. Amandes, fruits ou graines de quelques espèces à PFNL: (A) graines de *A. lepidophyllus*; (B) amandes de *B. toxisperma*, (C) amandes de *I. gabonensis*, (D) graines de *P. oleosa*, (E) graines de *P. macrophylla*, (F) amandes de *R. heudelotii*, (G) graines de *S. zenkeri*, (H) gousses de *T. tetraptera*.

Toutes ces espèces font l'objet de commercialisation, de consommation alimentaire et d'usage médicinal dans le village. Le tableau VII présente quelques informations sur les espèces sélectionnées.

Tableau VII. Résumé de quelques informations sur les espèces à PFNL majeures inventoriées.

Essences	Nom commercial	Nom en Konambébé	Nom en Baka	Usages	Principales parties utilisées
<i>Afrostryrax lepidophyllus</i>	Rondelle	Aguiébé	Nguimba	Alimentaire, médicinal	Graines
<i>Baillonella toxisperma</i>	Moabi	Màbé	Màbé	Alimentaire, médicinal, bois	Amandes et bois
<i>Irvingia gabonensis</i>	Mangue Sauvage	Nyoke	Péké	Alimentaire, médicinal	Fruits et amandes
<i>Panda oleosa</i>	Arachide Sauvage	Nkana	Nkana	Alimentaire	Graines
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Arbre A Semelles/Acacia Du Congo	Opa	Mbalaka	Alimentaire, médicinal	Graines
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Njangsang	Nseul	Gobo	Alimentaire, médicinal	Graines et amandes
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Plat-Plat	Munguégné	Munguégné	Alimentaire, médicinal	Ecorces et graines
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Quatre Côté	Talala	Dajag	Alimentaire, médicinal	Pulpes du fruit

III.1.2. Diversité d'habitats de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek et distribution des espèces à PFNL cibles

III.1.2.1. Typologie d'habitat de la périphérie du Parc National

La caractérisation des différents types d'habitats sur la base de la dynamique forestière, le milieu biophysique, la physionomie de la forêt et l'origine des perturbations sont présentés ci-dessous. Ainsi, la stratification des types d'habitats de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek a permis d'identifier 13 types d'habitats à savoir :

- les Agro-forêts à base de cacaoyer.
- les chablis.
- les champs vivriers.
- les forêts marécageuses.
- les forêts périodiquement inondables.
- les forêts secondaires âgées.
- les forêts secondaires jeunes.
- les forêts secondaires jeunes à Marantaceae.

- les forêts secondaires moyennement âgées.
- les jachères âgées.
- les jachères jeunes.
- les jachères jeunes à *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Robinson (nat.).
- les jachères moyennement âgées.

III.1.2.1.1. Agro-forêts à base de cacaoyer

Les agro-forêts à base de cacaoyer représentent le système cultural dans lequel le cacaoyer est la principale culture, parfois associé aux arbres fruitiers à l'exemple de *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam, *Persea americana* Mill., *Mangifera indica*, *Tetrapleura tetraptera* ou aux arbres forestiers, surtout ceux qui ont des vertus médicinales tels que *Alstonia bonnei* et *Piptadeniastrum africana* (Hook. f.) Brenan.

III.1.2.1.2. Chablis

Ce type de formation constitue les milieux ouverts dont l'origine peut être due à la chute d'un ou de plusieurs arbres sous l'action de la foudre, du vent, de la chute d'un autre arbre entraînant plusieurs autres et laissant une ouverture dans la canopée forestière.

III.1.2.1.3. Champs vivriers

Les champs vivriers représentent des systèmes de culture résultante de l'abattage et du brûlis d'une portion de la forêt. Les espèces dominantes sont généralement les espèces cultivées telles que les *zea mais* L. (cult.), *Xanthosoma sagittifolia* Schoott (cult.) et *Musa* Spp. (le maïs, le macabo le plantain). Les espèces d'arbres présentes dans ces formations sont celles ayant résisté à l'abattage soit de par les difficultés de coupe, soit conservés par les paysans compte tenu de leur usage alimentaire ou médicinal ou encore de par leur usage en tant que bois de chauffe (Fig.11).

III.1.2.1.4. Forêts marécageuses

Ici on note la présence constante des marées, ce type d'habitat représente les forêts constamment inondées (Fig.11).

III.1.2.1.5. Forêts périodiquement inondables

A l'opposé des forêts marécageuses, les forêts périodiquement inondables sont inondées pendant les périodes des pluies, mais restent sèches pendant la saison sèche.

III.1.2.1.6. Formations secondaires

Dans cette étude quatre types de formations secondaires ont été déterminées notamment:

- les forêts secondaires jeunes, et les forêts secondaires jeunes à Marantaceae (Fig.11). Ces types d'habitats représentent les écosystèmes perturbés en pleine reconstitution, avec une canopée relativement fermée. Leur sous-bois est touffu, d'accès difficile et dominé par les espèces de Marantaceae et de Zingiberaceae caractéristiques parmi lesquelles on cite *Haumania dancklemaniana* (J. Braum & K.Schum.) Milne-Redh.; *Marantocloa* spp., *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Milne-Redh.; *Hypselodelphys* spp. On y note également la présence des espèces héliophiles telles que les *Macaranga* spp., *Musanga cercropioides* R.Br. ex Tedlie et *Trema orientalis* Blume.
- les forêts secondaires moyennement âgées avec une canopée moyennement élevée, un sous-bois moins dense et une végétation caractérisée par la disparition de certaines espèces héliophiles.
- les forêts secondaires âgées avec une apparence de forêt primaire n'ayant jamais été exploitée, marquée par la présence des arbres de grand diamètre et un sous-bois complètement ouvert, d'accès facile et une canopée également ouverte. Le type de végétation dominante est constitué des espèces sciaphiles telles que *Triplochiton scleroxylon* K.Schum., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Pentaclethra macrophylla*, *Alstonia bonei*.

III.1.2.1.7. Jachères

Ce sont des systèmes de cultures laissés à l'abandon après exploitation. Dans le cadre de cette étude, elles ont été regroupées en jachères jeunes (1-2 ans), moyennement âgées (2-5 ans) et âgées (plus de 5 ans). Il a été noté la présence de *Chromolaena odorata*, espèce envahissante des formations culturelles mises en défens, ce type d'habitat a été nommé jachère à *C. odorata*.



Fig. 11. Quelques types d'habitats à la périphérie nord du Parc de Boumba-bek : (a) forêts secondaires jeunes à Marantaceae, (b) et (d) champs vivriers, (c) forêts marécageuses, (e) forêts secondaires jeunes.

III.1.2.2. Proportion des différents types d'habitats de la périphérie du Parc National

Pour une superficie totale de 160 ha, les types d'habitats les plus représentés sont les forêts secondaires jeunes (32,70 %), suivies des forêts périodiquement inondables (26,31 %) et des forêts secondaires jeunes à Marantacées (19,00 %). Les moins représentés sont les jachères jeunes à *Chromolaena odorata* (0,08 %), les jachères moyennement âgées (0,15 %), les champs vivriers (0,16 %) et les jachères âgées (0,45 %) (Tableau VIII).

Tableau VIII. Proportion de chaque type d'habitat.

N°	Types d'habitats	Longueur (cm)	Superficie (ha)	Proportion (%)
1	Cacaoyère	887	1,77	1,11
2	Chablis	1161	2,32	1,45
3	Champ vivrier	132	0,26	0,16
4	Forêt marécageuse	2374	4,75	2,96
5	Forêt périodiquement inondable	21067	42,13	26,31
6	Forêt secondaire âgée	7384	14,77	9,22
7	Forêt secondaire jeune	26186	52,37	32,70
8	Forêt secondaire jeune à Marantaceae	15212	30,42	19,00
9	Forêt secondaire moyennement âgée	3641	7,28	4,55
10	Jachère âgée	357	0,71	0,45
11	Jachère jeune	1497	2,99	1,87
12	Jachère jeune à <i>Chromolaena odorata</i>	62	0,12	0,08
13	Jachère moyennement âgée	121	0,24	0,15
	Total	80081	160	100

III.1.3. Potentiel disponible de chaque espèce à PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek

III.1.3.1. Distribution de chaque espèce à PFNL par type d'habitat

De manière globale, les résultats révèlent qu'il y a une différence significative entre les densités des huit espèces à PFNL d'un type d'habitat à l'autre (Tableau IX). Les forêts secondaires jeunes et les forêts périodiquement inondables représentent les types d'habitats les plus diversifiés en ces huit espèces ($27,08 \pm 26,89$ tiges/ha) et ($12,53 \pm 12,90$ tiges/ha) respectivement. Les types d'habitats avec de faible densité en ces huit espèces à PFNL sont les jachères de différents âges.

Afrostryax lepidophyllus est représentée dans 10 types d'habitats et est majoritairement présente dans les forêts secondaires jeunes (13,36 tiges/ha) et les forêts périodiquement inondables (5,61 tiges/ha). Elle est cependant absente dans les jachères de différents âges.

C'est uniquement dans les forêts secondaires jeunes (0,03 tiges/ha), les forêts secondaires âgées (0,02 tiges/ha), les chablis, les forêts secondaires jeunes à Marantacées et les forêts secondaires jeunes moyennement âgées (0,01 tiges/ha) que *B. toxisperma* a été inventorié, soit dans cinq types d'habitats.

Irvingia gabonensis est présent dans 10 types d'habitats et les densités les plus élevées se trouvent dans les forêts secondaires jeunes (1,09 tiges/ha). Elles sont relativement faibles dans les autres types d'habitats et varient de 0,23 à 0,01 tiges/ha. *I. gabonensis* est absente dans les cacaoyères, les jachères âgées et les jachères moyennement âgées.

Panda oleosa est représentée dans neuf types d'habitats et est absente dans les cacaoyères, les champs vivriers, les jachères jeunes à *Chromolaena odorata* et les jachères moyennement âgées. C'est dans les forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires jeunes à Marantacées que les plus fortes densités en *P. oleosa* ont été répertoriées, soit respectivement 0,84 et 0,39 tiges/ha.

Les individus de *P. macrophylla* ont été inventoriés dans 11 types d'habitats. Les forêts secondaires jeunes, les forêts périodiquement inondables et les forêts secondaires jeunes à Marantacées sont les types d'habitats ayant le plus grand nombre d'individus de *P. macrophylla*. Cependant aucun individu n'a été inventorié dans les jachères jeunes à *C. odorata* et les jachères moyennement âgées.

Ricinodendron heudelotii est représentée dans 11 types d'habitats et se rencontre en majorité dans les forêts secondaires jeunes (5,22 tiges/ha), les forêts secondaires âgées (1,71 tiges/ha) et les forêts secondaires jeunes à Marantacées avec (1,68 tiges/ha). Les jachères âgées (0,01 tiges/ha), les jachères moyennement âgées (0,03 tiges/ha) et les cacaoyères (0,05 tiges/ha) sont les types d'habitats les plus faiblement représentés en termes de densité d'individus de *R. heudelotii*.

Scorodophloeus zenkeri est représentée dans sept types d'habitats et se retrouve le plus dans les forêts secondaires jeunes à Marantacées (3,50 tiges/ha) et les forêts périodiquement inondables (2,31 tiges/ha). Elle est absente dans les cacaoyères, les champs vivriers, les forêts secondaires moyennement âgées, les jachères jeunes et les jachères moyennement âgées.

Les individus de *T. tetraptera* sont présents dans neuf types d'habitats au total. Les plus fortes densités ont été retrouvées dans les forêts secondaires jeunes (0,31 tiges /ha), les cacaoyères (0,14 tiges/ha), les forêts secondaires jeunes à Marantaceae et les forêts périodiquement inondables (0,13 tiges/ha). Les individus étaient absents dans les champs vivriers, les jachères jeunes, les jachères jeunes à *C. odorata* et les jachères moyennement âgées (Tableau IX).

Tableau IX. Densité de chaque espèce à PFNL par type d'habitat.

Type d'habitats	<i>A. lepidophyllus</i>	<i>B. toxisperma</i>	<i>I. gabonensis</i>	<i>P. oleosa</i>	<i>P. macrophylla</i>	<i>R. heudelotii</i>	<i>S. zenkeri</i>	<i>T. tetraptera</i>	Densité moyenne (tige/ha)
Cac	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,14	(0,32±1,25) ^b
Cha	1,14	0,01	0,03	0,04	0,38	0,11	0,11	0,03	(1,85±3,07) ^b
Cv	0,10	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	(0,17±0,65) ^b
Fma	1,57	0,00	0,03	0,06	0,34	0,18	0,08	0,09	(2,35±6,95) ^b
Fpi	5,61	0,00	0,33	0,50	2,72	0,94	2,31	0,13	(12,53±12,90) ^b
Fsâ	3,63	0,02	0,11	0,18	0,83	1,71	0,39	0,02	(6,9±13,9) ^b
Fs j	13,36	0,03	1,09	0,84	5,28	5,22	0,96	0,31	(27,08±26,89) ^a
FsjM	4,86	0,01	0,23	0,39	1,10	1,68	3,50	0,13	(11,89±21,20) ^b
Fsmâ	1,22	0,01	0,09	0,12	0,36	0,26	0,00	0,06	(2,11±4,08) ^b
Jaâ	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	(0,04±0,11) ^b
Jaj	0,41	0,00	0,03	0,01	0,21	0,15	0,00	0,03	(0,83±2,83) ^b
JajC	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	(0,01±0,03) ^b
Jamâ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	(0,03±0,10) ^b

Cac=Cacaoyère, Cha=Chablis, Cv=Champ vivrier, Fma=Forêt marécageuse, Fpi=Forêt périodiquement inondable, Fsâ=Forêt secondaire âgée, Fsj=Forêt secondaire jeune, FsjM= Forêt secondaire jeune à Marantacées, Fsmâ=Forêt secondaire moyennement âgée, Jaâ=Jachère âgée Jaj= Jachère jeune, JajCh= Jachère jeune à *Chromolaena odorata*, Jamâ= Jachère moyennement âgée

III.1.3.2. Densité du peuplement de chaque espèce à PFNL par transect

Pour l'ensemble de l'échantillonnage, un total de 10573 individus a été enregistré dans les peuplements adultes et plantules des huit espèces à PFNL cibles. L'inventaire révèle que la plus grande valeur de la densité a été enregistrée chez *Afrostryrax lepidophyllus*, suivie de *Pentaclethra macrophylla*. *Ricinodendron heudelotii* est la troisième espèce la plus représentative de la zone d'étude, suivie de *Scorodophloeus zenkeri*. Les espèces à faibles densités sont : *Panda oleosa*, suivie de *Irvingia gabonensis*, *Tetrapleura tetraptera* et enfin de *Baillonella toxisperma* (Tableau X).

Du point de vue de la répartition de ces espèces sur toute la superficie d'inventaire, à l'exception de *S. zenkeri* qui n'a pas été inventorié sur les trois premiers transects et sur le n° 9 et de *B. toxisperma* qui a été rencontrée uniquement sur cinq transects, les autres espèces à PFNL sont plus ou moins régulièrement réparties sur toute l'unité d'échantillonnage. Soit à une fréquence de 100 % pour *A. lepidophyllus*, *I. gabonensis*, *P. oleosa* et *P. macrophylla*, de 94% pour *R. heudelotii* et *T. tetraptera* et de 63 et 38 % respectivement pour *S. zenkeri* et *B. toxisperma*.

Tableau X. Densité du peuplement de chaque espèce à PFNL.

Espèces	Densités moyennes de chaque espèce par transect (tiges/ha)																Densité moyenne totale (tiges/ha)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	
<i>A. lepidophyllus</i>	38,3	76,8	46,7	47,9	19,0	53,9	67,1	76,2	12,3	22,2	4,6	6,4	12,0	12,4	2,7	13,6	(32,0±21)
<i>B. toxisperma</i>	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	(0,1± 0,1)
<i>I. gabonensis</i>	6,6	1,8	4,3	2,2	1,1	2,6	2,4	1,9	1,7	2,2	1,4	0,8	1,0	0,2	0,4	0,5	(1,9±1,6)
<i>P. oleosa</i>	2,0	4,0	2,6	2,6	2,2	1,7	2,9	2,0	3,5	3,7	2,2	0,9	1,2	1,0	0,6	1,2	(2,1± 1,0)
<i>P. macrophylla</i>	8,4	18,6	16,9	22,3	1,1	17,7	25,7	19,6	9,0	16,6	5,6	7,8	4,6	3,9	1,2	1,8	(11,3±8,2)
<i>R. heudelotii</i>	3,4	2,8	8,9	3,7	34,2	5,4	3,9	1,6	3,5	15,2	72,1	0,6	9,5	0,0	0,1	0,4	(10,3±18,5)
<i>S. zenkeri</i>	0,0	0,0	0,0	22,6	45,0	0,1	0,0	23,2	0,0	0,1	0,0	6,5	3,2	2,5	0,3	14,2	(7,4 ± 12,8)
<i>T. tetraptera</i>	1,3	1,8	2,0	1,1	1,1	2,9	0,6	0,9	0,6	0,8	0,4	0,4	0,3	0,0	0,3	0,4	(0,9 ± 0,8)

*T1=Transect N°1 = 1 km du village

III.1.3.3. Structure diamétrique du peuplement de chaque espèce à PFNL

La distribution diamétrique de *Afrostryrax lepidophyllus* révèle un nombre élevé de jeunes individus dans la classe de diamètre < 5 cm avec un total de 4952 individus, soit une densité moyenne de 30,95 tiges/ha. Le nombre d'individus décroît de façon régulière quand

on passe d'une classe de diamètre à la suivante, lui conférant une allure de courbe en forme de « L » (Fig. 12).

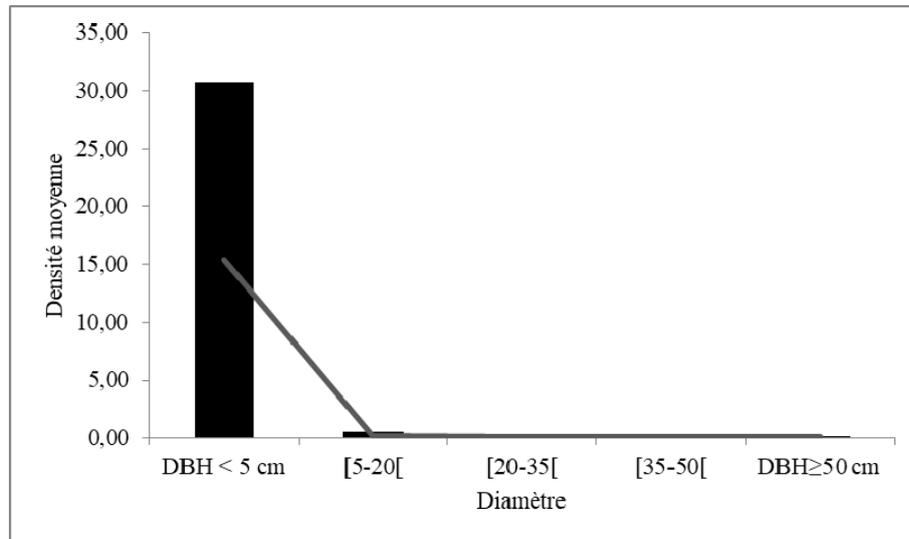


Fig. 12. Structure diamétrique de *A. lepidophyllus*.

Baillonella toxisperma est représentée uniquement dans trois classes de diamètre à savoir les classes de diamètre < 5 cm, de DBH [20-35[cm et de DBH ≥ 50 cm avec respectivement un nombre de 6, 1 et 3 tiges/ha, pour une densité moyenne de 0,1 tiges/ha. Ce qui lui confère une courbe en allure de cloche (Fig. 13).

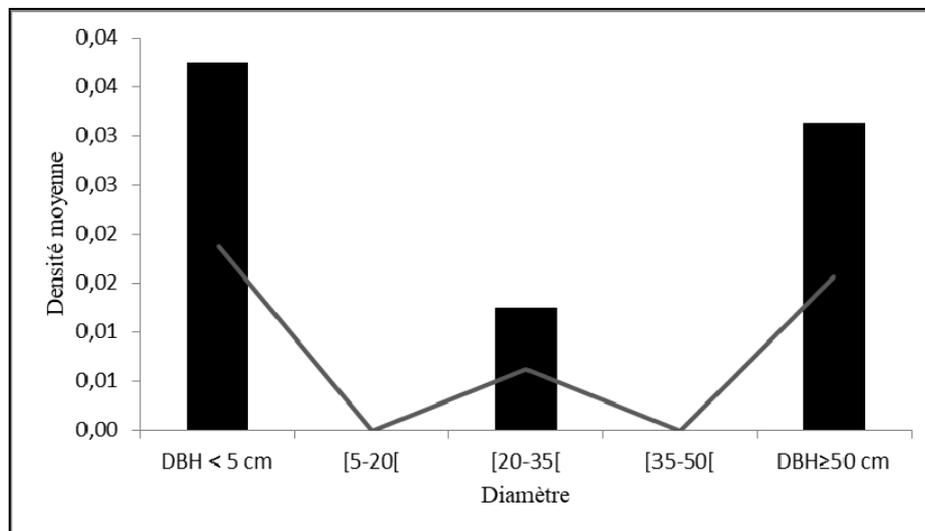


Fig. 13. Structure diamétrique de *B. toxisperma*.

La répartition diamétrique de *Irvingia gabonensis* révèle qu'il existe plus d'individus dans les classes de faible diamètre, soit 159 individus, ce qui équivaut à 1,05 tiges/ha dans la diamètre < 5 cm. Ce nombre d'individus diminue considérablement dans la classe de diamètre [5-20 cm [(soit 0,28 tiges/ha). Il diminue aussi dans les autres classes de diamètre et augmente

légèrement dans la classe de DBH ≥ 50 cm, soit une densité de 0,32 tiges/ha. Cette répartition diamétrique lui attribue une allure demi-cloche (Fig. 14).

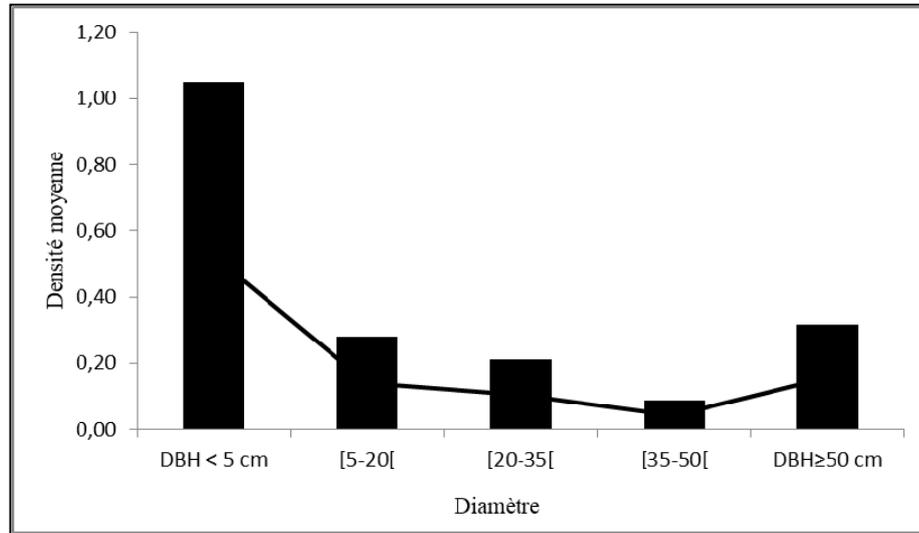


Fig. 14. Structure diamétrique de *I. gabonensis*.

On observe que *P. oleosa* est représenté dans toutes les classes de diamètre. Avec de très faibles proportions uniquement dans la classe de DBH ≥ 50 cm (0,20 tiges/ha), son nombre d'individus ne varie pas considérablement dans les autres classes de diamètre. Une telle distribution lui confère une structure en forme de cloche tronquée vers la gauche ou en forme de vagues (Fig. 15).

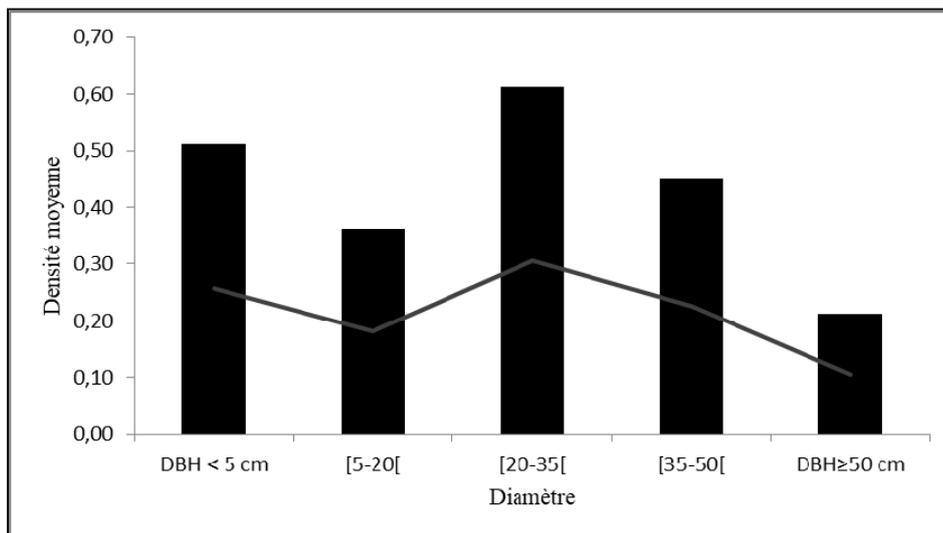


Fig. 15. Structure diamétrique de *P. oleosa*.

La structure dendrométrique de *Pentaclethra macrophylla* tout comme celle des *Afrostryax lepidophyllus* révèle un grand nombre d'individus dans la classe de DBH > 5 cm (1146 individus), soit une densité moyenne de 7,16 tiges/ha. Ce nombre décroît

considérablement lorsqu'on va dans les classes de grand diamètre. De par la répartition des individus dans les différentes classes de diamètre, *P macrophylla* a une allure en forme de L (Fig. 16).

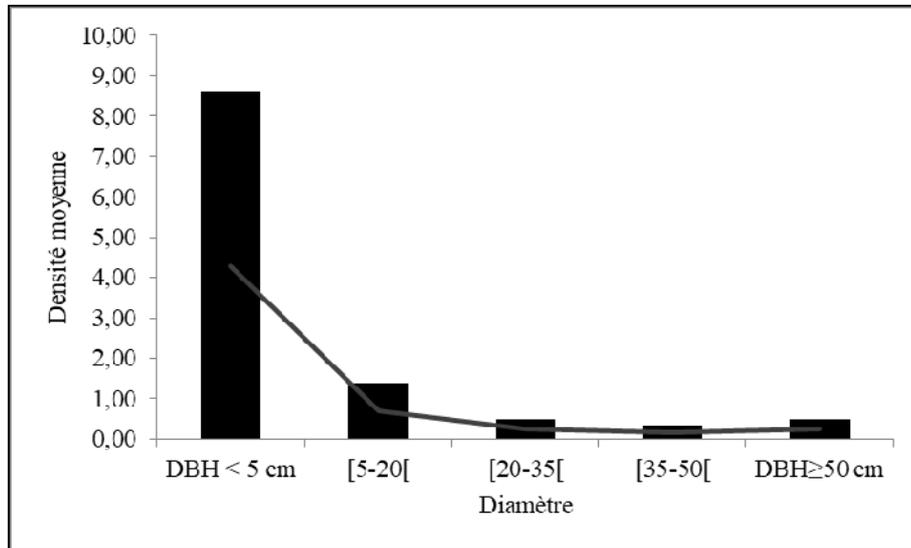


Fig. 16. Structure diamétrique de *P. macrophylla*.

Ricinodendron heudelotii a un nombre d'individus élevé dans la classe de DBH > 5 cm (1433 individus, soit 8,96 tiges/ha) et est faiblement représentée dans les classes de diamètre [5-20[, [35-50[et dans la classe de diamètre [20-35[. Dans la classe de DBH ≥ 50 cm le nombre d'individus augmente considérablement et on enregistre un nombre de 126 individus soit une densité des 0,78 tiges/ha. D'où l'allure en « L » de la courbe de distribution (Fig. 17).

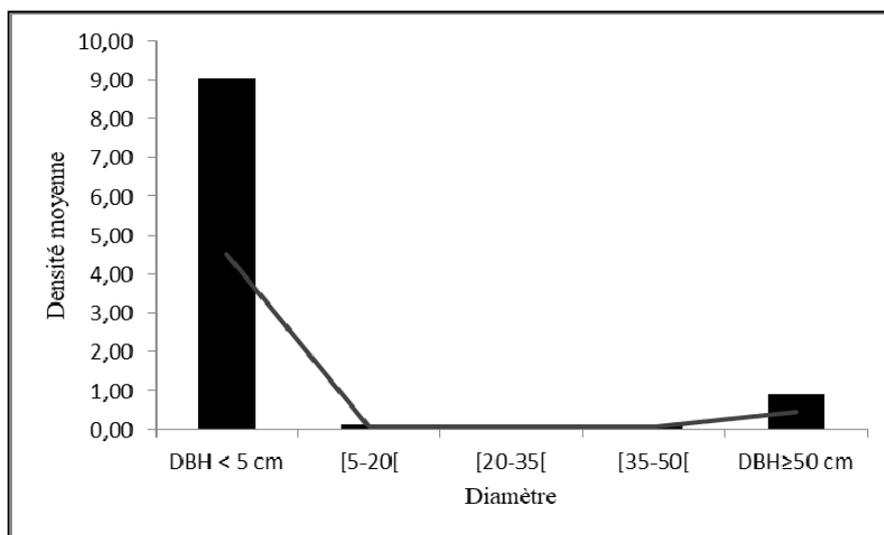


Fig. 17. Structure diamétrique de *R. heudelotii*.

La répartition diamétrique de *Scorodophloeus zenkeri* révèle qu'elle est fortement représentée dans la classe de diamètre < 5 cm, soit une densité moyenne de 6,7 tiges/ha (1046 individus). Cette densité diminue considérablement au fur et à mesure que l'on va dans les classes de grand diamètre, atteignant une densité de 0,06 tiges/ha dans la classe de DBH \geq 50 cm. Cette distribution diamétrique lui confère une allure de courbe en forme de « L » (Fig. 18).

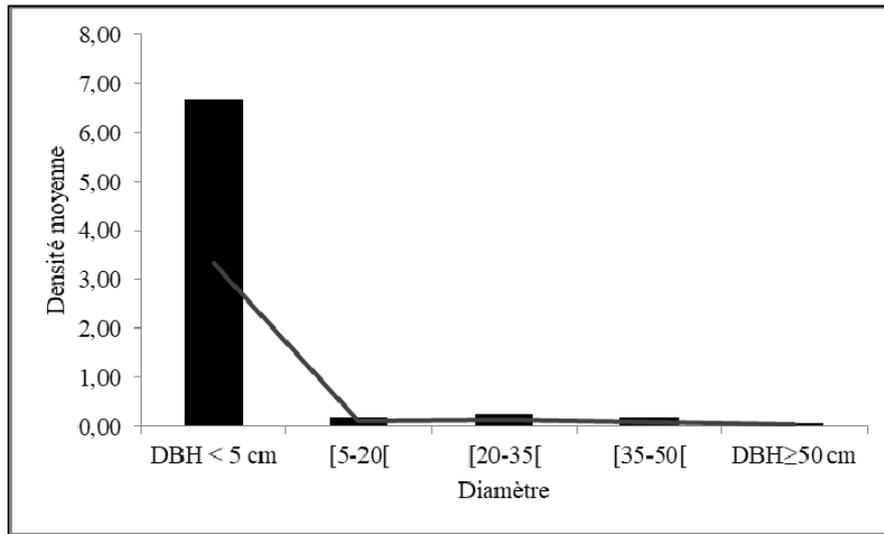


Fig. 18. Structure diamétrique de *S. zenkeri*.

On observe chez *Tetrapleura tetraptera*, que son nombre de jeunes individus est très faible, soit 58 individus (0,37 tiges/ha). Il décroît considérable lorsqu'on va de la classe de DBH > 5 vers les classes de DBH plus élevées ([5-20[; [20-35[; [35-50[. Cette répartition lui donne une courbe en forme de dent de scie ou de vague (Fig. 19).

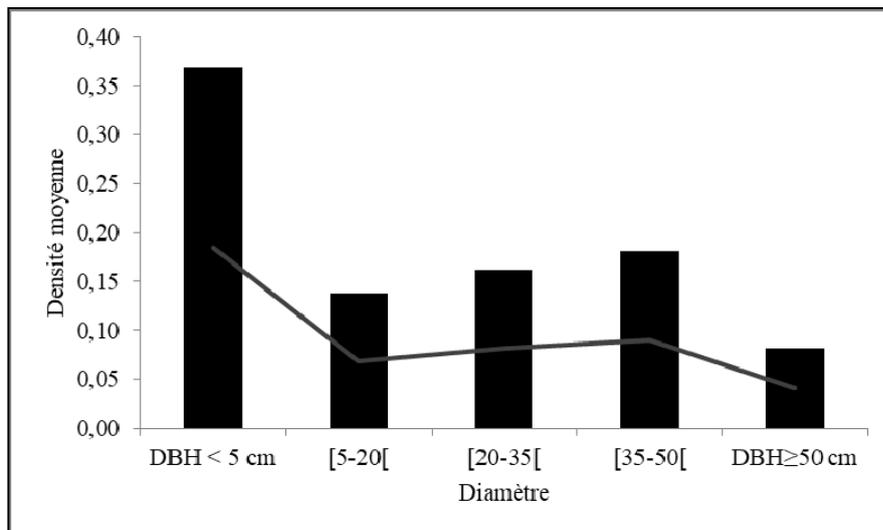


Fig. 19. Structure diamétrique de *T. tetraptera*.

Concernant la variabilité du nombre d'individus jeunes et adultes de chaque espèce à PFNL par rapport à la distance du village, les résultats (Fig. 20) révèlent pour *A. lepidophyllus* un nombre élevé de jeunes individus sur l'ensemble des transects prospectés, avec un pic à 2,6 et 8 km du village (Correspondant aux transects T2, T7 et T8). Avec des densités de 74,8; 65,9 et 73,5 tiges /ha pour les jeunes individus (diamètre <5 cm) et de 3,6; 0 et 0,3 tiges /ha pour les individus adultes (DBH \geq 5 cm). Concernant les individus de *B. toxisperma* de diamètre < 5 cm, ils ont été observés uniquement à 2, 4 et 6 km du village (soit respectivement 0,2 ; 0,1 et 0,3 tiges/ha). Les densités de 0; 0,1 et 0,1 tiges/ha ont été observée pour les individus de DBH \geq 5 à ces mêmes distances. Chez *I. gabonensis*, on observe un nombre élevé de jeunes individus uniquement à 1, 3 et 6 km du village. La répartition des individus adultes et jeunes est pratiquement constante sur les dix autres km, avec des valeurs ne dépassant pas des densités de 1 tige/ha. Tandis que la répartition des adultes est élevée à 7 km (1,6 tiges/ha), 6 et 10 km (1,5 tiges/ha chacun) du village. *P. oleosa* présente une variation quasi constante des jeunes individus sur toute la zone d'échantillonnage avec des densités de jeunes individus relativement faibles. La variation des individus de DBH \geq 5 est invariable avec des valeurs élevées à 2, 9 et 10 km.

Tout au long de la zone d'échantillonnage, la distribution des jeunes individus de *P. macrophylla* (Fig. 20) est supérieure à celle des individus adultes surtout à 2, 4 et 7 km du village (14,9 ; 19,2 et 20,5 tiges/ ha respectivement). La distribution des individus adultes demeure stable sur toute la superficie d'échantillonnage avec des valeurs variant de 0,3 à 6,3 tiges/h. La répartition des individus jeunes de *R. heudelotii* présente un pic de 71,2 tiges/ha à 11 km du village et de 31,8 km à 5 km du village. Aucun individu avec un diamètre < 5 cm n'a été inventorié à 12, 14 et 15 km du village. Il en est de même pour les individus de DBH \geq 5 cm uniquement à 14 km du village. Pour *S. zenkerii*, c'est seulement à partir de 4 km du village que les individus ont été inventoriés avec un pic de 44,1 tiges/ha à 5 km du village pour les individus de cette espèce avec un diamètre < 5 cm et un pic de 5,9 tiges/h à 8 km pour les individus de DBH \geq 5 cm. Aucun individu de DBH \geq 5 cm n'a été inventorié à 6, 7, 9, 10 et 14 km du village. C'est uniquement à 1, 3 et 6 km que l'on observe des fortes densités des jeunes individus de *T. tetraptera*, soit respectivement 1, 1,1 et 1,5 tiges/ha tandis que la répartition des individus adultes présente des pics uniquement à 2 et 6 km du village avec une densité de 1,2 tiges/ha (Fig. 20).

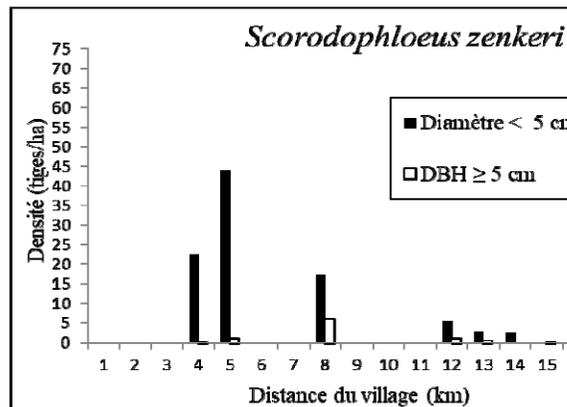
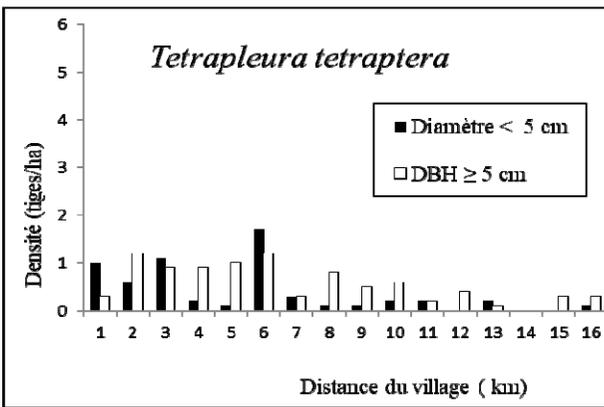
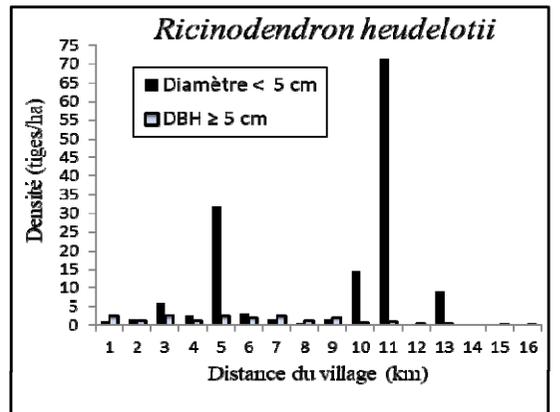
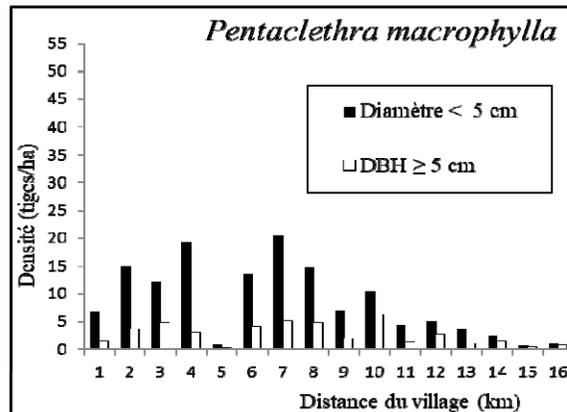
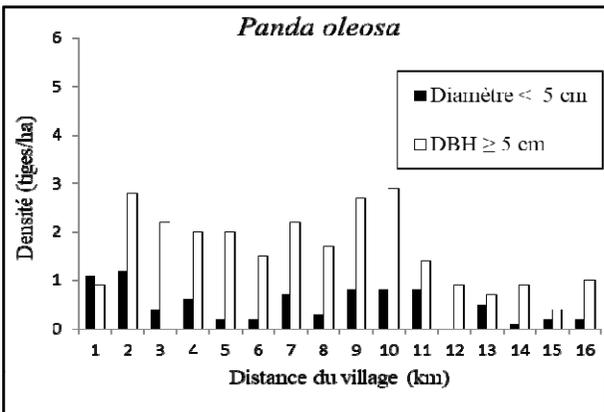
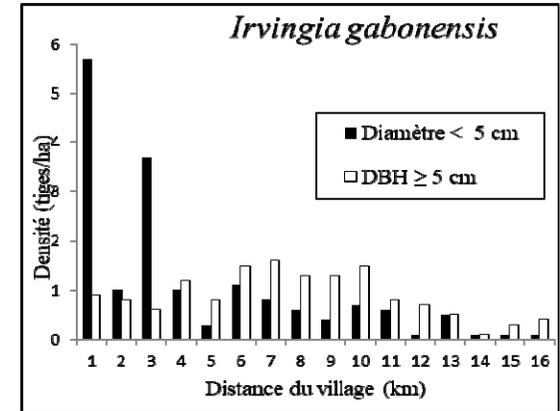
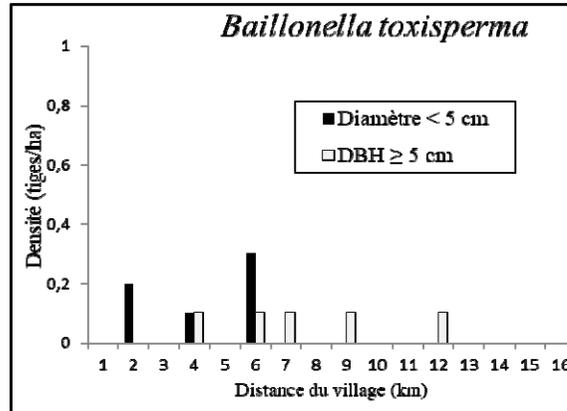
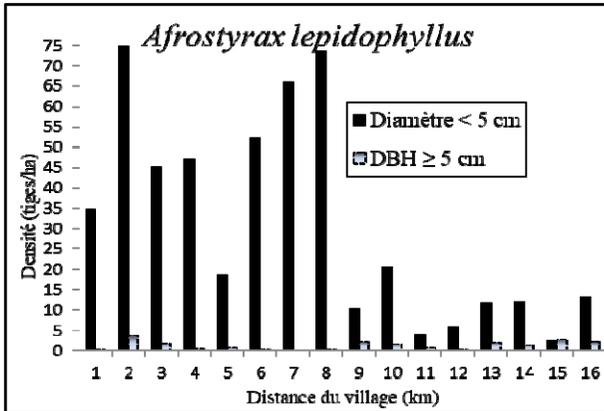


Fig. 20. Variation de la densité des individus de diamètre < 5 cm et de DBH ≥ 5 cm en fonction de la distance du village Gribé.

III.1.4. Potentiel de régénération naturelle de chaque espèce à PFNL à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek

III.1.4.1. Indice de régénération de chaque espèce à PFNL

Le calcul de l'Indice de Régénération Naturelle (IRN) révèle (Fig. 21) que les espèces à bon potentiel de régénération naturelle sont *A. lepidophyllus*, *S. zenkeri*, *R. heudelotii* et *P. macrophylla* avec les valeurs de IRN respectivement de 25,4, 10,0, 7,1 et 3,2. *Irvingia gabonensis* et *Baillonella toxisperma* ont des IRN de 1,2. Les plus faibles valeurs de IRN ont été enregistrées chez *T. tetraptera* et *P. oleosa* soit respectivement 0,7 et 0,3, ce qui leur confère un faible potentiel de régénération naturelle (Fig. 21).

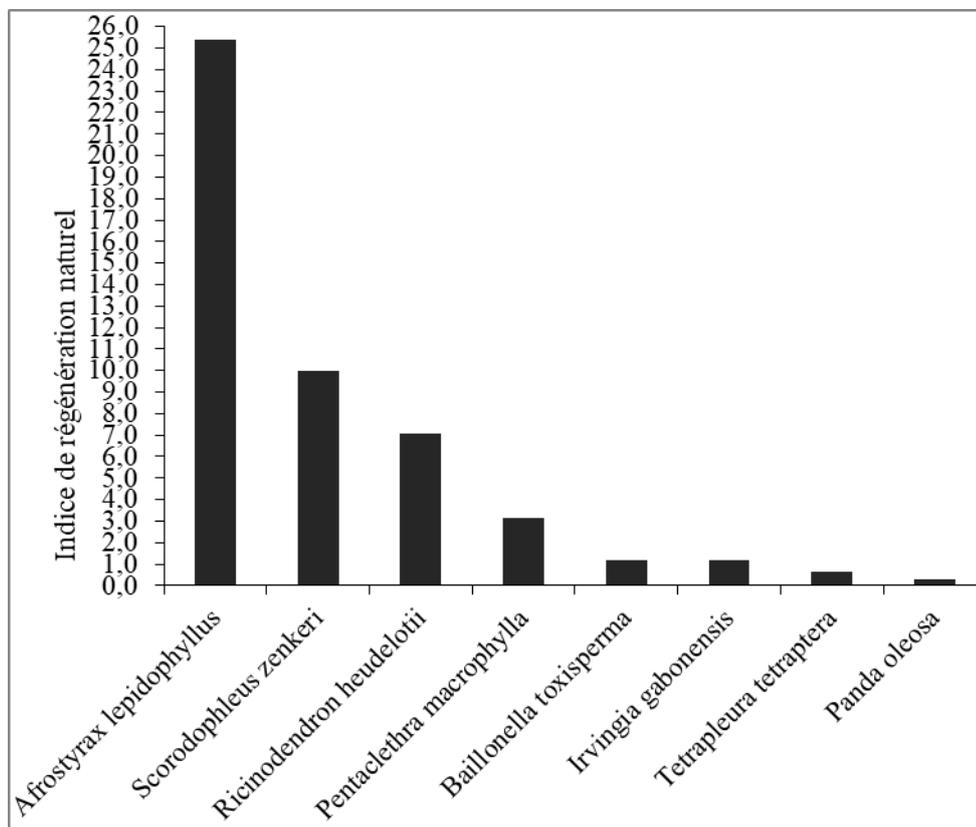


Fig. 21. Indice de régénération naturelle des huit espèces à PFNL cibles à la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

III.1.4.2. Variabilité de l'indice de régénération de chaque espèce à PFNL par rapport à la distance du village

Les résultats (Fig. 22) révèlent qu'il y a une tendance générale à la diminution des valeurs de IRN au fur et à mesure que l'on se rapproche du Parc. On observe de faibles valeurs de IRN sur les trois premiers kilomètres du village pour *B. toxisperma* et *S. zenkeri* (IRN=0). Pour *Afrostryrax lepidophyllus* et *Pentaclethra macrophylla*, on observe que les valeurs de IRN sont considérablement élevées avec un pic sur le 4^{ème} et 7^{ème} km. *Ricinodendron heudelotii* et *S. zenkeri* tendent à avoir une bonne régénération à partir du 4^{ème} km, avec des valeurs optimales à partir du 11^{ème} km pour *R. heudelotii*, et une absence de régénération sur les 14^{ème} et 15^{ème} km du village. Pour *I. gabonensis*, *P. oleosa* et *T. tetraptera*, la tendance de régénération est strictement décroissante. Des pics de valeur sont observés au 1^{er} km pour ces trois espèces à PFNL et sur le 3^{ème} km pour *I. gabonensis* et *T. tetraptera*. Dans l'ensemble, la régénération naturelle de *Baillonella toxisperma* est relativement faible sur les 160 ha d'échantillonnage, un pic de régénération (IRN=3) est observé à 6 km du village.

Le test de corrélation de Spearman révèle que la relation distance-densité de régénération naturelle est significative pour *I. gabonensis* ($P = 0,023$; $r_s = -0,564$) et *P. macrophylla* ($P = 0,004$; $r_s = -0,700$). Cette corrélation reste cependant non significative pour les six autres espèces à PFNL (Fig. 22).

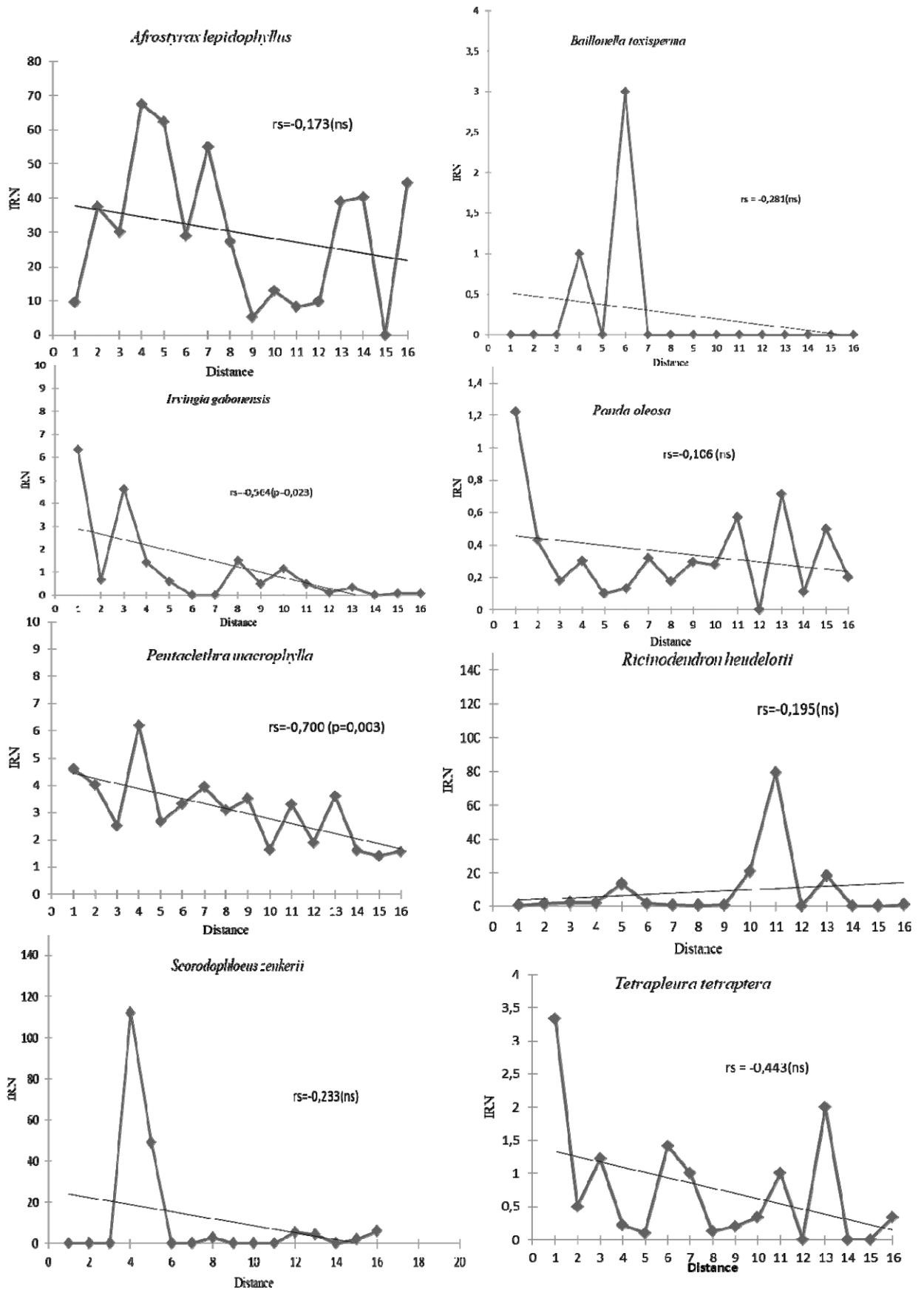


Fig. 22. Variation de l'indice de régénération de chaque espèce à PFNL.

III.1.5. Cartographie de la distribution spatiale et de la dynamique de collecte de chaque espèce cible.

III.1.5.1. Distribution spatiale de chaque espèce à PFNL

III.1.5.1.1. Modèle de distribution spatiale de chaque espèce selon la méthode de Dajoz

Le tableau XI présente les résultats du test de Dajoz qui établit le mode de distribution des individus. Pour $\lambda > 1$, le modèle de distribution est dit agrégé; pour $\lambda < 1$, la distribution spatiale est dite uniforme et pour $\lambda \approx 1$, la distribution est dite aléatoire. Ainsi, on observe que *Afrostryrax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* et *Scorodophloeus zenkeri* ont une distribution agrégée. En effet, on a une valeur de $\lambda > 1$ pour toutes ces espèces testées. Pour un seuil de probabilité de 5 % ($\alpha = 0.05$), cet écart à l'unité est significatif étant donné que les valeurs de Da sont largement supérieures à β , soit $Da > 1,9$. *Irvingia gabonensis* a un $\lambda > 1$, mais un écart à l'unité non significatif, soit $Da < 1,9$, ce qui lui confère un modèle de distribution aléatoire. *Panda oleosa* et *Tetrapleura tetraptera* présente également un modèle de distribution aléatoire avec un écart à l'unité non significatif, soit $Da < 1,9$. *Baillonella toxisperma* présente un modèle de distribution uniforme avec un écart à l'unité non significatif, soit $Da < 1,9$.

Tableau XI. Modèle de distribution spatiale des espèces.

Espèces	Moyennes	Variances	λ	Da	β
<i>A. lepidophyllus</i>	32	681,4	21,3	20,3	1,9
<i>B. toxisperma</i>	0,1	0	0,2	-0,8	1,9
<i>I. gabonensis</i>	1,9	2,6	1,3	0,3	1,9
<i>P. oleosa</i>	2,1	1,1	0,5	-0,5	1,9
<i>P. macrophylla</i>	11,3	66,8	5,9	4,9	1,9
<i>R. heudelotii</i>	10,3	343,6	33,3	32,3	1,9
<i>S. zenkeri</i>	7,4	164,6	22,4	21,4	1,9
<i>T. tetraptera</i>	0,9	0,6	0,6	-0,4	1,9

III.1.5.1.2. Cartographie de la distribution spatiale du peuplement de chaque espèce à PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek

III.1.5.1.2.1. Distribution spatiale du peuplement de *Afrostryrax lepidophyllus*

La répartition spatiale de *A. lepidophyllus* montre que cette espèce est uniformément distribuée sur les différents transects parcourus. Les jeunes individus forment un peuplement grégaire largement reparti aussi bien autour du semencier que le long des transects. On observe une forte proportion de semenciers à 1, 8 et 9 km du village (Fig. 23). Le test de Dajoz lui confère une distribution dite agrégée.

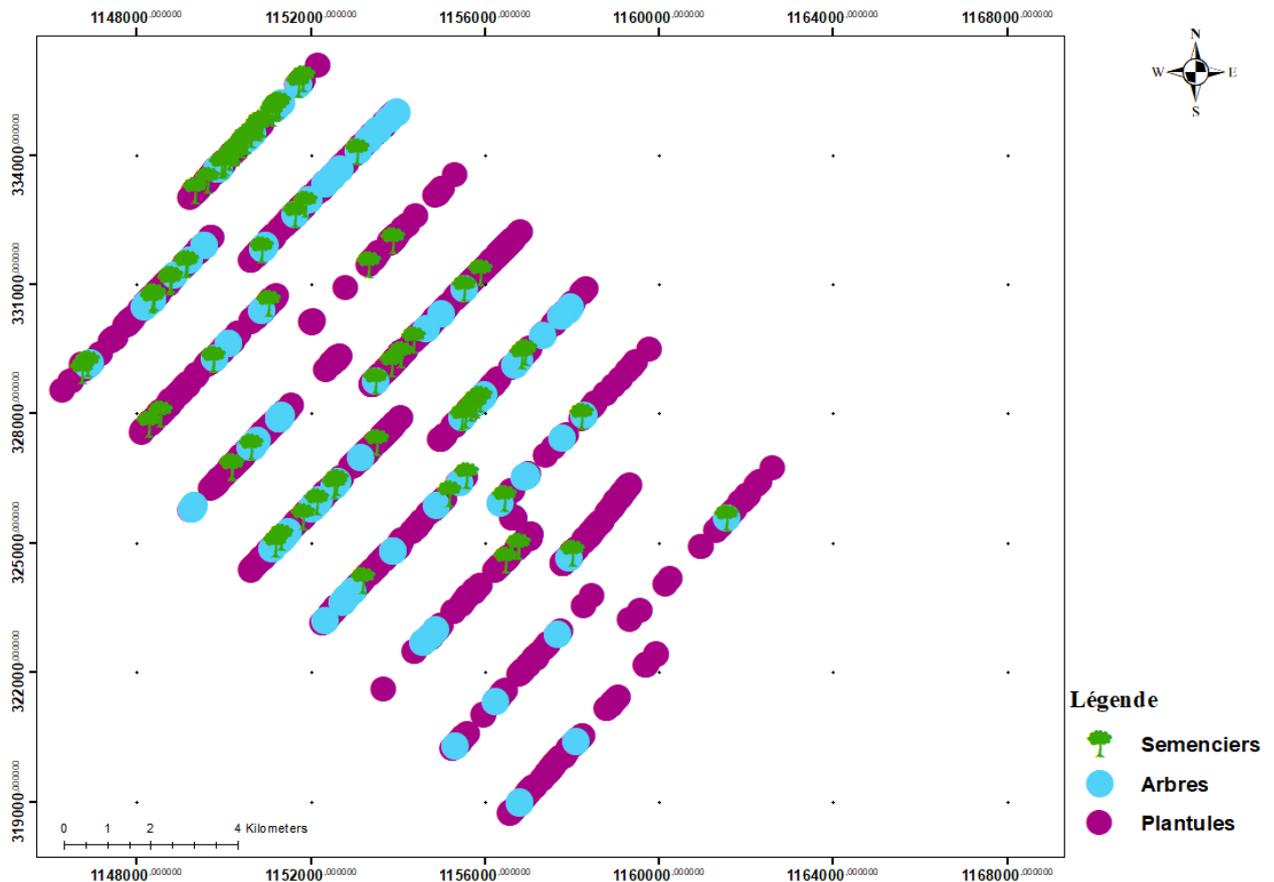


Fig. 23. Distribution spatiale agrégée du peuplement de *A. lepidophyllus*.

III.1.5.1.2.2. Distribution spatiale du peuplement de *Baillonella toxisperma*

Les jeunes individus de cette espèce sont dispersés de manière éparse et en petites taches sur toute la superficie échantillonnée. Les individus de *B. toxisperma* n'ont été identifiés que sur six des 16 transects. Les jeunes individus de *B. toxisperma* se retrouvent

uniquement à 2 et 4 km du village (Fig. 24). Le test de Dajoz confère à cette espèce une distribution dite uniforme.

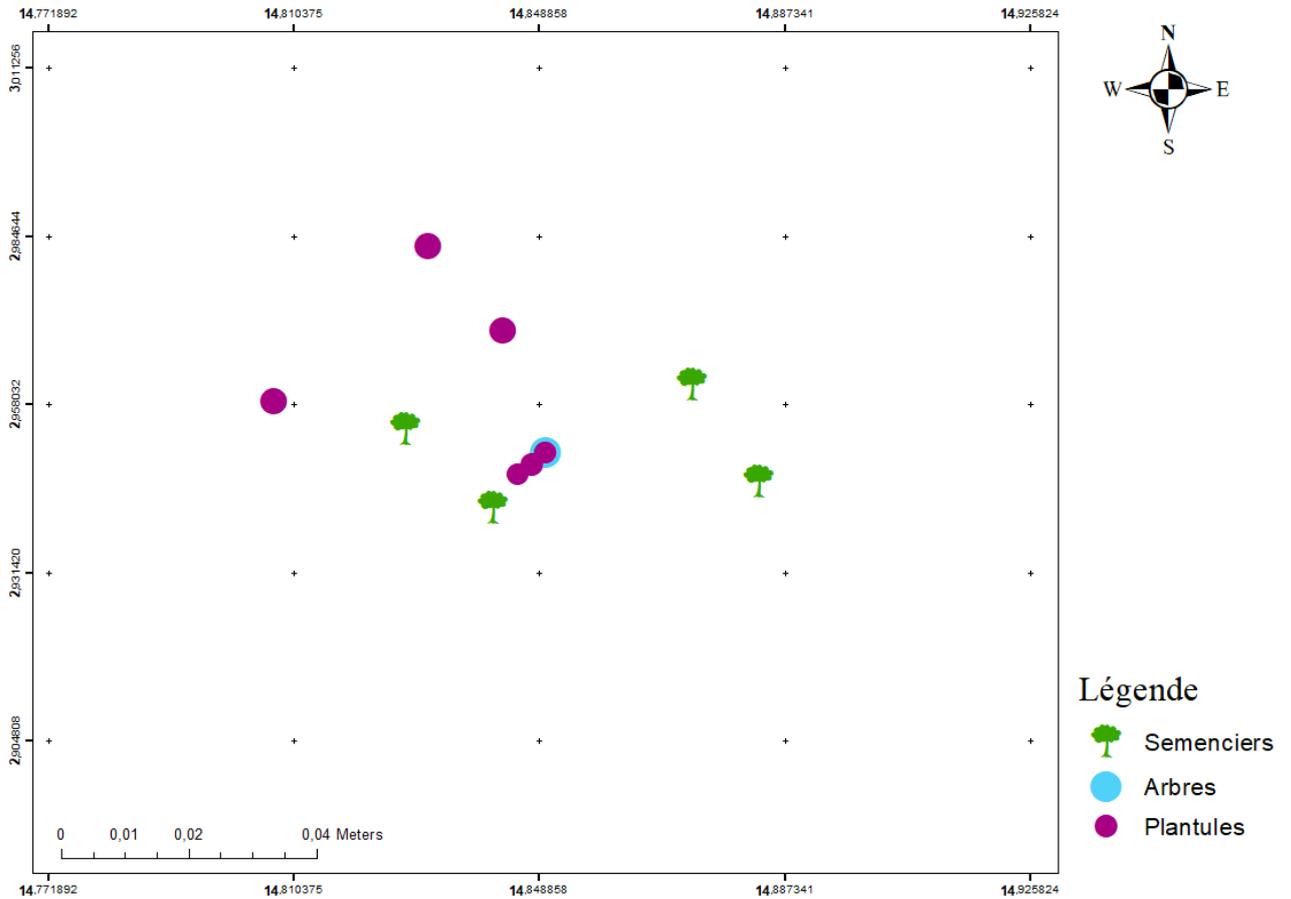


Fig. 24. Distribution spatiale uniforme du peuplement de *B. toxisperma*.

III.1.5.1.2.3. Distribution spatiale du peuplement de *Irvingia gabonensis*

Les individus de *I. gabonensis* sont distribués plus ou moins régulièrement sur toute la superficie échantillonnée. Généralement, autour de chaque pied de semencier, on retrouve au moins un arbre et des plantules. La répartition de *I. gabonensis* forme des agrégats homogènes tout au long de la superficie d'inventaire (Fig. 25). Le test de Dajoz confère à cette espèce une distribution dite aléatoire.

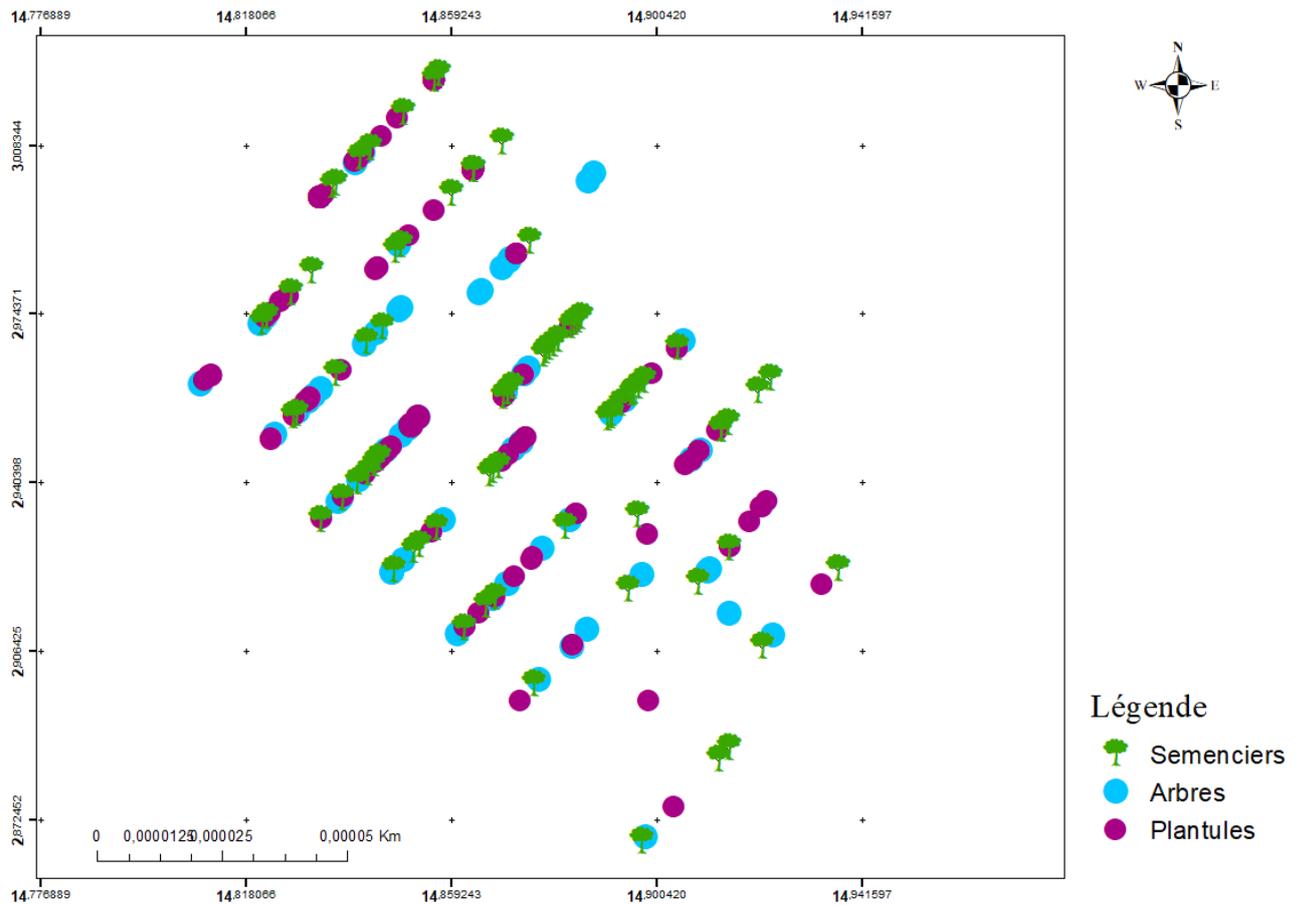


Fig. 25. Distribution spatiale aléatoire du peuplement de *I. gabonensis*.

III.1.5.1.2.4. Distribution spatiale du peuplement de *Panda oleosa*

On observe une forte proportion de semenciers et très peu de jeunes individus qui sont regroupés le plus souvent autour du semencier. On note aussi la présence de beaucoup d'arbres non productifs. Ce phénomène est observé sur toute la superficie échantillonnée (Fig. 26). Le test de Dajoz confère à cette espèce une distribution dite aléatoire.

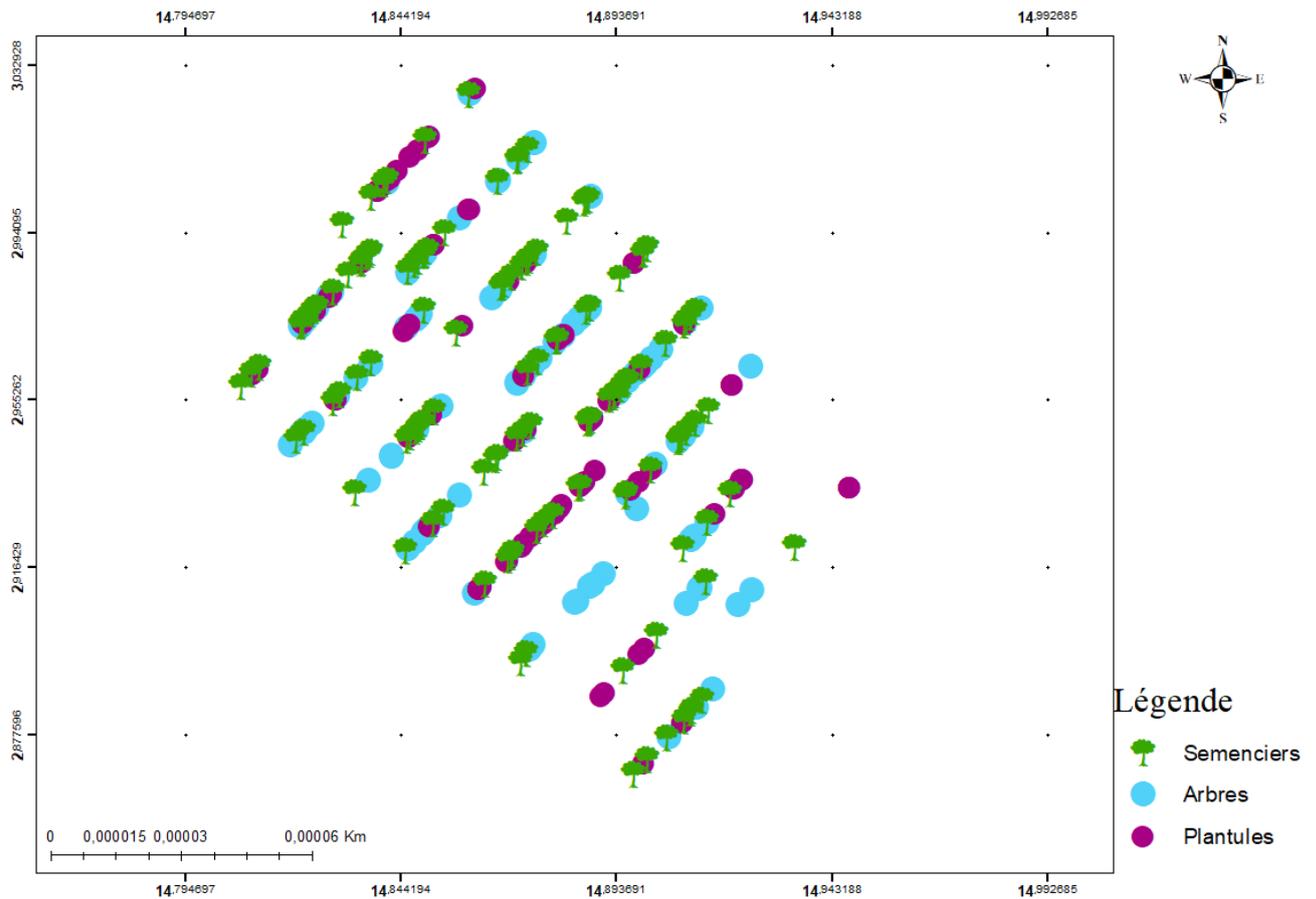


Fig. 26. Distribution spatiale aléatoire du peuplement de *P. oleosa*.

III.1.5.1.2.5. Distribution spatiale du peuplement de *Pentaclethra macrophylla*

On observe ici que les jeunes individus ont plus tendance à se développer de façon grégaire et en général pas très loin des semenciers. Seules quelques plantules sont rencontrées individuellement à 1; 2; 4; 9; 10; 12 et 15 km du village. Dans l'ensemble, on observe plus de jeunes individus que de pieds adultes. De manière générale le peuplement de *P. macrophylla* est réparti de manière homogène sur toute la superficie d'échantillonnage. C'est uniquement à 5, 15 et 16 km du village que les individus sont distribués de manière hétérogène (Fig. 27). Le test de Dajoz lui confère une distribution dite agrégée.

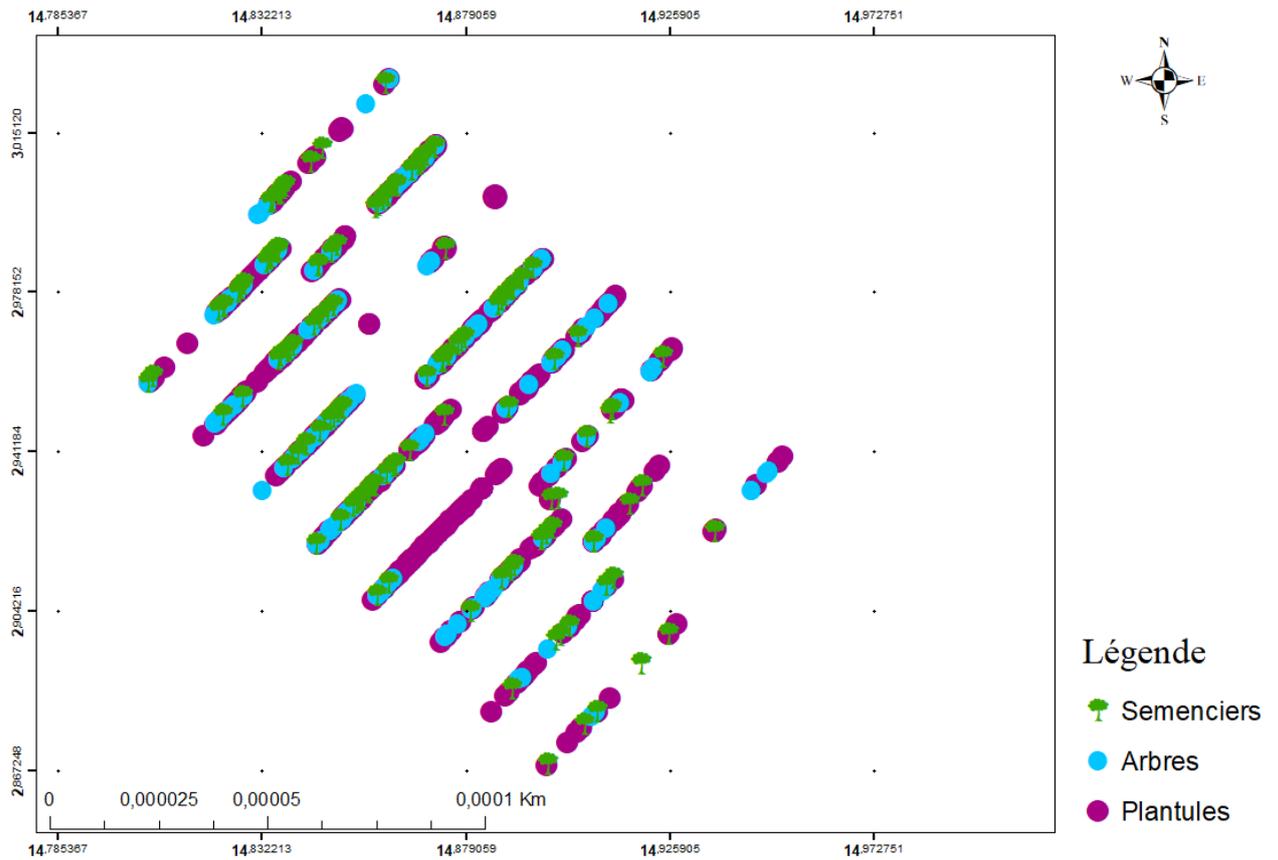


Fig. 27. Distribution spatiale agrégée du peuplement de *P. macrophylla*.

III.1.5.1.2.6. Distribution spatiale du peuplement de *Ricinodendron heudelotii*

Sur toute la surface échantillonnée, *R. heudelotii* présente une forte densité de semenciers et de tiges adultes. Dans l'ensemble, très peu de jeunes individus sont rencontrés autour du semencier. On observe à 3, 4 et 12 km du village quelques plantules dispersées çà et là et ce, parfois au voisinage des semenciers (Fig. 28). Le test de Dajoz lui confère une distribution dite agrégée.

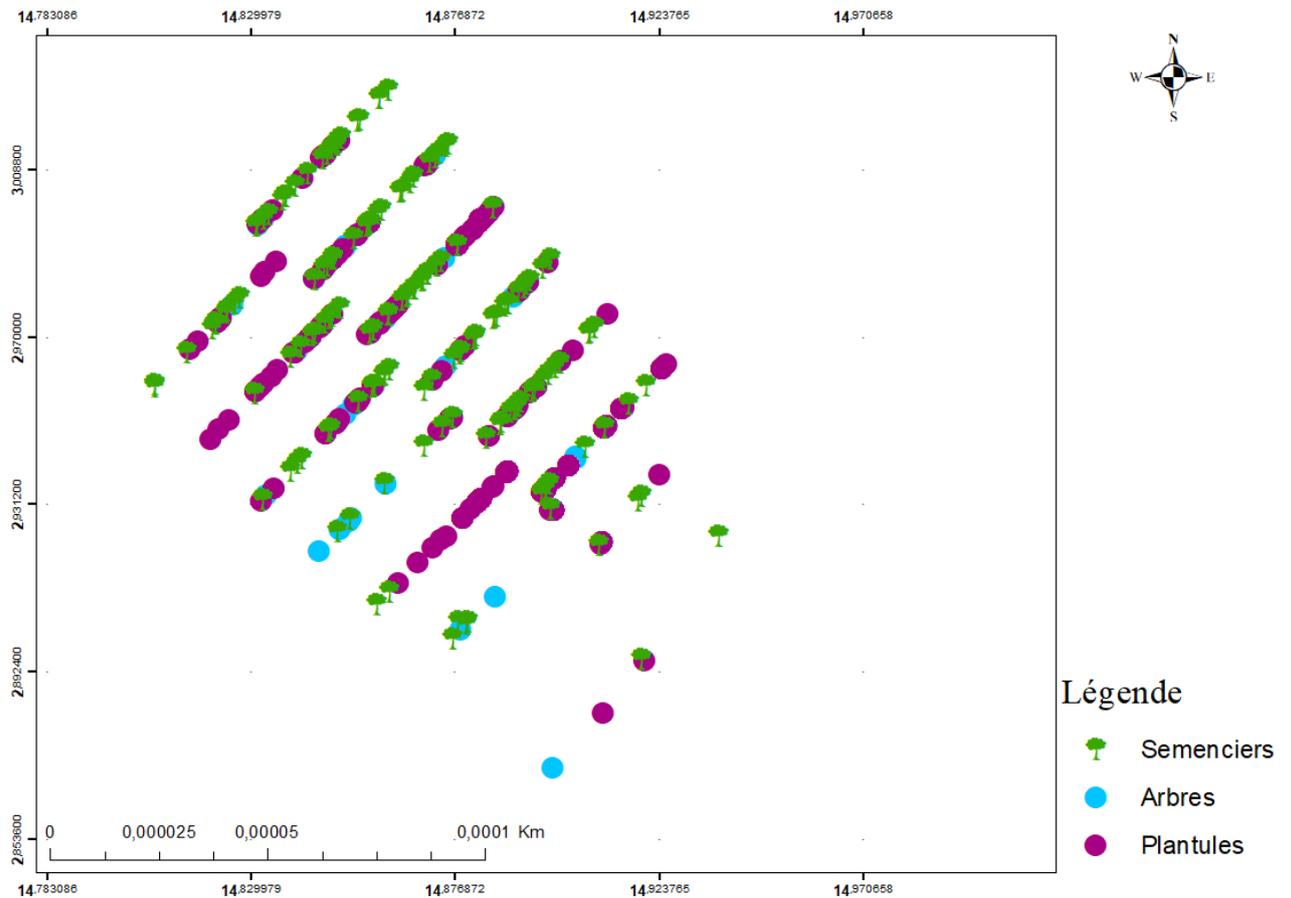


Fig. 28. Distribution spatiale agrégée du peuplement de *R. heudelotii*.

III.1.5.1.2.7. Distribution spatiale du peuplement de *Scorodophloeus zenkeri*

Sur les 160 hectares parcourus, *S. zenkeri* a été inventorié uniquement à partir du quatrième transect (4 km du village). On observe que tous les individus se regroupent entre eux sur toute la superficie d'échantillonnage. Les plantules sont nombreuses autour des semenciers et sont également très disséminées sur l'ensemble des transects (Fig. 29). Le test de Dajoz lui confère une distribution dite agrégée.

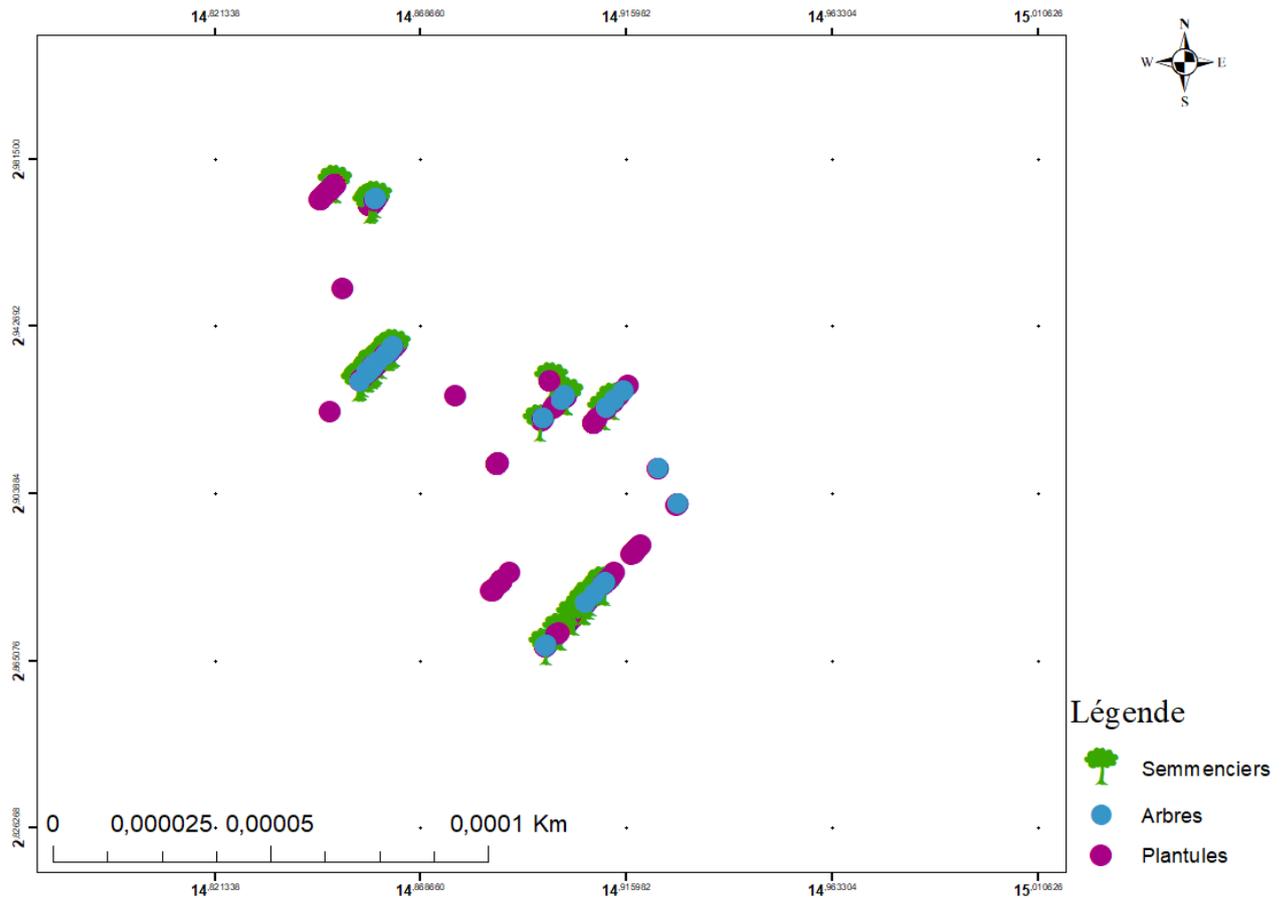


Fig. 29. Distribution spatiale agrégée du peuplement de *S. zenkeri*.

III.1.5.1.2.8. Distribution spatiale du peuplement de *Tetrapleura tetraptera*

On observe comme chez *R. heudelotii* qu'il y a très peu de plantules sur l'ensemble de la superficie échantillonnée. Ces dernières se développent généralement très loin du semencier. Quelques cas de regroupement des individus sont observés à 2, 3 et 4 km du village (Fig. 30). Le test de Dajoz lui confère une distribution dite aléatoire.

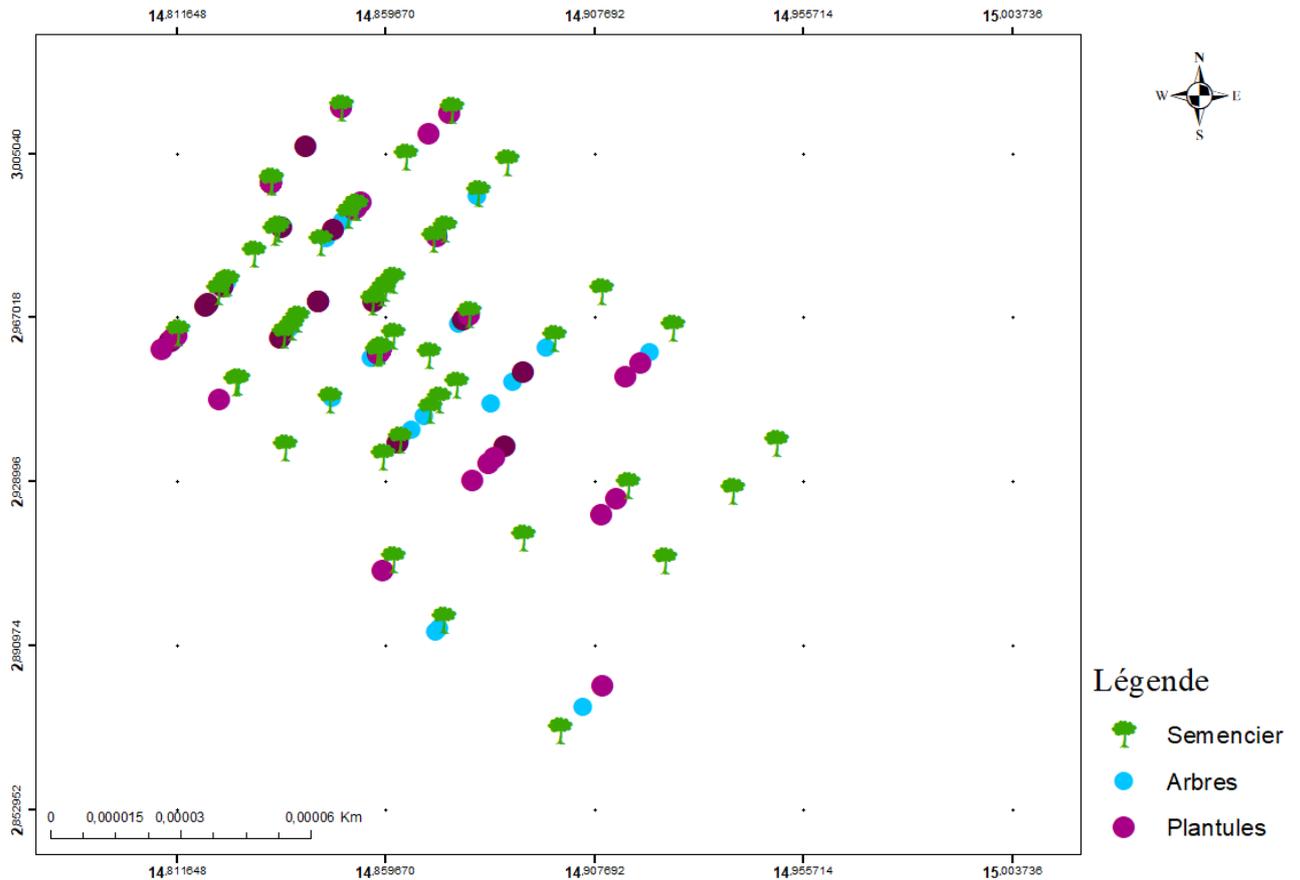


Fig. 30. Distribution spatiale aléatoire du peuplement de *T. tetraptera*.

III.1.5.2. Cartographie de la dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL cibles de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek

III.1.5.2.1. Dynamique temporelle de collecte

III.1.5.2.1.1. Principales espèces à PFNL majeures collectées

Pendant la période d'août 2015 à septembre 2016, les principales espèces à PFNL collectées sur la base des proportions des quantités de produit collectées sont: *Irvingia gabonensis* (68,12%), *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* (11,0%) et *Afrostryrax lepidophyllus* (7,64%), représentant les espèces les plus collectées. Les autres, à savoir *Baillonella toxisperma* et *Scorodophloeus zenkeri* (0,72), *Tetrapleura tetraptera* (0,45%) et *Panda oleosa* (0,18%) (Fig. 31), sont les moins collectées.

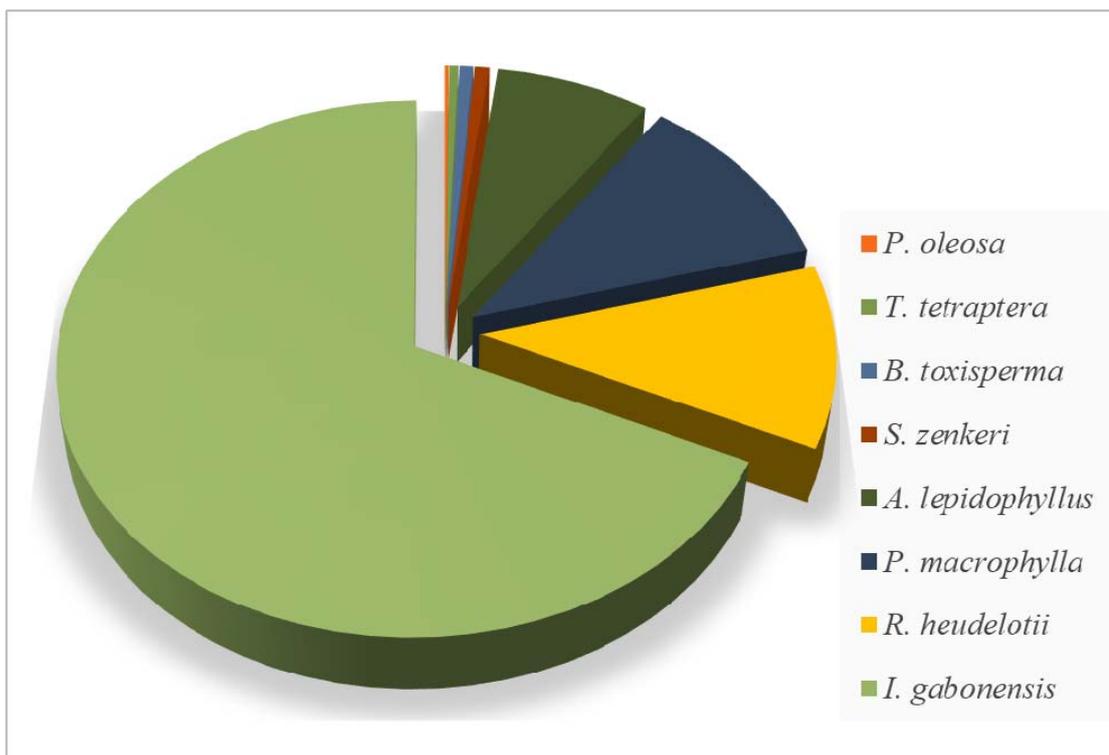


Fig. 31. Proportion de collecte des produits des espèces à PFNL .

III.1.5.2.1.2. Périodicité de collecte des PFNL

Les résultats (Tableau XII) montrent que les fruits sont collectés à Gribé dans les différentes saisons de l'année, selon l'espèce. Les principales périodes de collecte des graines de *Afrostryax lepidophyllus* s'étendaient de mars à septembre 2016, soit pendant la grande et la petite saison de pluie et pendant la petite saison sèche. Les fruits de *Baillonella toxisperma* ont été collectés le mois d'août 2015 et de juin à juillet 2016. Les périodes de collecte des amandes de *Irvingia gabonensis* ont varié d'août à novembre 2015 et de mars à septembre 2016. Il en est de même pour les graines de *Pentaclethra macrophylla* dont la période de collecte variait de septembre 2015 à mai 2016 et d'août à septembre 2016, soit pendant les quatre saisons. Les graines de *Panda oleosa* ont été récoltées pendant les périodes de février à mars 2016 et de juillet à août 2016, ce qui correspond à la grande et petite saison sèche. Les amandes de *Ricinodendron heudelotii* ont été récoltées pendant les périodes de septembre 2015 à avril 2016 avec une interruption de trois mois, et une reprise en septembre 2016. Les récoltes des graines de *Scorodophloeus zenkeri* et fruits de *Tetrapleura tetraptera* se sont faites de décembre 2015 à février 2016, soit pendant la grande saison sèche uniquement (Tableau XII).

Tableau XII. Périodicité de collecte des espèces à PFNL durant les mois d'août 2015 à septembre 2016.

N°	Principales espèces à PFNL collectées	Période de collecte	Saisonnalité de collecte
1	<i>Afrostryrax lepidophyllus</i>	Mars-septembre 2016	grande saison de pluie, petite saison de pluie et petite saison sèche
2	<i>Baillonella toxisperma</i>	Août 2015 et de Juin-Septembre 2016	grande saison de pluie, petite saison de pluie et petite saison sèche
3	<i>Irvingia gabonensis</i>	Août-novembre 2015 et Mars-septembre 2016	Pendant les quatre saisons
4	<i>Panda oleosa</i>	Février-mars et Juillet-août 2016	petite saison de pluie et petite saison sèche
5	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Septembre 2015-mai 2016 et août-septembre 2016	pendant les quatre saisons
6	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Septembre 2015-avril 2016 et septembre 2016	grande saison de pluie, petite saison de pluie et grande saison sèche
7	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Décembre 2015-février 2016	grande saison sèche
8	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Décembre 2015-février 2016	grande saison sèche

III.1.5.2.1.3. Variabilité temporelle des quantités de PFNL collectées dans la forêt

Les résultats (Fig. 31) révèlent que durant les 14 mois de l'étude, les quantités de PFNL collectées pour chaque espèce étaient de 2274 kg pour les amandes de *Irvingia gabonensis*, 370 kg pour les graines et amandes de *Pentaclethra macrophylla* et *Ricinodendron heudelotii* respectivement, 255 kg graines de *Afrostryrax lepidophyllus*; 24 kg pour les amandes et les graines de *Baillonella toxisperma* et *Scorodophloeus zenkeri* respectivement, 15 kg pour les fruits de *Tetrapleura tetraptera* et 6 kg de fruits *Panda oleosa*

En 2015, les données ont été collectées d'août à décembre pour tous les PFNL. Les principaux mois de collecte des fruits de *I. gabonensis* étaient d'août à octobre, avec un pic de collecte en octobre, soit 400 kg d'amandes collectées. Les mois de novembre, décembre et octobre 2015 sont ceux au cours desquels on note une forte collecte des fruits de *Ricinodendron heudelotii*, soit 61, 93 et 57 kg respectivement. Pour *Panda oleosa*, le pic de collecte des fruits a été observé les mois de novembre et décembre, soit 59 et 33 kg de fruit respectivement. Les graines et fruits de *Scorodophloeus zenkeri* et *Tetrapleura tetraptera* ont été collectés uniquement en décembre, soit 3 et 2 kg respectivement. Les fruits de *Panda*

oleosa et *Afrostryrax lepidophyllus* n'ont pas été collectés durant la période d'août à décembre 2015 (Fig. 32).

Pour l'année 2016, la période de collecte a couvert les mois allant de janvier à septembre 2016. Les pics de collecte des fruits de *I. gabonensis* ont été observés les mois de juin à août avec 290, 396 et 442 kg d'amandes collectées. Les fruits et graines de *R. heudelotii* et *P. macrophylla* ont été principalement collectés les mois de janvier à avril et de janvier à mai respectivement, avec des forts taux de collecte observés en janvier pour les fruits de *R. heudelotii* (56 kg) et en avril (85 kg) pour les graines de *P. macrophylla*. Les principales périodes de collecte des fruits de *A. lepidophyllus* étaient celles de mai à août, soit 244 kg de produits collectés au cours de ces 4 mois, avec un pic de collecte le mois de mai, soit 72 kg. Pour *B. toxisperma* le pic de collecte des fruits en 2016, était en juillet, soit 7 kg d'amandes collectées. Durant les 14 mois de l'étude, les fruits de *P. oleosa* ont principalement été collectés de février à mars et de juin à juillet 2016 avec un maximum de collecte en février, soit 3 kg de produits collectés. Les graines et fruits de *Scorodophloeus zenkeri* et *T. tetraptera* ont été collectés uniquement sur deux mois, à savoir janvier et février avec des pics de collecte en janvier, soit 15 et 10 kg respectivement pour *S. zenkeri* et *T. tetraptera* (Fig. 32).

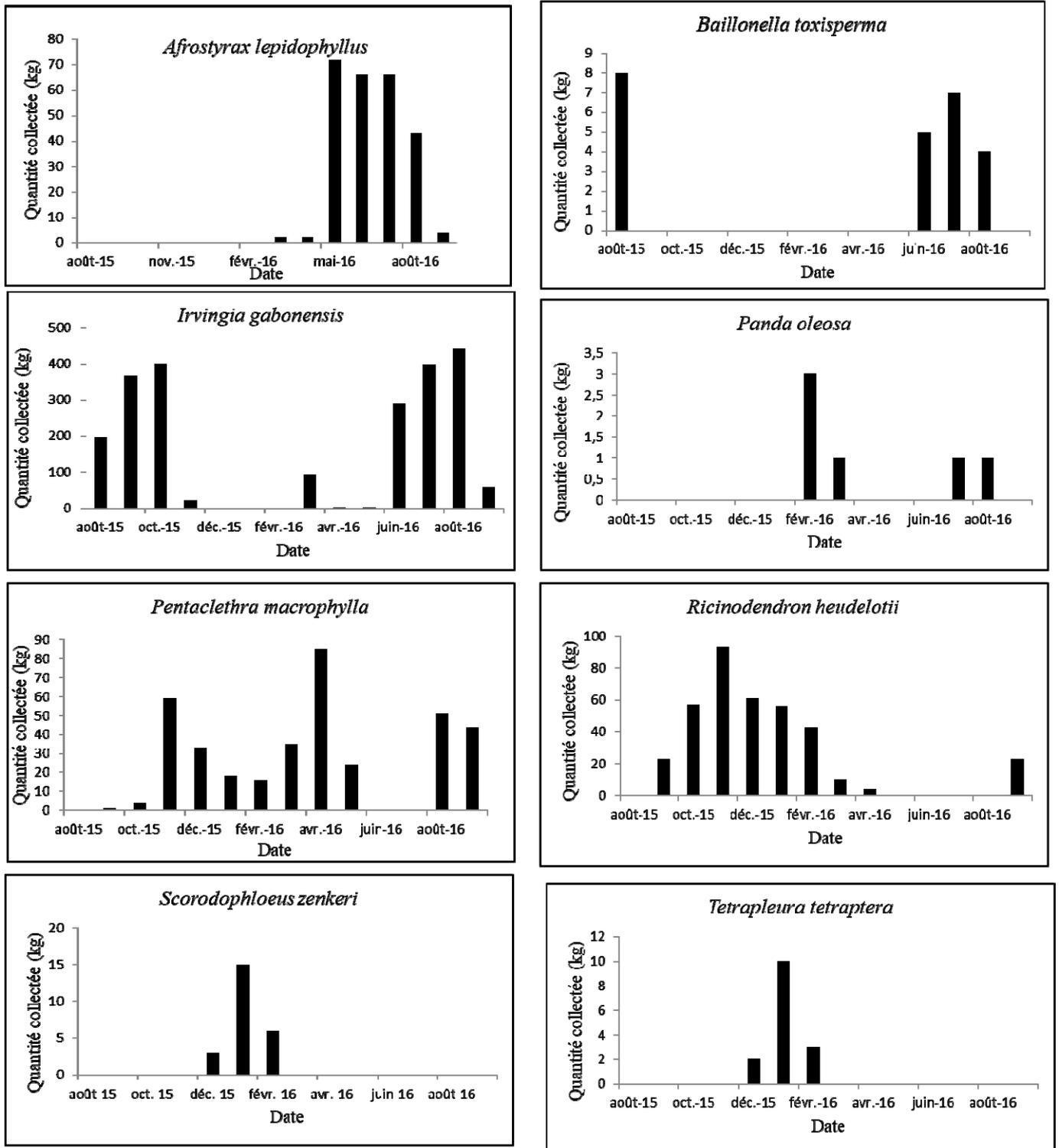


Fig. 32. Variation des quantités de PFNL collectées de août 2015 à septembre 2016.

III.1.5.2.2. Cartographie des camps de collecte des PFNL en périphérie du Parc National de Boumba-bek.

Durant la période d'août 2015 à septembre 2016, 58 camps de collecte ont été enregistrés, soit 38 pour l'année 2015 et 20 pour l'année 2016. Les principaux camps de collecte étaient établis à partir de 7 km du village. Ces camps de collecte sont principalement localisés dans l'UFA 10-018. La répartition des camps augmentait avec l'éloignement du village et régressait avec la proximité du Parc. Ils sont plus concentrés entre huit et treize km du village. Les camps de collecte étaient principalement situés près des rivières. L'établissement des camps était fonction de la fructification ou disponibilité de la ressource (Fig. 33).

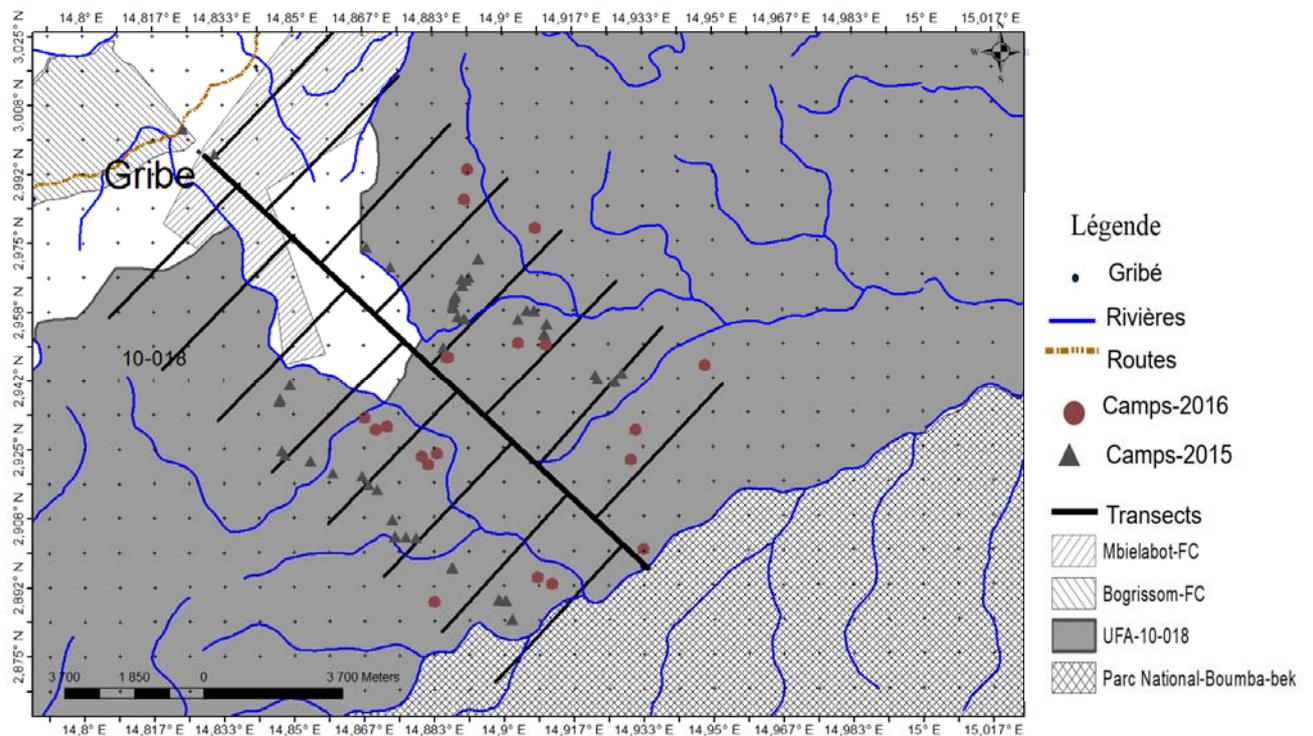


Fig. 33. Camps temporaires de collecte des PFNL à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek.

III.2. DISCUSSION

III.2.1. Diversité d'habitats à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek

La périphérie nord du Parc National de Boumba-bek présente 13 types d'habitats. Cette diversité d'habitats est due à une intensification des activités humaines telles que l'exploitation forestière industrielle et l'intensification des activités agricoles (Ngansop *et al.*, 2019b). L'exploitation forestière dans la Région de l'Est Cameroun a commencé pendant les années 1960 (Mouncharou & Ngnegueu, 2001). En effet, le village Gribé est encadré par des Aires Protégées (AP) notamment le Parc National de Boumba-bek, le Parc National de Nki, les UFA 10-018, 10-022 et 10-023, la Forêt Communautaire (FC) de BOGRISSOM et celle de Mbielabot. Encadrées par ces AP, les populations de la localité de Gribé sont prises dans un conflit de conservation et de gestion durable de la ressource forestière (Ichikawa, 2014). De même, l'intensification de l'exploitation forestière (exploitation industrielle et agricole) dans la zone a conduit à une fragmentation de la forêt en plusieurs types d'habitats avec une forte proportion de formations secondaires (Ngansop *et al.*, 2019b). D'après Toda (2014), la population à la périphérie nord du Parc est estimée à environ 712 habitants. La forte densité des populations habitant cette périphérie nord du Parc National pourrait être la cause de la forte pression sur la forêt car elle représente pour ces riverains la principale source d'approvisionnement en éléments nutritifs et aussi en source de revenu. Ces observations corroborent celles de Jiagho *et al.* (2015) qui révèlent que la pression induite par les activités humaines sur les différents espaces contribue à modifier le type d'occupation du sol. Blom (2001) observait déjà qu'en Afrique centrale, les activités anthropiques autour des AP constituent une menace importante à l'efficacité de la zone. Bien que la création des AP soit une pierre angulaire pour la conservation de la nature, celles-ci augmentent cependant la pression sur la forêt suite à la création des champs et contribuent à la dégradation de la forêt (Fonge *et al.*, 2018).

Concernant la diversité des types d'habitats, on observe une forte proportion des formations secondaires jeunes (forêt secondaires jeunes et forêts secondaires jeunes à Marantaceae) à la périphérie du Parc National de Boumba-bek. Les forêts secondaires jeunes étaient les plus représentées (32 %) par rapport aux forêts secondaires âgées (9,22 %). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Dupain *et al.* (2004) qui ont évalué des fortes proportions (15 %) des forêts secondaires jeunes contrairement aux forêts secondaires âgées (10,8%) dans le site de Ntonga au nord de la réserve forestière du Dja. Toutefois, ces résultats sont contraires à ceux de Ketchatang *et al.* (2017) à la périphérie du Parc National de la

Lobéké où les forêts secondaires jeunes et adultes avaient été inventoriées à des proportions de 27 % et 34 % et à ceux de Ngeunang *et al.* (2010) qui estiment la proportion des forêts secondaires jeunes et adultes à 12 % et 24 % respectivement. Au regard des proportions des forêts secondaires observées à la périphérie du Parc National de Boumba-bek, on note que cette forêt reflète un état de secondarisation avancé, due à la dégradation de la forêt aux fins agricole et d'exploitation forestière industrielle. Nkongmeneck (1998) remarquait que les perturbations liées aux déplacements successifs des campements des chasseurs, des pêcheurs et de cueilleurs affectent le sous-bois des forêts; également Nguenang *et al.* (2010) soulignent que la secondarisation de la forêt du Dja est fortement liée à l'action anthropique traditionnelle dans un passé plus ou moins récent et à celle des éléphants. Tchatchou *et al.* (2015) insistent sur le fait que l'agriculture itinérante pratiquée par les populations rurales pour la subsistance, l'agriculture commerciale ainsi que l'exploitation industrielle des forêts et l'exploitation illégale du bois constituent les causes principales de la déforestation, auxquelles s'ajoutent l'expansion urbaine due à l'exode rural et la croissance démographique. Tous ces processus sont ceux auxquels font face les populations de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek, d'où l'état de secondarisation observée.

Le nombre le plus élevé des individus des huit espèces à PFNL sélectionnées pour cette étude a été dénombré dans les forêts secondaires jeunes. Ce qui montre que cet habitat est favorable au développement des huit espèces sélectionnées. Les habitats où les espèces ciblées étaient peu présentes étaient les jachères et plus particulièrement les jachères jeunes à *Chromolaena odorata*. D'après Swaine *et al.* (1997) et Honu & Dang (2000), l'invasion de *C. odorata* serait le principal facteur responsable de la faible régénération observée dans les forêts dégradées et donc un faible nombre d'individus de ces espèces à PFNL observées dans ces jachères. Par ailleurs, l'abattage de la forêt lors de la création des champs est également un élément qui explique le faible nombre d'individus dans ces jachères. De même, les facteurs environnementaux tels que la ventilation, l'humidité et la lumière sont des paramètres qui influencent la régénération des espèces dans le sous-bois (Fongnzossie *et al.*, 2014). Ces facteurs expliquent également la faible disponibilité des individus de ces huit espèces à PFNL dans le sous-bois des jachères qui sont des écosystèmes touffus et à canopée fermée, contrairement aux environnements ouverts qui sont plus favorables à la croissance des plantes (Ngansop *et al.*, 2019b). C'est dans cette logique que certains auteurs ont signalé que la diversité des espèces est plus élevée dans les milieux ouverts, car dans ces milieux, différents microclimats favorisent l'établissement et la croissance des plantes en raison de la

disponibilité et de la diversité des ressources minérales nécessaires à leur croissance (Mc Carthy, 2001). Egalement, l'intensification de l'agriculture sur brûlis pratiquée dans cette zone est l'un des facteurs qui explique le faible nombre d'individus de ces espèces à PFNL dans les zones cultivées. Néanmoins, la disponibilité des espèces varie d'un type d'habitat à un autre et est basée sur des facteurs biotiques et abiotiques. Divers facteurs, tels que les caractéristiques biologiques, la capacité des espèces végétales à tolérer les perturbations, ainsi que les actions anthropiques, peuvent limiter la disponibilité des espèces à PFNL à des écosystèmes restreints, ou leur permettre d'exister non seulement dans les forêts matures et secondaires, mais aussi dans divers systèmes agroforestiers tels que les agro-forêts cacao et les champs de cultures mixtes (Pulido & Caballero, 2006).

III.2.2. Potentiel disponible des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

Selon Manoj *et al.* (2008), les indices de densité des jeunes individus renseignent sur le potentiel de régénération d'une espèce. Bien plus, Khan *et al.* (2008) précisent que le statut de régénération d'une espèce est totalement basé sur sa proportion de plantules. La dissémination des graines est un élément essentiel du renouvellement des espèces dans la mesure où elle constitue le lien entre les répartitions spatiales des générations successives (Jésel, 2005). Elle renseigne sur la densité des semis autour et loin des semenciers.

L'espèce à PFNL ayant la plus forte densité en tiges à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek est *Afrostryax lepidophyllus*. Yasuoka (2009) révélait déjà que *A. lepidophyllus* faisait partie des espèces les plus abondantes dans la forêt de Zoulabot, village riverain de Gribé à l'Est Cameroun. Cependant, les valeurs de $32,3 \pm 26,1$ tiges /ha obtenues pour cette espèce étaient plus élevées que 2,2 et 7,2 tiges / ha obtenues par Nkongmeneck (1999) et Fokou (2008) respectivement dans le Parc National de Nki et dans la forêt de Lomié, Région de l'Est du Cameroun. Cette espèce a été trouvée dans presque tous les types d'habitat inventoriés. Sa large distribution serait due à la dissémination des graines dans la forêt par de petits mammifères et par l'homme au moment de la collecte et du transport des graines (Fongzossie *et al.*, 2014). Les densités les plus élevées des individus de *A. lepidophyllus* avaient été observées dans les forêts secondaires jeunes et dans les forêts secondaires jeunes à Marantaceae, tandis que de très faibles densités ont été observées dans les jachères moyennement âgées et les jachères jeunes à *Chromolaena odorata*. *Afrostryax lepidophyllus* semble être relativement abondante dans les différents types d'habitats de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek. Ces observations sont cohérentes avec les

études antérieures faisant état de la large répartition de *A. lepidophyllus* dans les forêts semi-décidues et dans la réserve de faune du Dja (Vivien & Faure, 2011 ; Ngansop, 2013), et pourtant *A. lepidophyllus* est classée dans la catégorie des espèces vulnérables A1c, B1 + 2c Ver 2.3 de la liste rouge de l'UICN. Cependant, Fongnzossie & Nkongmeneck (2016) classent *A. lepidophyllus* parmi les espèces des moins vulnérables de la localité de Gribé.

Baillonella toxisperma ($0,1 \pm 0,1$ tige / ha) représente l'espèce à PFNL ayant la plus faible densité en individus dans la localité de Gribé. Des résultats similaires ont été observés par des auteurs tels que Fokou (2008) qui a inventorié 0,8 tige / ha dans la forêt de Lomié et Fongnzossie *et al.* (2010) qui ont dénombré 0,3 tige / ha dans le complexe forestier de Kom-Mengamé au Sud Cameroun. Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par Zapfack & Ngobo (2001a) dans la forêt de Djoum au sud du Cameroun qui ont identifié 2,3 tiges / ha pour cette espèce. Vivien & Faure (2011), signalent que cette espèce est caractéristique des forêts sempervirentes, ce qui peut expliquer sa faible densité à l'hectare à la périphérie du Parc National de Boumba-bek caractérisée par une forêt semi-caducifoliée à Sterculiaceae et à Ulmaceae (Letouzey, 1985). De même, Debroux (1998) révélait déjà que la faible densité en pieds de *B. toxisperma* pourrait s'expliquer par la relative rareté des pieds adultes et par les dégâts provoqués sur les éventuelles plantules présentes sous les semenciers lors de l'abattage des arbres.

A la périphérie du Parc National de Boumba-bek, *B. toxisperma* était rare dans les divers types d'habitats inventoriés. D'après Zapfack & Ngobo (2001a) et Mbolo (2002) cette espèce est devenue rare en forêt en raison de l'exploitation forestière, car son bois est utilisé comme bois d'œuvre. Aussi, Schneemann (1995) signalait déjà que la cueillette intensive de fruits pour l'extraction de l'huile affecterait également son potentiel de régénération. Pour cette étude, *B. toxisperma* n'a pas été trouvée dans les espaces cultivés. Ces observations sont contraires à celles faites par Mbolo (2002) qui justifiait la présence de *B. toxisperma* dans les jachères, les champs de cultures vivrières et les agroécosystèmes (cacao, café) par le fait que cette espèce est souvent préservée et protégée dans ces habitats pour leurs multiples utilisations par les propriétaires fonciers. De même Debroux (1998), révélait que les chablis naturels ou artificiels pourraient fournir des conditions optimales de développement de *B. toxisperma*. Bien que *B. toxisperma* soit une espèce d'arbre d'ombrage, il a été démontré que les trouées de forêt conviennent à sa période de croissance (Kouadio & Doucet, 2009). Pourtant, dans cette étude, très peu d'individus ont été échantillonnés dans les chablis ou milieux ouverts. Cela pourrait être dû à l'intensification de l'agriculture itinérante sur brûlis

dans le village de Gribé. *Baillonella toxisperma* est très rare dans la zone d'étude. Fongnzossie & Nkongmeneck (2016) classent *B. toxisperma* parmi les espèces les plus vulnérables de la localité de Gribé, ces observations corroborent celles faites par l'UICN qui classe actuellement *B. toxisperma* dans la catégorie des espèces vulnérables A1 cd Ver 2.3 de la liste rouge de l'UICN.

Irvingia gabonensis présente une densité de $1,9 \pm 1,6$ tige / ha, ce résultat est similaire à celui obtenu par Fongnzossie *et al.* (2010) dans la forêt de Kom-Mengamé (1,8 tiges / ha) et par Fokou (2008) dans la forêt de Lomié (2,5 tiges / ha). Cependant, des valeurs encore plus faibles ont été obtenues dans le Parc national de Boumba-bek (0,4 tiges / ha) et de Nki dans le sud-est du Cameroun (0,70 tiges / ha) par Nkongmeneck (1999), dans la forêt de Djoum (0,80 tiges / ha) par Zapfack & Ngobo (2001a), à la périphérie du Parc National de Lobéké (0,81 tiges / ha) par Ketchatang *et al.* (2017) et également dans la forêt de Akom II (1,1 tiges / ha) par Njiké (2015); tandis que des valeurs plus élevées ont été obtenues dans le Parc National Takamanda (55,91 tiges / ha) et dans la forêt de Takamanda (6,25 tiges / ha) par Ndah *et al.*, (2013 a et b). Cette distribution de *I. gabonensis* dans plusieurs écosystèmes rejoint les observations faites par Eyog *et al.*, (2006) qui stipulaient déjà que *I. gabonensis* se trouve un peu partout dans la zone forestière au Cameroun, en dessous de 1000 m d'altitude. Sur toute la superficie d'échantillonnage, *I. gabonensis* était présent dans 10 types d'habitats. Le nombre le plus élevé d'individus pour cette espèce se trouvait dans les jeunes forêts secondaires, suivies par les forêts périodiquement inondées. Ces résultats ne corroborent pas ceux obtenus lors d'études précédentes menées dans et autour de la périphérie de la réserve de faune du Dja, indiquant que cette espèce n'est présente que dans les forêts secondaires matures (Nguenang, 2013). Cette étude démontre que, cette espèce à PFNL était presque absente dans les champs de cultures vivrières et les jachères, probablement en raison des activités anthropiques élevées dans ces écosystèmes.

Bien que *Panda oleosa* fasse partie des espèces à PFNL les plus fréquentes sur les huit échantillonnées, sa densité est relativement faible ($2,1 \pm 1,0$ tiges / ha) et est similaire à celle obtenue dans la forêt de Kom-Mengamé (2,8 tiges / ha) par Fongnzossie *et al.* (2010) et dans le Parc National de Boumba-bek (2,8 tiges / ha) par Nkongmeneck (1999). Des valeurs relativement inférieures (0,3 tiges / ha) ont été signalées dans la forêt de Djoum (Zapfack & Ngobo, 2001a) et Yasuoka (2009) a également trouvé que cette espèce faisait partie des dix espèces les plus importantes sur le plan écologique dans la forêt ancienne de Zoulabot. L'espèce était présente dans presque tous les types d'habitats, mais dans de très faibles

proportions. C'est dans les jeunes forêts secondaires et les jeunes forêts secondaires à Marantaceae qu'a été inventorié un nombre élevé d'individus de *P. oleosa*. La répartition de cette espèce à PFNL dans la majorité des types d'habitats de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek corrobore les observations antérieures selon lesquelles *P. oleosa* est répartie dans toute la forêt (Vivien & Faure, 2011).

La densité en tiges de *Pentaclethra macrophylla* ($11,3 \pm 8,2$ tiges / ha) était plus élevée que celle inventoriée dans d'autres régions du Cameroun; soit 2,0 tiges / ha dans le Parc National de Nki (Nkongmeneck, 1999), 4,3 tiges / ha dans Forêt de Djoum (Zapfack & Ngobo, 2001a) et 6,25 tiges / ha dans la forêt de Takamanda au Sud-Ouest du Cameroun (Ndah *et al.*, 2013b). Toutefois des densités très élevées (35,7 tiges / ha) de cette espèce ont été identifiées dans la forêt de Akom II au Sud du Cameroun par Njiké, (2015) et des densités de 56,91 tiges / ha dans la forêt communautaire de Payo à l'Est Cameroun par Mouamfon *et al.*, (2015). Les fortes densités en tiges de *P. macrophylla* ainsi que sa relative large distribution dans tous les habitats de la forêt de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek se justifie par le fait que cette espèce à PFNL a une grande capacité de fructification et de germination (Fongzossie *et al.*, 2014), de même sa dissémination par autochorie et zoochorie est à l'origine de sa large distribution dans tous les types d'habitat. C'est principalement dans les forêts secondaires jeunes et dans les forêts périodiquement inondées qu'ont été inventoriées des densités élevées pour cette espèce. Ces résultats sont similaires à ceux de Plenderleith (2000) et Oboh (2007) indiquant que *P. macrophylla* est une espèce de forêt secondaire tropicale. L'espèce a été peu recensée dans les agro-forêts cacao, les champs de cultures vivrières et les jachères. Ces observations rejoignent celles de Omokhua & Chima (2009) qui signalaient l'absence de cette espèce dans les espaces cultivés. D'après Mouamfon *et al.* (2015), la faible densité de *P. macrophylla* dans ces habitats est due aux activités humaines liées à la déforestation et à l'utilisation des feux de brousse, qui réduisent considérablement le potentiel disponible de l'espèce en détruisant les semis et les banques de semences du sol. La domestication de *P. macrophylla* doit être promulguée dans ces écosystèmes, car Onwubiko *et al.* (2015) signalent que le feuillage de *P. macrophylla* n'empêche pas la croissance des plantes associées en plus, la chute des feuilles au sol constitue un élément fertilisant.

A la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek, la valeur de densité inventoriée pour *Ricinodendron heudelotii* était de $10,3 \pm 18,5$ tiges / ha. Ce résultat est similaire à celui obtenu par Njiké (2015) dans la forêt de Akom II (7,2 tiges/ha). Il reste cependant contraire à

celui obtenu dans la forêt de Lomié (1,3 tiges / ha) par Fokou (2008), dans le Parc National Takamanda (1,33 tiges/ha) par Ndah *et al.* (2013a), dans le Parc National de Boumba-bek (1,5 tige / ha) par Nkongmeneck, (1999), à la périphérie du Parc National de Lobéké (1,5 tiges / ha) par Ketchatang *et al.* (2017) et dans la forêt de Djoum (3,4 tiges / ha) par Zapfack & Ngobo (2001a). Toutefois des densités plus élevées ont été inventoriées dans la forêt de Takamanda au Sud-Ouest du Cameroun (18,75 tiges/ha) par Ndah *et al.* (2013b). Sur l'ensemble de la superficie forestière échantillonnée, il a été révélé pour *R. heudelotii* une forte densité dans les chablis et les jachères âgées. Ces types d'habitat correspondent à des environnements ouverts. Cette espèce est classée comme espèce pionnière au sens large, ou plus spécifiquement comme espèce pionnière facultative (Nkongmeneck, 1999). D'autres auteurs l'ont décrite comme une espèce héliophile opportuniste (Gwamashi, 2009). Ainsi, sa préférence pour les environnements ouverts lui confère une large distribution dans les types d'habitats susmentionnés. Nguenang (2013) avait observé dans la réserve faunique du Dja, la présence de *R. heudelotii* dans les forêts riveraines, les forêts secondaires jeunes et les forêts secondaires jeunes clairsemées. Toutefois, dans cette étude, les forêts secondaires jeunes présentaient de faibles proportions en individus de *R. heudelotii*, ce qui fournit une preuve supplémentaire que cette espèce à PFNL se développe préférentiellement dans les habitats ouverts. Ces observations rejoignent celles faites par Ketchatang *et al.* (2017) qui ont observé à la périphérie du Parc national de la Lobéké que les densités de *R. heudelotii* étaient élevées dans les forêts secondaires âgées et les vieilles jachères et à très faible densité dans les forêts marécageuses et les cacaoyères. Orwa *et al.* (2009) ont également mentionné que la création des trouées forestières pourrait améliorer la croissance de cette espèce.

Pour *Scorodophloeus zenkeri*, la densité d'individus était de $7,4 \pm 12,8$ tiges / ha. Cette espèce à PFNL a été inventoriée uniquement sur 100 ha et était absentes sur les trois premiers transects et sur les transects sept, neuf et dix également. Ce résultat ne corrobore pas ceux obtenu par Nkongmeneck (1999) qui avait inventorié une densité de 29,1 et 15,4 tiges / ha respectivement dans les Parcs Nationaux de Nki et de Boumba-bek et par Njiké (2015) qui avait obtenus une densité de 51,5 / ha dans la forêt de Akom II au Sud Cameroun. Concernant sa distribution dans les différents types d'habitat, l'espèce *S. zenkeri* a été observée principalement dans les forêts secondaires jeunes à Marantaceae, les forêts périodiquement inondées et dans les forêts secondaires jeunes. Des études antérieures avaient déjà confirmées la présence de cette espèce dans les forêts secondaires jeunes à Marantaceae et dans les forêts secondaires jeunes dans les Parcs Nationaux de Boumba-bek et de Nki respectivement

(Nkongmeneck, 1999) ainsi que dans les forêts toujours vertes de l'Atlantique et du Dja (Vivien & Faure, 2011).

La densité en tiges de *Tetrapleura tetraptera* dans la présente étude ($0,9 \pm 0,8$ tiges / ha) est inférieure à la valeur de 5,4 tiges / ha obtenue dans la plaine de Tikar par Zapfack & Ngobo (2001b). La répartition de *T. tetraptera* dans les différents types d'habitats à la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek a surtout été observée dans les forêts secondaires jeunes et dans les agro-forêts cacao. Hermes *et al.* (2013) ont signalé que *T. tetraptera* est largement répandu dans les forêts tropicales, en particulier les forêts secondaires, bien que Vivien & Faure (2011) aient signalé une large distribution de *T. tetraptera* sur des terres cultivées. Pour cette étude, cette espèce à PFNL a été inventoriée uniquement dans des plantations de cacao et dans des jachères jeunes. Bien que Orwa *et al.* (2009) aient révélé que les chablis soient un environnement favorable à la croissance de *T. tetraptera*, la présente étude démontre que, l'espèce était peu représentée dans les milieux ouverts.

III.2.3. Variabilité de la disponibilité des individus jeunes et adultes en fonction de la distance du village.

Sur toute la superficie d'échantillonnage, la densité des huit espèces à PFNL a diminuée avec l'augmentation de la distance par rapport au village (Annexe 4). Dans l'ensemble, la zone de forte densité en individus pour ces huit espèces se situe sur les huit premiers kilomètres du village, correspondant aux zones d'exploitations forestières communautaires (Champs et la forêt communautaire de Mbielabot). D'après Tajeukem *et al.* (2014), la diversité floristique est très élevée aux abords de la forêt du village de Gribé (sur les quatre premiers kilomètres). Ces auteurs justifient cette diversité par le fait que lors de la création des champs, les populations laissent de nombreux arbres après le défrichage de la forêt en raison de leur usage, de l'emplacement de l'arbre et la difficulté de coupe (fermeté des troncs). Cette diversité élevée justifierait les densités observées pour les huit espèces à PFNL étudiées sur les quatre premiers kilomètres du village. Au-delà de ces quatre premiers kilomètres (de cinq à huit kilomètres), il a été observé des densités élevées pour les huit espèces à PFNL faisant l'objet de cette étude. Ces résultats ne se rapprochent pas de ceux de Tajeukem *et al.* (2014) qui signalent que cette partie de la forêt est soumise à différentes intensités d'utilisation des sols, qui affectent la structure de la forêt et la composition des espèces. Les autres transects (T9 à T16) se situent principalement dans l'UFA 10-018, soit à partir de neuf kilomètres du village. Dans ces zones, lors de la coupe des arbres, certaines

espèces à PFNL sont également abattues ou subissent l'effet occasionné par la chute des arbres voisins, ce qui perturbe leur disponibilité et leur régénération naturelle. Fongnzossie *et al.* (2014) attribuaient également les faibles densités de ces huit espèces à PFNL à l'exploitation forestière industrielle et aux activités associées (ouverture des pistes forestières, dommages causés par l'abattage d'arbres, etc.) qui ont eu lieu ces dernières années dans cette forêt. Dans le même ordre d'idée, Schwartz *et al.* (2017) soulignent que certaines espèces d'arbres peuvent être très confrontées à une réduction de leurs populations en raison de l'exploitation forestière et des perturbations associées.

Egalement, dans des cas extrêmes, les espèces à faible densité naturelle peuvent même disparaître des forêts exploitées en raison d'un manque de régénération naturelle (Schulze *et al.* 2008; Darrigo *et al.*, 2016). Des observations similaires ont été faites dans la réserve de biosphère du Dja, où l'exploitation forestière et l'intensification de la chasse commerciale auraient entraîné une réduction de la disponibilité des fruitiers sauvages, tels que *Baillonella toxisperma*, pour les populations locales qui sont les principaux disséminateurs (Betti, 2004). Toutefois Ngansop *et al.* (2019b) soulignent que bien que l'exploitation forestière cause beaucoup de dégâts et réduise la disponibilité des ressources naturelles, elle favorise la croissance d'espèces héliophiles telles que *Ricinodendron heudelotii*.

Considérant la variation de la disponibilité en individus jeunes, l'étude révèle que plus on s'éloigne du village, moins on a un nombre élevé de jeunes individus pour des espèces telles que *Baillonella toxisperma* (à partir de sept kilomètres), *Panda oleosa* (à partir de deux kilomètres). IL en va de même pour *Irvingia gabonensis* dont le nombre de jeunes individus est inférieur au nombre d'individus adultes à partir de quatre kilomètres du village. La disponibilité en tiges jeunes de *Tetrapleura tetraptera* évoluait en dent de scie, toutefois sur les 16 km, la proportion des individus jeunes était faible par rapport à celle des individus adultes, exception faite sur le premier, troisième et sixième kilomètre du village. Tandis que le nombre de jeune individus de *Afrostryax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *R. heudelotii* et de *Scorodophloeus zenkeri* était généralement élevé, comparé au nombre d'individus adultes. Au-delà d'une distance de huit kilomètres du village, les preuves d'activités agricoles sont rares, mais la densité d'individus des espèces à PFNL diminue. Ceci est contraire à l'hypothèse de départ qui stipulait que plus on s'éloigne des zones agroforestières à fortes activités anthropiques, plus la densité des individus ainsi que la régénération naturelle sont élevées. Toutefois, la relative rareté des individus à des distances éloignées de la forêt serait due à l'intensification des activités d'exploitations forestières se

déroulant dans l'UFA 10-018. Lesquelles auraient limitées la disponibilité des jeunes et adultes, et réduit la présence de la faune qui représente l'un des principaux disséminateurs des fruits en forêt.

III.2.4. Régénération naturelle et état d'équilibre des peuplements de chaque espèce à PFNL

Des densités élevées en pieds d'individus jeunes et adultes de *Afrostryax lepidophyllus* ont été observées sur toute la zone d'étude. La répartition des effectifs des individus dans les classes de diamètre est caractérisée par une nette prédominance des jeunes individus. Ces résultats sont similaires à ceux de Asseng (2008), dans son étude sur la gestion durable des PFNL dans la concession forestière de PALLISCO, où il avait trouvé que *A. lepidophyllus* est une espèce ayant le plus grand nombre d'individus de régénération. En outre, on peut compter un nombre important d'individus dans les classes de grand diamètre. Ceci signifie que les individus sont répartis plus ou moins uniformément dans les différentes classes de diamètre. Ce constat révèle que le peuplement de cette espèce ne subit pas de perturbations venant du milieu extérieur. Il possède donc une grande stabilité et une grande capacité de régénération; ce qui traduit un état d'équilibre du peuplement, tout en lui conférant un bon potentiel de régénération naturelle. Sur l'ensemble de la superficie d'échantillonnage, la répartition spatiale des plantules de *A. lepidophyllus* est très homogène avec des agrégats situés autour ou plus ou moins loin du semencier. La présence d'agrégats autour du semencier peut s'expliquer par le fait que les diaspores de types sarcochores tombent et germent sur place; celles situées plus ou moins loin seraient dues à la dispersion par les rongeurs et par les hommes (Fongnzossie et al., 2014). Ludwig & Reynolds (1988) stipulent que le mode de dispersion peut aussi expliquer l'agrégation des espèces d'arbres en forêt. Pour Havyarimana et al. (2013) le mode de distribution spatiale agrégée favorise la régénération naturelle des populations d'arbres, ce qui justifie également le bon potentiel de régénération observé pour *A. lepidophyllus*.

Concernant la distribution diamétrique de *Baillonella toxisperma*, bien que sa densité moyenne de jeunes individus (0,037 tiges/ha) soit proche de celle des adultes (0,043 tiges/ha), le faible nombre ou l'absence d'individus dans toutes les autres classes de diamètre traduit l'absence ou le faible renouvellement de son peuplement. Ce constat rejoint les observations faites par Anonyme (2002) qui signalait que *B. toxisperma* présente une distribution erratique dans l'UFA 10-018 où l'absence des individus dans certaines classes d'âges reste difficile à expliquer. De même, Debroux (1998) précise qu'en moyenne cent dix-neuf (119) ans seraient

nécessaires à l'obtention d'individus de 10 cm de diamètre sous couvert, et 150 ans pour obtenir un pied de moabi exploitable, d'où le déséquilibre observé dans la structure de sa population. Sa structure spatiale montre une très grande hétérogénéité dans la distribution des individus. Selon le test de Dajoz (2003), une telle distribution est dite uniforme. D'après Büttler (2000), une structure spatiale est dite uniforme quand, étant donné la localisation d'un individu, la probabilité qu'un autre individu se trouve à proximité est réduite. Miller (2005), signale que ce mode de distribution résulte d'une intense compétition au sein de la population de l'espèce considérée. Ainsi, le potentiel de régénération de cette espèce est faible en raison d'interactions négatives entre les individus, telle que la compétition pour la nourriture et l'espace, de la collecte quasi-totale des fruits qui a entraîné la rareté en tiges échantillonnées et du déséquilibre dans la structure diamétrique de son peuplement.

Irvingia gabonensis présente une densité élevée de jeunes individus sur les trois premiers kilomètres proches du village. Toutefois, la densité moyenne de jeunes individus (1,05 tiges/ha) est légèrement supérieure à celle des adultes (0,90 tiges/ha). Ce résultat est contraire à celui obtenu par Zapfack & Ngobo (2001a) dans la forêt de Djoum où le peuplement de *I. gabonensis* était caractérisé par une rareté en jeunes pousses. Toutefois, les individus ne sont pas uniformément distribués dans toutes les classes de diamètre. Ce constat révèle que le peuplement de cette espèce subit des perturbations. Ceci traduit un déséquilibre et un faible renouvellement du peuplement de cette espèce. De même, Mezogue & Julve (2007), signalaient déjà que bien que le taux de germination soit élevé et assez rapide, la croissance du jeune plant est assez lente. La répartition spatiale des individus est hétérogène, avec quelques agrégations variables autour du semencier et à quelques endroits. Ceci serait due à leurs diaspores sarcochores qui tombent et restent sur place, d'où la prolifération des jeunes plants sous le semencier. Toutefois, dans l'ensemble, peu de jeunes individus ont été rencontrés sous le semencier tout au long de la superficie échantillonnée. Fongzossie *et al.* (2014), signalaient déjà que quelques mois après fructification, on observe un nombre très élevé de jeunes plants sous le semencier, mais ces derniers ne survivent pas longtemps. Cette absence de survie des plantules sous le semencier pourrait aussi s'expliquer par le fait que cette plante étant semi-héliophile, le feuillage du semencier empêcherait la luminosité qui favorise la croissance des jeunes plants sous-bois. D'après Janzen (1970) et Connell (1971) la survie des plantules devrait s'améliorer avec l'augmentation de la distance par rapport aux semenciers, ce qui explique l'absence de jeunes individus sous les semenciers pour *I. gabonensis* dans le cadre de cette étude. Il a également été constaté que *I. gabonensis* présente

une distribution aléatoire, ce résultat corrobore ceux obtenus par (Ndah *et al.*, 2013a) qui révélaient également que cette espèce avait une distribution aléatoire dans le Parc National de Takamanda, et attribuait cette distribution à la topographie du terrain, à l'homogénéité, à la composition du sol et aux facteurs climatiques qui permettent la croissance de ces espèces dans un environnement plus large.

Panda oleosa s'inscrit dans la catégorie des espèces dont la structure diamétrique révèle une faible proportion de jeunes individus par rapport à celle des individus adultes, preuve qu'il existe une perturbation dans la distribution de son peuplement. Ce qui traduit une quasi absence ou un faible renouvellement du peuplement de cette espèce, signe que son peuplement n'est pas en état d'équilibre. Par conséquent, son indice de régénération inférieur à l'unité lui confère un potentiel de régénération naturelle faible. Malgré son mode de répartition spatiale aléatoire, la répartition des individus est hétérogène avec des agrégations variables à quelques endroits. Ce qui confirme les observations faites par Guoyu *et al.* (2009) qui stipulent que la structure spatiale aléatoire résulterait d'une structure spatiale agrégée par le mécanisme de mortalité densité-dépendante des individus. Cette affirmation est en conformité avec les observations faites par Ngansop (2013) qui, sur une superficie de 40 ha, avait inventorié uniquement deux individus de *P. oleosa* sous un rayon de 5 m des semenciers. Ainsi ce mécanisme de mortalité densité-dépendante des individus est à l'origine de la réduction des jeunes individus de cette espèce à PFNL dans le milieu, ce qui explique son faible potentiel de régénération. De même, le faible renouvellement du peuplement serait dû à son endocarpe très dur qui ne favorise pas la levée de la dormance de ses graines. Très peu de jeunes individus ont été observés autour du semencier et ce, sur toute la superficie d'échantillonnage. Ces observations sont conformes à celles faites par Lemmens (2007). Ainsi, une telle absence de semis dans le sous-bois serait également à l'origine du faible potentiel de régénération naturelle de cette espèce.

Les individus de *Pentaclethra macrophylla* sont repartis aussi bien dans les classes de diamètre inférieur que dans les classes de grand diamètre. Ce constat révèle que le peuplement de cette espèce subit de faibles perturbations venant du milieu extérieur. Son peuplement tout comme celui de *A. lepidophyllus* possède donc une grande stabilité et une grande capacité de renouvellement. De plus, c'est la deuxième espèce qui présente la meilleure densité en pieds de plantules, traduisant qu'elle régénère très bien, ce qui est confirmé par sa valeur d'indice de régénération (5,2). *Pentaclethra macrophylla* fait donc partie des espèces ayant un bon potentiel de régénération naturelle, faisant d'elle une espèce ne nécessitant pas d'être

domestiquée contrairement aux observations faites par Eyog *et al.* (2006), qui préconisaient sa domestication, car les graines sont consommées par les rongeurs et les hommes, ce qui diminue la disponibilité des graines en forêt. Le test de Dajoz montre que cette espèce a une distribution agrégée. Ces résultats sont en conformité avec ceux obtenus par Collinet (1997) et Sonké (1998). En effet, Collinet (1997) signale qu'une espèce à diaspore ballochore devrait avoir une distribution agrégative. Sur l'ensemble de la superficie d'échantillonnage, la répartition spatiale des jeunes individus est hétérogène, avec de petits agrégats situés autour et plus ou moins loin du semencier. Dans ce cas, la répartition spatiale de cette espèce n'est pas tributaire de l'autochorie, mais de la zoochorie. Collinet (1997) souligne que la dissémination par zoochorie peut induire, une répartition hétérogène des arbres avec une tendance à de petits agrégats.

Ricinodendron heudelotii est une des espèces dont les individus sont pratiquement distribués dans toutes les classes de diamètre; le peuplement de cette espèce possède une bonne capacité de renouvellement. L'indice de régénération naturelle de *R. heudelotii* est supérieur à l'unité, lui conférant tout de même un bon potentiel de régénération naturelle. La répartition spatiale des individus est hétérogène, avec des agrégations variables à quelques endroits. Ce qui serait dû à la dissémination par zoochorie de ses diaspores car les animaux et les hommes disséminent les diaspores dans toute la forêt et beaucoup plus dans les chablis et les bordures de routes etc. Ce mode de dissémination justifie également le bon potentiel de régénération de cette espèce observée dans toute la forêt de Gribé. *R. heudelotii* est une espèce qui germe en plein soleil. Mais les jeunes plants sont sujets aux attaques des insectes qui rabougrissent les feuilles, ce qui représente une entrave à sa régénération naturelle (Annexe 5). Alene *et al.* (2005) signalaient que *Diclidophlebia xuani* (Hemiptera, Psyllidae) est l'insecte phytophage le plus nuisible à *R. heudelotii*, surtout sur les plantules. Ce qui fait d'elle une espèce qui a une écologie fragile. Dans cette étude, la majorité des plantules inventoriées a été trouvée sur les pistes de débardage, les jeunes jachères, les bordures de routes et les trouées encore ouvertes. De telles observations ont été faites à Nguenguéli en RCA et à Zega au Cameroun en 2007 où une étude du CIFOR a révélé que l'exploitation du bois d'œuvre a favorisé la croissance de certaines espèces comme *R. heudelotii* puisqu'elles s'épanouissent bien dans les milieux éclaircis et dégagés par la coupe des arbres (Chupezi & Ndoye, 2007). Ainsi *R. heudelotii* serait une héliophile opportuniste se développant préférentiellement dans les milieux ouverts. Cette conclusion est en conformité avec les travaux de Nkongmeneck (1991), sur la végétation pionnière du Sud- Cameroun. Selon lui, *R.*

heudelotii est une espèce pionnière au sens large ou pionnière facultative ne présentant pas les caractéristiques habituelles des pionnières, mais se retrouvant de temps en temps aux premiers stades de succession végétale.

Le peuplement de *Scorodophloeus zenkeri* est en état d'équilibre, les individus sont repartis uniformément dans les différentes classes de diamètre. Ce constat révèle que les peuplements de cette espèce subissent peu ou pas des perturbations venant du milieu extérieur et possèdent donc une grande stabilité et une grande capacité de renouvellement, traduisant un état d'équilibre du peuplement de *S. zenkeri* et donc un bon potentiel de régénération. Tout comme *A. lepidophyllus*, elle est l'une des espèces qui se régénère mieux dans la forêt de Gribé. Le test de Dajoz montre que *S. zenkeri* a une distribution agrégée. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Nkongmeneck (1999) qui révélait déjà que cette espèce à PFNL formait des peuplements grégaires çà et là en forêt, mais est contraire à celui obtenu par Letouzey (1968) qui stipulait que *S. zenkeri* ne forme pas de peuplement grégaire en forêt. En effet, la répartition spatiale des plantules est très homogène avec des agrégats situés autour ou plus ou moins loin du semencier. Tout comme chez *P. macrophylla*, dans ce cas la répartition spatiale de *S. zenkeri* n'est pas tributaire de l'autochorie, mais de la zoochorie.

La structure dendrométrique de *Tetrapleura tetraptera* est caractérisée par un nombre élevé d'individus de grand diamètre au détriment de la densité de jeunes individus, preuve qu'il existe une perturbation dans la distribution du peuplement. Sa tendance de régénération est strictement décroissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne du village. Ce faible potentiel de régénération est également observé dans toute la forêt de Gribé. Tout comme *B. toxisperma*, *T. tetraptera* a un modèle de distribution aléatoire. Havyarimana *et al.* (2013) affirment que la distribution spatiale aléatoire serait causée par une mortalité qui dépend de la densité dépendante des individus, ce qui confirme l'état de régénération naturelle observée pour cette espèce à la périphérie du Parc National de Boumba-bek. Toutefois la répartition spatiale des individus est très hétérogène, avec des agrégations de petite amplitude variable par endroits; cette agrégation serait due à ses diaspores barochores qui tombent et germent sur place.

III.2.5. Impact de la collecte sur la régénération naturelle

A Gribé, les récoltes s'effectuent principalement pendant les quatre saisons qui sont la grande saison sèche (décembre à mi-mars), la petite saison de pluies (mi-mars à juin), la petite saison sèche (juillet à août) et la grande saison de pluie (août à novembre). Ces résultats se

joignent à ceux de Hirai (2014) qui révélait que les fruits des espèces à PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek tombent durant les différentes saisons de l'année et leur disponibilité varie en fonction des espèces. Les pics de collecte se situent simultanément entre les mois de juillet pour *Baillonella toxisperma* et de mai à juillet pour *Afrostryrax lepidophyllus*. Des observations similaires avaient été faites par Hirai (2014) qui signalait les pics de fructification de *A. lepidophyllus*, *B. toxisperma* et de *Irvingia gabonensis* pour le mois de juillet. Toutefois, ces observations sont contraires pour l'espèce *Irvingia gabonensis* car ses pics de collecte ont été observés au les mois d'août à octobre pour l'année 2015 et de juin à août pour l'année 2016. Pour Eyog *et al.* (2006), la fructification de *I. gabonensis* va du mois d'avril à septembre, preuve que les périodes de fructification ne sont pas stables et varient au courant des années. Les principales périodes de collecte des fruits de *Panda oleosa* observées pour cette étude étaient au mois de janvier. Cependant, Hirai (2014) observe que *P. oleosa* a produit des fruits de décembre 2012 jusqu'à octobre 2013. Ngansop *et al.* (2019a) signalent que les graines de cette espèce sont collectées uniquement pour l'autoconsommation et ce en particulier par les pygmées Baka, ce qui justifie sa période de collecte réduite à quelques mois. La périodicité de collecte des fruits de *R. heudelotii* allait de septembre 2015 à avril 2016 avec un arrêt durant les mois de mars à août et une reprise au mois de septembre 2016. Ce résultat semble similaire à celui de Mezogue & Julve (2007) qui signalent que la floraison et la fructification de *R. heudelotii* se produisent tout au cours de l'année, mais il est contraire aux observations de Eyog *et al.* (2006) qui signalent que la période de fructification de *R. heudelotii* va de mai à octobre. La période de collecte des fruits de *Tetrapleura tetraptera* observée dans cette étude était celle de la petite saison sèche (les mois de décembre 2015 et de janvier à février 2016). Ces résultats rejoignent ceux de Eyog *et al.* (2006) qui soulignaient que la fructification de *T. tetraptera* s'observe en saison sèche, de novembre à mars.

Les principaux camps de collecte inventoriés se trouvaient au-delà de huit km du village. D'après Fongnzossie & Nkongmeneck (2016), les populations de Gribé vont très loin en forêt pour collecter les PFNL durant la période de fructification. Les observations faites dans cette étude révèlent que les populations établissent leurs camps en raison de la disponibilité de la ressource en PFNL et proche des cours d'eaux, ce qui justifie le fait d'aller très loin en forêt pour la collecte des produits, car les zones de fortes densités identifiées dans cette étude se trouvent à partir de 8 km du village. Ces camps de collecte sont établis de manière temporaire, une fois que la quantité des fruits présents dans la zone de collecte s'est épuisée, les collecteurs migrent et installent leurs camps dans d'autres points de la forêt.

Bahuchet (1991) signalait déjà que la disponibilité de la ressource naturelle en forêt varie en fonction de l'espace et du temps et ainsi affecte la mobilité spatiale des personnes en forêt. L'établissement des camps temporels de collecte durant une campagne de collecte à Gribé se fait suivant un gradient descendant, les populations vont le plus loin possible dans la forêt et établissent leur camp et au fur et à mesure que la ressource s'épuise, elles installent leur camp en se redirigeant vers le village.

Les camps de collecte sont concentrés dans l'UFA 10-018 et proches du Parc. C'est dans cette zone qu'a été observée une faible régénération pour sept des espèces à PFNL étudiées, exception faite de *R. heudelotii*, preuve que la dynamique spatiale de collecte affecte la régénération naturelle. Ces observations rejoignent celles de Nkongmeneck (1998) qui soutenait que les perturbations liées aux déplacements successifs des campements des chasseurs, de pêcheurs, et de cueilleurs affectent le sous-bois en réduisant la disponibilité en certains produits. Dans le même ordre d'idée Ketchatang *et al.* (2015) soulignent que la distance de prélèvement influence sur la capacité de prélèvement et par conséquent sur la disponibilité des espèces.

Les PFNL les plus collectés sont respectivement ceux des espèces telles que *Irvingia gabonensis* (68,12%), *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* (11,0%), et *Afrostryrax lepidophyllus* (7,64%). Fongnzossie & Nkongmeneck (2016) signalaient que *I. gabonensis*, *R. heudelotii*, *A. lepidophyllus* et *P. macrophylla* font partie des cinq des espèces les plus commercialisées de la localité, ce qui explique la pression d'extraction de la ressource. Arnold & Pérez, (2001) et Hall *et al.* (2003) signalaient que la collecte intensive affecte négativement la disponibilité des espèces à PFNL hautement sollicitées par les communautés locales et a ainsi la possibilité de changer la structure et l'intégrité des forêts et conduit à la diminution et à l'extinction de quelques espèces. Ce qui explique les faibles densités observées pour des espèces telles que *I. gabonensis* et *B. toxisperma* qui sont hautement sollicitées dans la localité. De même, dans cette étude, cette intense activité de collecte, explique les faibles densités de jeunes individus observées dans les zones de concentration de collecte se trouvant principalement dans l'UFA 10-018. Nfornkah *et al.*, 2019 signalent que l'installation des UFA est un phénomène croissant au Cameroun, qui toutefois impacte négativement la biodiversité, d'où les faibles densités en individus observées dans ces milieux.

D'après Zapfack et Ngobo (2012a), le fait que les fruits de *I. gabonensis* soient presque tous ramassés expliquerait la rareté en jeunes pousses dans la forêt. Les fruits des

espèces à PFNL étudiées sont disséminés par des frugivores, le constat fait est que la collecte quasi-totale des fruits par les hommes limite l'action des frugivores qui en sont les principaux disséminateurs. Moegenburg & Levey (2002) ont indiqué qu'une forte activité de récolte de *Euterpe oleracea* en Amazonie Brésilienne réduit la diversité des frugivores aviaires de 22 %, tandis qu'une faible intensité de récolte n'a pas d'effet négatif remarquable. De même, Shahabuddin & Prasad (2004) accentuent que l'extraction des fruits et des graines limite la dissémination de la plante et cette réduction de dissémination affecte négativement le potentiel de régénération naturelle de la plante, voire la densité des individus de l'espèce en forêt. Dans le même ordre d'idée, Gaoue *et al.* (2018) pensent que l'extraction des fruits de *Pentadesma butyracea* réduit la source de la graine (semences) car au Bénin, les femmes prélèvent excessivement les fruits avec un taux de prélèvement > 75% de la productivité. Cependant ces observations sont contraires à celles de Foundjem *et al.* (2012) qui affirment que la collecte des PFNL n'a aucun effet négatif sur leur environnement. Toutefois Ticktin (2004) signale que les études sur les impacts écologiques de collecte des PFNL démontrent que plus de 80 % des fruits peuvent être collectés sans effet négatif sur la dynamique des populations. Tandis que Peres *et al.* (2003) soulignent que l'effet nul observé sur la dynamique des populations est dû aux facteurs tels que les petits volumes d'extraction. Bien que *Panda oleosa*, *Tetrapleura tetraptera* et *Baillonella toxisperma* soient collectés en faible quantité, ils sont moins abondants dans toute la zone d'étude. Il y'a donc urgence de promouvoir la pérennisation du potentiel forestier disponible, car selon Ketchatang *et al.* (2015), les facteurs tels que la pression foncière et la croissance démographique pourront accentuer dans le futur le processus de raréfaction de certaines espèces à PFNL autour des villages.

III.2.6. Autoécologie et régénération naturelle des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

Le recrutement de semences viables, leur germination, l'établissement et la croissance initiale des plantules peuvent être des indicateurs du statut de régénération d'une communauté végétale (Fongzossie *et al.*, 2014). Toutefois, la régénération naturelle des communautés végétales est un processus complexe qui est contrôlée par plusieurs facteurs d'ordre écologique, biologique, anthropique et historique (Bucci & Borghetti, 1997; Ouédraogo *et al.*, 2006).

Dans l'ensemble, les peuplements de toutes les huit espèces à PFNL étudiées avaient de nombreux semis, exception faite de *Baillonella toxisperma*, dont le nombre de jeunes

individus était relativement très bas. *B. toxisperma* est une essence très recherchée par les exploitants forestiers pour son bois. Sa très faible densité en plantules est attribuée à la faible densité de semenciers. Cette relative rareté a été causée par une exploitation excessive de cette espèce à des fins commerciales. Fongnzossie *et al.* (2014), ajoutent que d'autres facteurs, tels que le gradient environnemental (pluviométrie annuelle en général) et le processus de régénération spécifique à chaque espèce ainsi que des régimes de perturbations sont des facteurs contribuant au faible échantillonnage de cette espèce.

Pour *Irvingia gabonensis*, le fait que les fruits soient presque tous ramassés explique sa rareté en jeunes pousses. Ces observations avaient déjà été faites par Zapfack & Ngobo (2012a). De même, Sunderland & Maisel (2003) soulignent que des mammifères (*Loxodonta africana*, *Potamochoerus porcus* et *Synerus caffer*) consomment la plupart des fruits et ne donnent que peu ou pas de chance aux graines de *I. gabonensis* de germer. Dans le même ordre d'idée, Beaune *et al.* (2012) ont révélé une forte mortalité des recrues de *I. gabonensis* dans les forêts de la République démocratique du Congo, avec des pertes de semences de 54% attribuées à la prédation et 46% aux pathogènes et une perte de plantules de 100% due à la prédation et aux agents pathogènes. Ces auteurs ont également mis en évidence les effets densité-dépendante, également appelés les effets Janzen-Connell, où la mortalité des plantules est en corrélation avec la distance des pieds parents. De plus, cette absence de plantules sous le semencier est également due à la compétition intraspécifique entre les jeunes pousses qui sont en rivalité pour l'accès aux ressources du milieu (éléments nutritifs, luminosité).

La faible régénération de *Panda oleosa* est attribuée à son endocarpe très lignifié et à sa faible capacité de germination. D'après Nchanji *et al.* (2002), l'ingestion par les éléphants n'améliore ou n'influence pas la germination de *P. oleosa*. Ces observations sont similaires à celles de Lieberman *et al.* (1987) qui ont observé un échec de germination après 196 jours pour des fruits de *Panda oleosa* ingérés par l'éléphant. Alors que Miquel (1987) au Gabon a déclaré qu'il lui fallait 300 jours pour germer les fruits de cette espèce. De la Mensbrugge (1966) en Côte d'Ivoire a signalé qu'il lui avait fallu 3 à 4 ans pour avoir les premières germinations des graines des *P. oleosa*. Lemmens (2007), signale également qu'il faut en moyenne 10 mois à 4 ans pour que les graines de *P. oleosa* germent.

Tetrapleura tetraptera fait également face aux difficultés de régénération due à la lignification de sa gousse. D'après Nkongmeneck *et al.* (1996), la germination naturelle de *T. tetraptera* est difficile à cause de la lignification et l'indéhiscence de la gousse, et également à cause de l'imperméabilité de la graine à l'eau. De même, des études au Nigéria montrent que

l'efficacité de fructification de cette espèce (0,05%) est très faible (Omokhua & Ukoimah, 2008). Par ailleurs, Fongnzossie *et al.* (2014) signalent que l'une des menaces majeures d'extinction de *T. tetraptera* est causée par la déforestation et la dégradation des forêts. En plus, Tieguhong & Ndoye (2007) observaient dans la localité de Nguenguéli en République Centre Africaine que le potentiel forestier disponible de *T. tetraptera* était en déclin suite à l'exploitation forestière industrielle.

Afrostryax lepidophyllus, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* et *Scorodophloeus zenkeri* sont les espèces dont les plantules étaient les plus abondantes dans toute la zone d'échantillonnage. Leurs structures diamétriques, caractérisées par un nombre suffisant de jeunes plants et d'arbres adultes indiquent qu'elles se régénèrent avec succès. *A. lepidophyllus*, *P. macrophylla* et *S. zenkeri* sont des espèces sciaphiles. White & Edwards (2000) signalent que ce sont des espèces qui se reproduisent de façon efficace et survivent en dépit de la pénombre constante en sous-bois. Dans le même ordre d'idée, Blanc (1996), Connell & Green (2000); Muhanguzi *et al.* (2007), stipulent que les espèces sciaphiles du sous-bois ont leur optimum de régénération sous canopée fermée. La lumière apparaît donc comme un facteur susceptible de limiter leur régénération naturelle. De même, le bon potentiel de régénération naturelle de *A. lepidophyllus* et *P. macrophylla* est lié à leur bonne efficacité de fructification et à leur capacité de germination. La forte prédation des fruits de *A. lepidophyllus* par les petits mammifères assure la dissémination des graines dans toute la forêt (Fongnzossie *et al.*, 2014). Le test de Dajoz révèle que *A. lepidophyllus* est une espèce à distribution spatiale agrégée, cette agrégation contribuant à lui assurer un bon potentiel de régénération. Des observations similaires avaient déjà été faites par Havyarimana *et al.* (2013) qui révélaient que l'agrégation des espèces facilite leur propre régénération ainsi donc, la structure spatiale est intimement liée au mode de dissémination d'une part et à la régénération naturelle d'autre part. *P. macrophylla* est une espèce ballochores dont les diaspores sont expulsées par la plante elle-même, et parfois à une grande distance du semencier quand les conditions de dissémination le permettent. Ngansop (2013) signalait que la distance minimale de dissémination des jeunes individus de *P. macrophylla* est de 5 m du semencier (avec un total de 1200 jeunes individus échantillonnés à 5 m du semencier) sur une superficie de 40 ha. Ce qui réduit pour *P. macrophylla* la mortalité dépendante des plantules décrites par l'hypothèse Janzen-Connell.

Ricinodendron heudelotii, est un arbre pionnier à croissance rapide et opportuniste (Plenderleith, 2000) qui se régénère rapidement dans la forêt à canopée ouverte et très mal

sous canopée fermée, ce qui explique le pic de régénération à des distances entre 10 et 11 km du village. Cette zone étant située dans l'UFA 10-018, l'ouverture de la canopée suite à l'exploitation du bois aurait favorisé la croissance des jeunes plants dans cette zone. Ces observations ne sont pas conformes à celles obtenues par Ayuk *et al.* (1999), Sunderland *et al.* (2003), Ndangalasi *et al.* (2007) et Ndah *et al.* (2013a) qui relevaient que *R. heudelotii* se trouvaient plus dans les zones agricoles et les forêts secondaires que dans les forêts primaires qui représentent des écosystèmes avec peu de perturbations. Ainsi, dans cette étude, les perturbations anthropiques liées aux activités agricoles et à l'exploitation du bois influencent la régénération naturelle de cette espèce. De même, les fruits de cette espèce sont appréciés par les hommes et les singes qui peuvent en assurer la dispersion dans toute la forêt. Ndah *et al.* (2013a) attribuaient également la faible abondance de *R. heudelotii* en périphérie du Parc National de Takamanda au fait que la plupart des fruits qui tombent sont immédiatement collectés par les membres de la communauté pour la vente ou la subsistance, ce qui laisse peu de place à la régénération. Sunderland & Maisel (2003) soulignent également que des mammifères (*Loxodonta africana*, *Potamochoerus porcus* et *Synerus caffer*) consomment la plupart des fruits et ne donnent que peu ou pas de chance de germination à la plante. Ainsi, le bon potentiel de régénération observée pour *R. heudelotii* dans cette étude peut être attribué au haut degré de perturbation et également à la stabilité de la forêt qui lui confère une canopée relativement ouverte : ainsi la lumière apparaît en conséquence comme un facteur capable de stimuler la régénération de cette espèce. *Scorodophloeus zenkeri* est une espèce d'arbre tolérante à l'ombre caractéristique de la forêt sempervirente. L'agrégation des individus de cette espèce peut être attribuée à son efficacité à produire des fruits déhiscents qui à maturité, libèrent de nombreuses graines légères dispersées autour des semenciers (Fongnzossie *et al.*, 2014). En effet, *S. zenkeri* est une espèce à diaspore ballochore et Collinet (1979) affirme que les espèces à diaspore ballochore ont une distribution agrégative.

III.2.7. Gestion durable des huit espèces à PFNL de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

La forêt de Gribé fait face à une forte pression anthropique qui a entraîné une transformation de la forêt en plusieurs habitats (Ngansop *et al.*, 2019b). Cette dégradation résulte de l'exploitation forestière industrielle et de l'exploitation forestière à des fins agricoles, qui a conduit à la raréfaction des espèces à PFNL dans la localité de Gribé (Ngansop *et al.*, 2019b). De pareilles observations ont été faites par Ndah *et al.* (2013a) qui signalaient qu'en périphérie du Parc National de Takamanda, l'intensification de l'agriculture

itinérante sur brûlis entraîne la destruction substantielle de certaines espèces à PFNL et d'autres espèces d'arbres. Dans le même ordre d'idée, Hermes *et al.* (2016) signalent que la perte et la dégradation de la forêt sont parmi les principaux facteurs d'extinction des espèces.

Dans les champs de cultures vivrières et les jachères, une faible proportion d'espèces à PFNL sélectionnées était présente, ce qui montre que la transformation de la forêt en d'autres types d'utilisation des terres a un impact négatif sur la disponibilité des ressources naturelles (Ngansop *et al.*, 2019b). *Baillonella toxisperma*, qui était très rare dans tous les écosystèmes cultivés, est un exemple de cet impact négatif sur la disponibilité des ressources naturelles. D'autres espèces telles que *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* et *Tetrapleura tetraptera* ont été moins abondantes dans toute la forêt et aux environs du village de Gribé. Cette faible abondance résulte de l'intensification de l'agriculture itinérante sur brûlis fréquemment utilisée dans le village (Ngansop *et al.*, 2019b). Il est évident que la création des champs contribue à la dégradation de la forêt et affecte négativement l'abondance des essences forestières. Pour faire face à ce problème, il serait important que les populations de la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

- conservent des plantes utiles lors du défrichage de forêts lors de la création de nouveaux champs.
- se sédentarisent sur les terres agricoles déjà existantes.
- utilisent des biofertilisants dans leurs techniques agricoles.
- intensifient les opérations de domestication des espèces à PFNL dans les agrosystèmes.

Ces actions combinées peuvent contribuer à réduire la pression sur la forêt et favoriser l'atténuation et l'adaptation aux effets du changement climatique (Ngansop *et al.*, 2019b). Ceci devrait concourir à répondre aux besoins des populations de la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek car selon Fongzossie *et al.*, (2014), il faut doubler le potentiel forestier disponible de *B. toxisperma*, *R. heudelotii* et de *I. gabonensis* pour subvenir aux besoins des populations, puisque le potentiel observé dans la forêt du village Gribé n'est pas suffisant pour faire face à la demande attendue par les populations locales. Madzou (2003) a démontré que les populations de la périphérie du Parc National de Boumba-bek dépendent à 70 % des PFNL pour leur alimentation, et à 30 % à des fins médicinales, d'où la nécessité de promouvoir des opérations de domestication des espèces à PFNL les plus sollicitées pour assurer leur disponibilité future.

Il est très évident que l'exploitation forestière industrielle provoque la dégradation de la forêt, réduisant ainsi le potentiel des huit espèces à PFNL sélectionnées dans cette zone. Pour remédier à cette situation, Fongnzossie *et al.*, (2014) préconisent de minimiser les dommages causés aux essences lors de l'exploitation forestière. Néanmoins, bien que l'exploitation forestière cause beaucoup de dégâts et réduise la disponibilité des ressources naturelles, elle favorise la croissance d'espèces héliophiles telles que *Ricinodendron heudelotii* et serait donc propice pour sa domestication (Ngansop *et al.*, 2019b). Cette opération de domestication en milieu ouvert s'applique également à *B. toxisperma*, car Kouadio & Doucet (2009) observaient déjà un taux de survie élevé de *B. toxisperma* dans les milieux ouverts comparés aux milieux sous canopée fermée.

Compte tenu de la dégradation croissante des écosystèmes forestiers et de la demande de plus en plus élevée en PFNL sur le marché camerounais et international, il serait judicieux de valoriser une gestion des écosystèmes forestiers garantissant la durabilité des espèces à PFNL (Ngansop *et al.*, 2019b). Cette gestion impliquerait une réduction de l'agriculture itinérante sur brûlis et une coupe sélective des arbres forestiers lors de la création des espaces cultivables. Pour assurer également la durabilité des espèces à PFNL, il serait essentiel de promouvoir leur domestication, en particulier dans les jeunes forêts secondaires qui constituent le type d'habitat propice à la croissance des huit espèces à PFNL étudiés, ainsi que dans les agrosystèmes. Fongnzossie *et al.* (2014) relevaient qu'il est urgent de développer une approche intégrée de gestion des espèces à PFNL dans les forêts secondaires où les agroforêts peuvent maintenir une grande biodiversité et être un réservoir des stocks de carbone. Cela augmenterait la disponibilité des ressources à PFNL et contribuerait ainsi au bien-être des communautés locales à la périphérie du Parc National de Boumba-bek.

**CHAPITRE IV. CONCLUSION, PERSPECTIVES ET
RECOMMANDATIONS**

IV.1. CONCLUSION

Dans la présente étude, il a été question de caractériser les types d'habitats, déterminer le potentiel disponible et l'état de la régénération naturelle des espèces à PFNL sur les critères de proportion des types d'habitats, de densité d'espèces, de structure du peuplement, d'indice de régénération, de répartition spatiale et de dynamique spatio-temporelle de collecte des PFNL.

Concernant la caractérisation des types d'habitats, la périphérie nord du Parc National de Boumba-bek est très diversifiée en termes d'habitats, avec une prédominance de jeunes forêts secondaires et d'écosystèmes cultivés indiquant une grande dégradation de la forêt. Peu d'individus des huit espèces à PFNL étaient présents dans les jachères de différents âges, dans les cacaoyères et les champs de cultures vivrières. Les forêts secondaires jeunes représentent les principaux types d'habitats favorables aux développements de toutes les espèces à PFNL sélectionnées.

Par rapport à la disponibilité des espèces, l'étude a décelé que *Afrostryrax lepidophyllus*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla* font partie des espèces à PFNL les plus fréquentes, suivies de *Ricinodendron heudelotii* et de *Tetrapleura tetraptera*. *Scorodophloeus zenkeri* et *Baillonella toxisperma* sont respectivement les moins fréquentes. En termes de densité des individus, l'étude révèle que *A. lepidophyllus*, *P. macrophylla*, *R. heudelotii* et *S. zenkeri* sont respectivement les espèces les plus disponibles. Trois espèces sont faiblement représentées en termes de densité des individus, en l'occurrence *P. oleosa*, *I. gabonensis* et *Tetrapleura tetraptera*. Seule *B. toxisperma* était relativement rare dans la forêt du village Gribé. Par ailleurs, l'étude a révélé que *B. toxisperma*, *P. oleosa*, *T. tetraptera* et *I. gabonensis* sont des essences pauvres en jeunes tiges d'avenir.

Concernant la distribution spatiale, l'étude démontre également que seules *A. lepidophyllus*, *P. macrophylla*, *S. zenkeri* sont réparties de façon agrégative et homogène. Tandis que, *R. heudelotii* est répartie de façon agrégative et hétérogène. *I. gabonensis* est répartie de façon aléatoire et homogène. *T. tetraptera* et *P. oleosa*, sont réparties de façon aléatoire et hétérogène et *B. toxisperma* a une distribution uniforme dans la zone d'étude.

Les fortes densités, la distribution diamétrique, l'indice de régénération et la répartition spatiale observées pour *A. lepidophyllus*, *P. macrophylla*, *S. zenkeri* et *R. heudelotii* font d'elles des espèces à bon potentiel de régénération, tandis que ces paramètres

combinés aux faibles densités d'échantillonnage font de *I. gabonensis*, *P. oleosa*, *T. tetraptera* et *B. toxisperma*, des espèces à faible potentiel de régénération.

Toutefois, il est à noter que la lumière est un facteur susceptible de limiter la régénération naturelle des espèces sciaphiles; pourtant elle optimise la régénération des espèces héliophiles. En outre, la régénération naturelle est strictement liée à la densité des plantules et des arbres adultes en forêt. L'étude montre également que la structure spatiale est intimement liée au mode de dissémination et à la régénération naturelle.

L'étude révèle également que la fragmentation des écosystèmes forestiers ainsi que la pression de collecte entraîne une rupture de l'équilibre de la forêt et est une entrave à la disponibilité et à la régénération des espèces à PFNL à la périphérie du Parc National de Boumba-bek. Ainsi, elle préconise la domestication de toutes les espèces à PFNL à faible potentiel de régénération de la localité en particulier *Baillonella toxisperma*, qui était très rare dans toute la zone d'étude. Cependant pour les espèces héliophiles comme *Ricinodendron heudelotii*, leur régénération devrait être envisagée dans les environnements ouverts tels que les trouées forestières. En outre, la promotion de la régénération naturelle et de la domestication participative des espèces à PFNL dans les écosystèmes cultivés peut être considérée comme une approche viable pour garantir un approvisionnement durable en ces ressources. Pour y parvenir, des efforts de recherche seront nécessaires pour améliorer les connaissances scientifiques sur la biologie de la reproduction de ces espèces, leur phénologie et leurs performances écologiques. Bien que *Afrostryax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *R. heudelotii* et *Scorodophloeus zenkeri* soient abondantes dans cette forêt, leur gestion durable doit être valorisée afin de garantir leur disponibilité future.

IV.2. PERSPECTIVES

Pour avoir un meilleur aperçu du potentiel disponible et de l'état de régénération naturelle de ces espèces à PFNL dans toute la forêt de Gribé, les travaux futurs devraient s'appesantir sur les aspects suivants:

- la poursuite de l'étude de la phénologie de floraison et de fructification de ces espèces à PFNL.
- l'évaluation du taux de survie des plantules dans des parcelles permanentes.
- la poursuite de l'étude des paramètres environnementaux influençant la régénération naturelle (le type de sol, l'humidité en sous-bois) et l'évaluation de leur impact.

IV.3. RECOMMANDATIONS

Vu la pression exercée sur la biodiversité et en particulier sur les espèces à PFNL, il importe de recommander:

aux chercheurs:

- de mettre un accent sur les aspects écologiques dans les protocoles de recherche mis au point pour l'étude des espèces à PFNL.
- d'intensifier les études sur les techniques de conservation et de transformation des PFNL.

❖ au gouvernement camerounais :

- d'optimiser la domestication des espèces à PFNL les plus sollicitées et de celles ayant de faibles capacités de régénération naturelle (*Baillonella toxisperma*, *Panda oleosa*, *Irvingia gabonensis* et *Tetrapleura tetraptera*), cette domestication étant une technique de protection et de conservation de la biodiversité.
- de proposer des normes en matière d'inventaire des espèces à PFNL.
- d'assurer une meilleure considération des PFNL dans la loi forestière.
- réviser la taxe de régénération (actuellement fixée à 10 FCFA / kg pour toutes les espèces de PFNL), exception faite de *Prunus africana* (25 FCFA) et de *Diospyros crassiflora*.

❖ aux responsables du projet FOSAS

- de faire des études de marché afin de comprendre et améliorer la chaîne de valeur des PFNL à Gribé.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 2019. Valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux au Cameroun. Capitalisation des résultats et approche de gestion dans le cadre du programme d'appui à la mise en œuvre de la stratégie de développement du secteur rural volets forêt-environnement de 2010 à 2019. Rapport d'étude GIZ/ProPFE. 149 p.
- Anonyme, 2012. Plan national de développement des Produits Forestiers Non Ligneux. *Ministère des Forêts et de la Faune, Cameroun*, 39 p.
- Anonyme, 2018. Plan national de développement des Produits Forestiers Non Ligneux. *Ministère des Forêts et de la Faune, Cameroun*, 60 p.
- Anonyme, 2009. Plan de développement de la commune de Mouloundou. *Centre technique de la forêt communale*. 123 p.
- Anonyme, 2008. Plan simple de gestion de la FC de BOGRISSOM. WWF JENGI, 122 p.
- Anonyme, 2002. Plan d'aménagement de l'UFA 10-018. *SIBAF*. 56 p.
- Aladesanmi J.A., 2007. *Tetrapleura tetraptera*: molluscicidal activity and chemical constituents. *Afr. J. Tradit. Complement Altern. Med.* 4(1): 23-36.
- Alene D., Messi C. J. & Quilici S., 2005. Contribution à la connaissance de la faune d'arthropodes associée à *Ricinodendron heudelotii* Baill. (Euphorbiaceae) au Cameroun. *Fruits*, 60 (2): 121-132.
- Alexandre D. Y., 1978. Le rôle disséminateur des éléphants en forêt de TAI, Côte-D'Ivoire. *La Terre et la Vie*, 32 : 47-72.
- Alexandre D. Y., 1982. Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. *Caridollea*, 37: 579-588
- Ambrose-Oji B., 2003. The contribution of NTFPs to the livelihoods of the 'forest poor': evidence from the tropical forest zone of south-west Cameroon. *International Forestry Review*. 5 (2): 106-117.
- Andel T.V., 2006. *Les produits forestiers autres que le bois d'œuvre : la valeur des plantes sauvages*. Wageningen, Pays-Bas: Agromisa et CTA. 82 p.
- Archard F., Eva, H., Mayau, P., Gallego J., Richards, T. & Malingreau J-P., 2002. Determination of deforestation rates of the world's Humid Tropical Forest. *Science*, 297: 999-1002.
- Arnold, J.M., & Pérez, M.R., 2001. Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives? *Ecol. Econ.*, 39: 437-447.
- Asseng Z.A., 2008. Nécessité et possibilité de créer et maintenir une plateforme de collaboration pour le développement des produits forestiers non ligneux (PFNL) en Afrique centrale. Rapport du projet, GCP/RAF/398/GER. *FAO, ROME, Italia*. 15p.
- Atawodi S.E.-O., Yakubu O.E., Liman L.M. & Iliemene D.U., 2014. Effect of methanolic extract of *Tetrapleura tetraptera* (Schum and Thonn) Taub leaves on hyperglycemia and indices of diabetic complications in alloxan-induced diabetic rats. *Asian Pac J Trop Biomed*, 4(4): 272-278. doi:10.12980/APJTB.4.2014C73
- Awono A., & Levang P., 2018. Contribution of Environmental Products to the Household Economy in Cameroon: Essential, Complementary or Trivial?. *Forest Res. Eng. Int. J.* 2(1): 00018. DOI: 10.15406/freij.2018.02.00018
- Awono A., Eba'a A.R., Foundjem-T. D. & Levang P., 2016. Vegetal non-timber forest products in Cameroon, contribution to the national economy. *International Forestry Review*, 18 (S1): 66-77.

- Ayuk E.T., Duguma B., Franzel S., Kingue J., Mollet M., Tiki-Manga, & Zenkeng P., 1999. Uses, management and economic potential of *Irvingia gabonensis* in the humid lowlands of Cameroon. *For Ecol.Manage.*, 113:1-9.
- Bahuchet S., 1991. Spatial Mobility and Access to Resources among the African Pygmies., Berg Publ. (NY, Oxford), pp 205-255.
- Baraloto C.J., 2001 - Tradeoffs between neotropical tree seedling traits and performance in contrasting environments. PhD thesis. *University of Michigan, Ann Arbor, USA.* 302 p.
- Beaune D., Bollache L., Fruth B., Hohmann G. & Bretagnolle F., 2012. Density-dependent effect affecting elephant-seed dispersed tree recruitment (*Irvingia gabonensis*) in Congo forest. *Pachyderm*, 52: 97–100.
- Belinga S., 2002. Evaluation du potentiel des Produits forestiers non ligneux au Cameroun Rapport de l'atelier sur l'état des lieux des produits forestiers non ligneux au Cameroun. *MINEF, Chambre d'agriculture.* 8 p.
- Bellefontaine R., Malagnoux M. & Ichaou A., 2012. Techniques forestières et innovations dans les opérations de reboisement, pp. 433-469. In: La Grande Muraille Verte. Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux, A. Dia & R. Duponnois (Ed), IRD Editions, 493 p.
- Betti J.L., 2007. Perspectives d'une fiscalité appropriée promouvant le commerce et la gestion durable des produits forestiers non ligneux en Afrique centrale. *Projet GCP/RAF/398/GER* renforcement de la sécurité alimentaire en Afrique Centrale à travers la gestion et l'utilisation durable des produits forestiers non ligneux. 59 p.
- Betti J.L., 2004. Impact of Forest Logging in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon. Ministry of Environment and Forestry/PSRF, Yaoundé/ Cameroon. 13 p.
- Bikumbu A., 1994. Observation sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Leonard dans la forêt primaire de Masako (Zaïre). Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 68 p.
- Biloso A. & Lejoly J., 2006. Etude de l'exploitation et du marché des produits forestiers non ligneux à Kinshasa. *Tropicultura*, 24 (3): 183-188.
- Biye E.H., Ndombol L.J.M. & Ayissi N.P., 2017. Influence of soil texture on *Ngetum L.* domestication through vegetative propagation in the forest zone of Cameroon. *Sciences, Technologies et Développement.* 19: 26-36
- Blanc P., 1996. Disjonctions et singularités dans les flores hygrophiles de sous-bois en Afrique. In : Guillaumet J.-L., Belin M., Puig H. (éds). *Phytogéographie tropicale : réalités et perspectives.* Paris, France, Orstom, coll. Colloques et séminaires, 25-38p.
- Blom A., 2001. Ecological and economic impacts of gorilla-based tourism in Dzanga-Sangha, Central African Republic. Ph. D. Thesis, *Wageningen Univ.*, 165p.
- Bobo K.S., Kamgaing T.O.W., Ntumwel B.C., Kagalang D., Kengne P.N.J., Ndengue S.M.L., Badjeck M.M.N., & Aghomo F.F.M., 2014. Species richness, spatial distributions and densities of large- and medium-sized mammals in the northern periphery of Boumba-Bek National Park, Southeastern Cameroon. *African Study Monographs*, 49: 91-114.
- Borja, M.E.L., 2014. Climate change and forest natural regeneration in Mediterranean mountain areas. *Forest Res.*, 3(2). doi: 10.4172/2168-9776.1000e108
- Bose A.K., Weiskittel, A., Wagner, R.G. & Kuehne C., 2016. Assessing the factors influencing natural regeneration patterns in the diverse, multi-cohort, and managed forests of Maine, USA. *J. Veg. Sci.*, 27:1140–1150.

- Brink M., 2012. *Scorodophloeus zenkeri* Harms. [Internet] Fiche de PROTA4U. Lemmens, R.H.M.J., Louppe, D. & Oteng-Amoako, A.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Visité le 23 décembre 2017.
- Bucci G. & Borghetti M., 1997. Understory vegetation as a useful predictor of natural regeneration and canopy dynamics in *Pinus sylvestris* forests in Italy. *Acta Oecol.* 4: 485-501.
- Burkill H.M., 1994. The Useful Plants of West Tropical Africa. Botanic Gardens: Kew, (vol 6), 1263p.
- Bütler R., 2000. Analyse de la distribution spatiale d'objets dans un paysage. Fiche d'enseignement. *École polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne, Suisse*, 17 p.
- Chamberlain JL, Cunningham AB, Nasi R., 2004. Diversity in Forest Mngement: Non-Timber Forest Products and Bush Meat. *Ren. Res. J.*, 22(2):11-19.
- Chandrasekharan C., 1995. Terminology, definition and classification of forest products other than wood. In: FAO, eds. Report of the international expert consultation on non-wood forest products, 17-27 January, Yogyakarta, Indonesia, 345-380.
- Chapman A.C., 1995. Primate seed dispersal. Coevolution and conservation implications. In: Bawa K.S. & Hadley M., eds. Reproductive ecology of tropical forests *plants*. Paris: UNESCO, 30-50.
- Charles-D.P., 2003. Le rôle de la faune sur la régénération forestière naturelle. *Rev. For. Fr. LV.*, Numéro special, 195-205.
- Chudnoff, M., 1984. Tropical timbers of the world. Agricultural handbook number 607. *Washington, DC*: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 113 p.
- Chupezzi J., Ndoye. O., 2007. Etude pilote sur les techniques d'exploitation forestière. L'impact de l'exploitation du bois des concessions forestières sur la disponibilité des PFNL dans le bassin du Congo. *FAO, ROME, Italia*. 38 p.
- Clark J.P. & Evans C.F., 1954, Distances to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in population. *Ecology*, 35: 445-453.
- Clark L.E. & Sunderland T.C.H., 2004. The Key Non-timber Forest Products of Central Africa: State of the Knowledge, SD Publication Series, technical paper no. 122. Office of Sustainable Development, bureau for Africa, *U.S. Agency for international Development, Washington, D.C.*, 199 p.
- Collinet F., 1997. Génétique et Biologie des populations. Laboratoire de Biométrie, Groupement d'Intérêt Scientifique. *Sylvolab-Guyane*, 4: 55-58.
- Connell J.H., 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. – In: Den Boer, P. J. and Gradwell, G. (eds), Dynamics of populations. PUDOC, 298–312.
- Connell J.H. & Green P.T., 2000. Seedling dynamics over thirty-two years in a tropical rain forest tree. *Ecology*, 81(2): 568-584.
- Coulibaly S.L., 2008. *Contribution à l'évaluation de la qualité des médicaments traditionnels améliorés*. Thèse d'application en Pharmacie, *Université de Bamako, Mali*. 65 p.
- Cunningham & Mbenkum, 1993. Sustainability of harvesting *Prunus Africana* bark in Cameroon: A medicinal plant and international trade. *People and plants working paper*, 2: 1-28.
- Dainou K., Bauduin A., Bourland N., Gillet J.-F., Feteke F. & Doucet J.-L., 2011. Soil seed bank characteristics in Cameroonian rainforests and implications for post-logging forest recovery. *Ecological Engineering*, 37:1499– 1506.
- Dajoz R., 2003. Précis d'écologie. Dunod, Paris, France, 615p.

- Dale M.R.T., 2000. Spatial pattern analysis in plant ecology: Cambridge University Press, New York, USA, 326 p.
- Darrigo M.R., Venticinque E.M. & dos Santos F.A.M., 2016. Effects of reduced impact logging on the forest regeneration in the Central Amazonia. *For. Ecol. Manage.* 360: 52–59.
- De La Mensbrugge G. 1966. La germination et les plantules de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. *CTFT*, no. 26. 389 pp.
- Debroux L., 1998. L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse de doctorat: *Université de Gembloux, Belgique*. 283p.
- Dibong D.S., Mvogo O.B.P., Vandi D., Ndjib R.C., Tchamaha M.F. & Mpondo M.E., 2015. Ethnobotanique des plantes médicinales anti hémorroïdaires des marchés et villages du Centre et du Littoral Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*. 96: 9072 – 9093.
- Dickens D., 2011. Effect of fruit fermentation on the germination and growth of *Irvingia wombolu* (Vermoesen) seedlings. *Am. J. Biotechnol. Mol. Sci.*, 1(2): 45-50.
- Djeugap F.J., Bernier L., Dostaler D., Khasa D., Fontem D.A. & Nwaga D., 2013. Opportunités et contraintes agroforestières de *Ricinodendron heudelotii* au Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(1): 344-355.
- Doucet J.L., Kouadio Y.L., 2007. Le moabi, une espèce «phare» de l'exploitation forestière en Afrique centrale. *Parcs et Réserves*, 62 (2): 25-31.
- Doucet J.L. & Koufani, A. 1997. Etude des produits secondaires végétaux de la forêt de Kompia (Cameroun). Utilisation, inventaires, régénération, commercialisation et gestion durable. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux-Herbier National du Cameroun, projet «Mise en place de forêts communautaires en périphérie de la Réserve de faune du Dja, Cameroun», 71 p.
- Doyon F. & Lessard G. 2004. Évaluation du modèle d'accroissement par taux de SYLVA II. Rapport d'étude, *Institute Québécoise d'Aménagement de la Forêt Feuillue, Québec*, 34 p.
- Drainville L., 1996. Évaluation du potentiel d'exploitation des ressources forestières non traditionnelles : pièces de bois aux formes utilitaires et décoratives, spores de lycopes, feuilles de thé et gomme d'épinette. Projet n°1109. Programme essais, expérimentation et transfert technologique en foresterie. Métairie du Druide. Québec, Canada: Service d'extension en foresterie de l'est du Québec. 23 p.
- Dupain J., Guislain P., Nguenang G.M., De Vleeschouwer K. & Van Elsacker L., 2004. High chimpanzee and gorilla densities in a non-protected area on the northern periphery of the Dja Faunal Reserve, Cameroon. *Oryx*, 38(2): 209-215.
- Eba'a Atyi R., Lescuyer G., Ngouhouo P.J., Fouda M.T., 2013. Étude de l'importance économique et sociale du secteur forestier et faunique au Cameroun. Rapport final, *Center for International Forestry Research (CIFOR)*, 315 p.
- Eboutou L., Degrande A. & Tabuna H., 2009. Description et état d'exploitation de quelques espèces à hautes valeurs dans le Sud Cameroun. ICRAF, Cameroun, 26 p.
- Egbe E.A., Tabot P.T., & Fonge B.A., 2012. Ethnobotany and Prioritization of some selected tree species in South-western Cameroon. *Ethnobotany Research & Applications*, 10: 235-246.
- Egbe E.A., & Tsamoh T.T., 2018. Vegetation studies of Non-Timber Forest Products (NTFPs) at three sites with varying levels of anthropogenic disturbances in the Southern Bakundu Forest Reserve, Cameroon. *Journal of Ecology and The Natural Environment*. doi: 10.5897/JENE2017.0676.

- Ehiagbonare J.E., & Onyibe H.I., 2008. Regeneration studies on *Pentaclethra macrophylla* Bth. *Scientific Research and Essay*, 3 (11): 531-536.
- Enujiugha V.N., Olotu I.O., Sanni T.A. & Malomo S.A. 2012. The effect of γ -irradiation and cooking on the physicochemical properties of African oil bean seed (*Pentaclethra macrophylla* Benth) and its oil extract. *J. Food Res.*, 1: 189–202.
- Etame-L. G., Ngoule C. C., Mbome B., Kidik P.C., Ngene J. P., Yinyang J., Ebongue O. C., Ngaba G. P. & Dibong D. S., 2018. Contribution à l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans le département du Lom et Djerem (Est, Cameroun). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35 (1): 5560-5578.
- Etoundi C.B., Kuate D., Ngondi J.L. & Oben J. 2010. Anti-amylase, anti-lipase and antioxidant effects of aqueous extracts of some Cameroonian spices. *Journal of Natural Products*, 3: 165-171.
- Evrard Q., Haurez B. & Doucet J-L., 2017. Le rôle des rongeurs dans la dispersion des diaspores en milieu forestier (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 21(1): 66-79.
- Eyog M., Ndoye O., Kengue J., & Awono A., 2006. Les fruitiers forestiers comestibles du Cameroun. CIFOR, Sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme (SAFORGEN). *IPGRI*. 220 p.
- Fankap R., Doucet J.-l., & Dethier M., 2001. Valorisation des produits forestiers végétaux non ligneux en forêt communautaire. In : (W. Delvingt, ed.) *La Forêt des Hommes : Terroirs Villageois en Forêt Tropicale Africaine. Les Presses agronomiques de Gembloux*, Pp. 145–168.
- FAO, 1999. Vers une définition harmonisée des produits forestiers non ligneux. *FAO Unasylva*, 50 (198): 53-94.
- Fargeot F.C.E., & Nasi R., 2004. Reflections on the management of production forests in the Congo Basin. *Bois et Forêts des Tropiques*, (281): 19–34.
- Floret C.H., et Pontanie R., 2001. La jachère en Afrique tropicale. Rôles, aménagement, alternatives de la jachère naturelle à la jachère améliorée. *John Libbey Eurotext, Paris*. 358 pp. ISBN: 2-7099-1442-5.
- Fokou S.I., 2008. Evaluation de quelques produits forestiers non ligneux de la région de Lomié à l'Est du Cameroun. Mémoire d'études supérieures spécialisées (DESS) en sciences forestières. *Université de Yaoundé I, Cameroun*. 56 p.
- Fokunang C.N., Ndikum V., Tabi O.Y., Jiofack R.B., Ngameni B., Guedje N.M., Tembe-Fokunang E.A., Tomkins P., Barkwan S., Kechia F., Asongalem E, Ngoupayo J., Torimiro N.J., Gonsu K.H., Sielenou V., Ngadjui B.T., Angwafor F., Nkongmeneck A., Abena O.M., Ngogang J., Asonganyi T., Colizzi V., Lohoue J. & Kamsu-Kom J., 2011. Traditional Medicine: past, present and future research and development prospect and integration in the national health system of Cameroon. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine*, 8 (3): 284– 295.
- Fondoun J.M., Manga T.T. & Kengue J., 1999. *Ricinodendron heudelotii* (Djansang): ethnobotany and importance for forest dwellers in Southern Cameroon. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 118:1–6.
- Fongzossie F.E., 2003. Dynamique de régénération naturelle de *Gnetum Africanum* et *G. buchholzianum*. Mémoire de DEA Université de Yaoundé I, Cameroun. 57 p.
- Fongzossie F.E., 2012. Structure, composition et diversité floristique du complexe parc national de Kom-sanctuaire à gorilles de Mengamé. Thèse de Doctorat Ph.D. *Université de Yaoundé I, Cameroun*. 267 p.
- Fongzossie F.E., Tsabang N., Nkongmeneck B.A., Nguenang G.M., Auzel P., Christina E., Kamou E., Balouma J.M., Apalo P., Halford, M., Valbuena M., & Valère M.,

2008. Les peuplements d'arbres du sanctuaire à gorilles de Mengamé au sud Cameroun. *Tropical Conservation Science*, 1(3) : 204-221.
- Fongzossie F.E., Nkongmeneck B.-A., Tsabang N. & Nguenang G.M., 2010. The importance of habitat characteristics for tree diversity in the Mengamé gorilla reserve (South Cameroon). *Tropics*, 19(2): 53–66.
- Fongzossie F.E., Ngansop T.M., Zapfack L., Kemeuze V.A., Sonwa D.J., Nguenang G.M., & Nkongmeneck B.-A., 2014. Density and natural regeneration potential of selected commercial non-timber forest products in the semi-deciduous rainforest of Southeastern Cameroon. *African Study Monographs*, 49: 67–88.
- Fongzossie E. & Nkongmeneck B.-A., 2016. Sustainability assessment of Non-Timber Forest Products in South-Eastern Cameroon Rainforests. *Applied Ecology and Environmental Sciences* 4(3): 66–74.
- Fonge A.B., Tabot T.P., Bakia M.-A., & Awah C.C., 2018. Patterns of land-use change and current vegetation status in peri-urban forest reserves: the case of the Barombi Mbo Forest Reserve, Cameroon. *Geology, Ecology and Landscapes*. doi: 10.1080/24749508.2018.1508981.
- Forget P.-M., 1989. La Régénération Naturelle D'une espèce Autochore de La forêt Guyanaise: *Eperua falcata* Aublet (Caesalpiniaceae). *BIOTROPICA*, 21(2) : 115-125.
- Foundjem-Tita D., Degrande A., D'Haese M., Van Damme P., Tchoundjeu Z., Gyau A., Facheux C., & Mbosso C., 2012. Building long-term relationships between producers and trader groups in the Non-Timber Forest Product sector in Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 7(2): 230-239.
- Fraver S., Brokaw N., & Smith A., 1998. Delimiting the gap in the growth cycle of a Panamanian forest, *Journal of tropical ecology*, 14: 673-681.
- Gaoue G.O., Gado C., Natta K.A., and Kouagou M., 2018. Recurrent fruit harvesting reduces seedling density but increases the frequency of clonal reproduction in a tropical tree. *BIOTROPICA*; 50 (1): 69–73.
- Ghazala S. and Soumya p., 2004. Assessing Ecological Sustainability of Non-Timber Forest Produce Extraction: The Indian Scenario. *Conservation & Society*, 2, 2 (2004). SAGE Publications New Delhi/Thousand Oaks/London
- Green R.H., 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Res. Pop. Ecol.*, 8: 1-7.
- Guedje M.N., 2002. La gestion des populations d'arbres comme outil pour une exploitation durable des produits forestiers non ligneux : l'exemple de *Garcia lucida* (Sud Cameroun). Thèse de doctorat : Université Libre de Bruxelles, Belgique. 226 p.
- Guedje N.M., Fokunang C.N, Jiofack T.R.B., & Dongmo F.R., 2010. Opportunités d'une exploitation soutenue des plantes médicinales dans l'aménagement forestier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4) : 1346-1372.
- Guoyu L., Hua Z., Min C., Yuehua H., Hong W., Xiaobao D., Shishun Z., Jungyun C., Jianguo H., Youcai H., Linyun L., Hailong X. & Junping S., 2009. Spatial dispersion patterns of trees in a tropical rainforest in Xishuangbanna, southwest China. *Ecological Research*, 24: 1117-1124.
- Gwamashi E.T., 2009. Inventaire des espèces ligneuses locales pour le reboisement à des fins énergétiques. Mémoire Master, Université de Kinshasa. <http://www.memoireonline.com>. Consulté le 20 janvier 2018.
- Hakizimana P., Bangirirama F., Havyarimana F., Habonimana B., & Bogaert J., 2011. Analyse de l'effet de la structure spatiale des arbres sur la régénération naturelle de la forêt claire de Rumonge au Burundi. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.*, 9: 46-52.

- Hall J.B. & Swaine M.D., 1981. Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest. Forest vegetation in Ghana. *Geobotany I. Junk, The Hague*. 383 p.
- Havyarimana F., 2009. Impact de la distribution spatiale des espèces arborescentes sur la diversité végétale dans la réserve naturelle forestière de Bururi (Burundi). Mémoire, Université Libre de Bruxelles, Belgique 55 p.
- Havyarimana F., Bogaert J., Ndayishimiye J., Barima S. S. Y., Bigendako M.-J., Lejoly J. & De Cannière C., 2013. Impact de la structure spatiale de *Strombosia scheffleri* Engl. et *Xymalos monospora* (Harv.) Baill. sur la régénération naturelle et la coexistence des espèces arborescentes dans la réserve naturelle forestière de Bururi, Burundi. *Bois et Forêt des Tropiques*, 316 (2): 49-61.
- Hawthorne W.D., 1998. *Afrostryax lepidophyllus*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998:e.T32192A9681190.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32192A9681190.en>. Downloaded on 02 March 2019.
- Hawthorne W.D., 1996. Holes and sums of parts in Ghanaian forest: Regeneration, scale and sustainable use. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 104B: 75-176.
- Hermes C., Döpfer A., Schaefer M.H., Segelbacher G., 2016. Effects of forest fragmentation on the morphological and genetic structure of a dispersal-limited, endangered bird species. *Nature Conservation*, 16: 39-58.
- Hirai M., 2014. Agricultural land use, collection and sales of non-timber forest products in the Agroforest Zone in Southeastern Cameroon. *African Study Monographs Supplementary*, 49: 167–200.
- Honu Y.A.K., & Dang Q.L., 2000. Spatial distribution and species composition of tree seeds and seedlings under the canopy of shrub *Chromolaena odorata* Linn., in Ghana. *Forest Ecology Management*, 164: 185-196.
- Hosogi D. & Kameyama, A., 2006. Timing for the planting method using deciduous forest topsoil in suburb Tokyo. *Jpn. Ecol. Eng.*, 26: 123–131.
- Ichikawa M., 2014. How to Integrate a Global Issue of Forest Conservation with Local Interests: Introduction to the SATREPS Project in Southeastern Cameroon. *African Study Monographs Supplementary*, 49: 3–10.
- Ingram V., 2014. Win-wins in Forest Product Value Chains? How Governance Impacts the Sustainability of Livelihoods Based on Non-timber Forest Products from Cameroon. Amsterdam Institute for Social Science Research, Governance and Inclusive Development Group, *University of Amsterdam, Amsterdam*. 361 p.
- Ingram V. and Bongers G., 2009. Valuation of Non-Timber Forest Product Chains in the Congo Basin: A methodology for valuation. *CIFOR. Yaounde, Cameroon, FAO - CIFOR-SNV-World Agroforestry Center-COMIFAC*. 80 p.
- Ingram V., Ndoye, O., Iponga, D.M., Tieguhong, J.C. & Nasi, R., 2012. Produit Forestier Non-Ligneux: contribution aux économies nationales et stratégies pour développement durable. In: de Wasseige, C., de Marcken, P., Bayol, N., Hiol, F., Mayaux, P., Desclée, B., Nasi, R., Billand, A., Defourny, P. & Eba'a, R. (Eds.), *Les Forêts du Bassin du Congo–Etat des Forêts 2010*. Office des Publications de l'Union Européenne, Luxembourg. 276 p.
- Janzen D.H., 1970. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *The American Naturalist*, 104, (940): 501-528.
- Jesel S., 2005. Ecologie et dynamique de la régénération de *Dicorynia guianensis* (Caesalpiniaceae) dans une forêt guyanaise. Thèse de doctorat de l'institut national agronomique paris-grignon. 285 p.
- Jiagho E.R., Zapfack L., Kabelong B.L.P.R., Tsayem-D.M., Corbonnois J., & Tchawa P., 2016. Diversité de la flore ligneuse à la périphérie du Parc national de Waza

- (Cameroun) », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Vol. 16 (1): 17 p. doi : 10.4000/vertigo.17249
- Jiofack T., Ayissi I., Fokunang C., Guedje N. & Kemeuze V., 2009. Ethnobotany and phytomedicine of the upper Nyong valley forest in Cameroon. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(4): 144-150.
- Jiofack T., Fokunang C., Guedje N., Kemeuze V., Fongnzossie E., Nkongmeneck BA., Mapongmetsem PM. & Tsabang N., 2010. Ethnobotanical uses of medicinal plants of two ethnoecological regions Cameroon. *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2 (3): 60-79.
- Kamgang K.B.V., Ekodeck G.E. & Njilah K.I., 2001. Evolution géochimique des formations latéritiques dans l'écosystème péri forestier du sud-est Cameroun: le site de Kandara. *African Journal of Science and Technology*. 2 (1): 19-32.
- Kendo V., Seppanen K., 2007. The Sale of Non Timber Forest Products from African Forests in London Markets. Rainforest Foundation. 22 p.
- Ketchatang T.P., Zapfack L., Louis-Paul-Roger Kabelong B.L-P.-R., & Endamana D., 2017. Disponibilité des Produits Forestiers Non Ligneux fondamentaux à la périphérie du Parc national de Lobeke. *Vertigo*, DOI: 10.4000/vertigo.18770
- Khan M.L., Rai J.P. & Tripathi R.S., 1987. Population structure of some tree species in disturbed and protected sub-tropical forests of north-east india. *Acta Oecologia: Oecologia Applicata* (France) 8: 247-255.
- Kouadio Y.L. & Doucet J.-L., 2009. Étude du comportement de *Baillonella toxisperma* Pierre (moabi) dans les trouées d'abattage enrichies. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13(2), 317-324.
- Kouame M-T., Mangara A., Soro K. & N'guessan K., 2016. Etude de la germination des graines de *Irvingia gabonensis*, Centre-Ouest de la Côte D'ivoire dans la région du Gôh. *Passages de Paris* 13, 545-555.
- Kumba S., Nshimba H., Ndjele L., De Cannière C., Visser M., & J. Bogaert., 2013. Structure spatiale des trois espèces les plus abondantes dans la Réserve Forestière de la Yoko, Ubundu, République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 31,(1): 53-61.
- Kusters K., Achdiawan R., Belcher B., & Ruiz Pérez M., 2006. Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America. *Ecology and Society* 11(2): 1-22.
- Laird S.A., 2000. L'exploitation du bois d'œuvre et des produits forestiers non ligneux (PFNL) dans les forêts d'Afrique centrale. In: *Recherches Actuelles et perspectives pour la conservation et le développement*. *FAO, Rome*, 53-63.
- Laird S.A., Betafor M., Enanga M., Fominyam C., Itoe M., Litonga E., Mafani J., Menyoli J., Meseke, Mukete W., Motia M., Ndumbe P., Nkefor J., Nning J., Ndam N., Sunderland T., Tchouto P., & Wana M., 1997. Medicinal Plants of the Limbe Botanic Garden. *Limbe Botanic Garden, Cameroon*. 80 p.
- Lemmens R.H.M.J., 2007. *Panda oleosa* Pierre. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editors). *PROTA 14: Vegetable oils/Oléagineux*. [CD-Rom]. *PROTA, Wageningen, Netherlands*. 4 p.
- Leps J. & Kindlmann, P. 1987. Models of the development of spatial pattern of an even-aged plant population over time. *Ecological Modelling* 39: 45-57.
- Lermyte C. & P-Michel. F., 2009. Rapid assessment of dispersal failure and seedling recruitment of large-seeded non-timber forest products trees in a tropical rainforest. *Mongabay.com Open Access Journal - Tropical Conservation Science*, 2 (4):404-424.

- Lescuyer G., 2010. Importance économique des produits forestiers non ligneux dans quelques villages du Sud-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 304 (2): 15–24.
- Letouzey R., 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500000. Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée. Institut de l'internationale de la végétation, Toulouse, France. 240 p.
- Letouzey R., 1986. Manuel of forest botany tropical Africa, general botany (translation by huggett R.) *Nogent-sur-Marne, France. CTFT*, 194 p.
- Lieberman D., Lieberman M. & Martin C., 1987. Notes on seeds in elephant dung from Bia National Park, Ghana. *Biotropica*, 19:365–369.
- Ludwig A.J. & Reynolds J.F., 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. New York, USA, Wiley Interscience, 337 p.
- Madzou Y., 2003, Démographie et socio-économie des villages Zoulabot 1, Song 1, Bintom et le camp forestier TNS situés en zone forestière de la région nord de Boumba Bek (sud-est Cameroun), Contribution pour la conservation et le développement durable, 69 p.
- Manoj D., Asha D., Sunil B., and Munesh K., 2008. Community structure and regeneration potential of natural forest site in Gangotri India. *J. basic appl. sci.* 4 (1): 49-52.
- Mapaga D., Ingueza D. & Louppe D., 2002. *Moabi*. Fiche technique, Cirad, 4 p.
- Mbolo M., 2002. Etude détaillée sur la collecte et l'analyse des données statistiques des Produits forestier Non-Ligneux au Cameroun 70 p.
- Mc. Carth Y.J., 2001. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environ. Rev.*, 9:1–59.
- Medzogue D. & Julves C., 2007. Transformation et valorisation des produits forestiers non ligneux: le Moabi (*Baillonella toxisperma*). Fiche technique, Projet DACEFI. Union Européenne. 16 p.
- Medzogue D. & Julves C., 2007. Transformation et valorisation des produits forestiers non ligneux: le Ndansang (*Ricinodendron heudelotii*). Fiche technique, Projet DACEFI. Union Européenne. 16 p.
- Miller R., 2005. Écologie. Bruxelles, Belgique, De Boeck & Larquier, 821 p.
- Miquel S., 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. Bulletin de Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4^e série, 9 section B, *Adansoniano*. 1: 101–121
- Mitchell A., 2005, The ESRI Guide to GIS analysis: Volume 2, spatial measurements and statistics and zeroing. In: *Geographic information systems at work in the community*, 190 p.
- Moegenburg S.M., & Levey D. J., 2002. Prospects for conserving biodiversity in Amazonian extractive reserves. *Ecology Letters*, 5: 320–324.
- Morisita J.M., 1962. Id-index, a measure of dispersion of individuals. *Res. Popul. Ecol.* 4:1-7.
- Mouamfon M., Guedje N.M., Pepainyiene I., Zapfack L., Nguéguim R.J., & Lejoly J., 2015. *Pentaclethra macrophylla* Benth. dans la forêt communautaire de Payo (Est Cameroun): inventaire, productivité et commercialisation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (1): 200-216
- Mouncharou G., & Ngnegue U.P.R., 2001. Contribution à la mise en place du système de suivi de la lutte anti-braconnage et de l'abattage de l'éléphant dans la région du Sud-Est Cameroun. *WWF jengi-SE project*. 47p.
- Moupela C., Vermeulen C., Kasso D. & Doucet J-L., 2011. Le noisetier d'Afrique (*Coula edulis* Baill.). Un produit forestier non ligneux méconnu, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 15 (3): 451-461.

- Muhanguzi H.D.R., Obua J. & Oryem-Origa H., 2007. The effect of human disturbance on tree species composition and demographic structure in Kalinzu Forest Reserve, Uganda. *African Journal of Ecology*, 45 (3): 2-10.
- Muhoya, F.K., Kadima, J.N., Ranarivelo, N., Frédéricich, M., Hubert, P. & Djang'eing'a, R.M., 2017. Preliminary Phytochemical Content and Antidiabetic Potential Investigations of *Panda oleosa* (Pierre) Used in Kisangani Areas. *American Journal of Analytical Chemistry*, 8: 564-581.
- Muler E.A., Rother C.D., Brancalion S. P., Naves P. R., Rodrigues R. R., Pizod A. M., 2014. Can overharvesting of a non-timber-forest-product change the regeneration dynamics of a tropical rainforest? The case study of *Euterpe edulis*. *Forest Ecology and Management* 324:117–125.
- Nath C.D., Pélissier R., Garcia C., 2010. Comparative efficiency and accuracy of variable area transects versus square plots for sampling tree diversity and density. *Agroforest Syst.* 79: 223–236. DOI 10.1007/s10457-009-9255-5
- Ndah N.R., Chia, E.L., Egbe E.A., Bechem & Yengo, T. 2013a. Spatial distribution and abundance of selected exploited non-timber forest products in the Takamanda National Park, Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(6): 378-388. doi :10.5897/IJBC2012.0540
- Ndah N.R., Egbe E.A., & Bechem E., 2013b. Species composition, diversity and distribution in a disturbed Takamanda Rainforest, South West, Cameroon. *African Journal of Plant Science*. 7 12: 577-585. doi: 10.5897/AJPS2013.1107
- Ndangalasi H.J, Bitariho R., Dovie D.B.K., 2007. Harvesting of non-timber forest products and implications for conservation in two montane forests of East Africa. *Biol. Conserv.*, 134:242-250
- Ndoye O., Ruiz-P. M., et Eyebe A., 1997. The market of non-timber forest products in the humid forest zone of Cameroon. Rural Development Forestry Network Paper 22c, ODI, London. 20 p.
- Nfornekah N.B., Tchamba M., Zapfack L., Chimi D.C., Mairong N.F., & Sonke B., 2019. Vascular epiphytes loss in exploited trees of the semi deciduous managed forest of Ndelele, East Cameroon. *Journal of Sustainable Forestry*, DOI: 10.1080/10549811.2019.1602056
- Nga N.E., Pouka K.C., Boumsong N.C.P., Dibong D.S. & Mpondo M.E., 2016. Inventaire et caractérisation des plantes médicinales utilisées en thérapeutique dans le département de la Sanaga Maritime : Ndom, Ngambe et Pouma. *Journal of Applied Biosciences*. 106 : 10333 –10352.
- Ngansop T.M., 2013. Potentiel de régénération naturelle de quelques espèces de produits forestiers non ligneux de la périphérie nord du Parc National de Boumba-Bek, Sud-est Cameroun. Mémoire de Master. Université de Yaoundé 1, Cameroun. 68 p.
- Ngansop T.M., Sonwa J.D., Fongnzossie F.E., Biyé E.H., Forbi P.F., Takanori O., and Nkogmeneck B-A†., 2019a. Identification of main Non-Timber Forest Products and related stakeholders in its value chain in the Gribé village of southeastern Cameroon. *ASC-TUFS working papers*, Kyoto University, Japan. Pp 181-191.
- Ngansop T.M., Biye E. H., Fongnzossie F. E., Forbi P.F. & Chimi D.C., 2019b. Using transect sampling to determine the distribution of some key non-timber forest products across habitat types near Boumba-Bek National Park, South-east Cameroon. *BMC Ecol.*, 19:3.doi.org/10.1186/s12898-019-0219-y
- Ngoufo R., Nouhou N., & Marc P., 2012. État des lieux de la situation économique, écologique et sociale actuelle de l'espace Camerounais du TRIDOM. *Tropenbos International – Programme du bassin du Congo*, Wageningen, Pays-Bas. 145 p.

- Ngueguim J.R., Zapfack L., Youmbi E., Riera B., Onana J., Foahom B. & Makombu J. G., 2010. «Diversité floristique sous canopée en plantation forestière de Mangombe-Edea (Cameroun) », *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, Vol. 14 (1): 167-176.
- Nguenang G.M., 2013. Secondarissations et dynamique cicatricielle de la forêt du Dja (Est-Cameroun):application à l'aménagement des formations secondaires. Thèse de Doctorat Ph. D *Université de Yaoundé I, Cameroun*. 239 p.
- Nguenang G.M, Nkongmeneck B-A, Gillet J-F, Vermeulen C, Dupain J, & Doucet J-L ., 2010. Etat actuel de la secondarisation de la forêt en périphérie nord de la Réserve de biosphère du Dja (Sud-est Cameroun) : influences des facteurs anthropiques passés et des éléphants. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 4(5):1766-1781.
- Njamnshi B. & Ekati J., 2008. Le cas du *Prunus africana*. Troisième atelier panafricain de renforcement de capacités en matière d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages. *Antsiranana, Madagascar*. 21 p.
- Njike N. P. S., 2015. Potentiel de régénération naturelle de quelques produits forestiers non ligneux prioritaire dans le bassin de production d'Akom II (Sud-Cameroun). Mémoire de Master. *Université de Yaoundé I, Cameroun*. 68 p.
- Nkongmeneck B.A., 1998. Processus de secondarissations en forêt dense humide camerounaise. In : La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui : Actes du séminaire Forafri de Libreville, Gabon. Nasi Robert (ed.), Amsallem Isabelle (ed.), Drouineau Sébastien (ed.). *CIRAD-Forêt, CIFOR, FORAFRI. Montpellier: CIRAD-Forêt*, 7 p. ISBN 2-87614-372-0
- Nkongmeneck B.A., 1999. The Boumba-Bek and Nki forest reserves: Botany and Ethnobotany. *WWF Cameroon Research report*. 146 p.
- Nkongmeneck B.A., Nwaga D., Ndemmeze A. & Hallé F., 1996. Graines de *Tetrapleura tetraptera* (Schum. & Thonn.) Taub. (Mimosaceae) d'après leur situation dans la gousse. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 51 :117-124.
- Nkongmeneck B.A., Sonké B., Tchuenguen Fohouo F.N. et Nzooch Dongmo Z., 1991. Végétation pionnière du Sud Cameroun. Rapport de la mission Canopée, 3: 123-125 pp.
- Nkwatoh A. F., Labode P., Iyassa S.M. & Nkwatoh F.W., 2010. Evaluation of *Irvingia* (*I. gabonensis* and *I. wombulu* .Bail) Trade; a major Non-Timber Forest Product in the Ejagham Forest Reserve of South West Cameroon. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 3 (1): 70-77.
- Noubissie E., Tieguhong J. et Ndoye O., 2008. Analyse des aspects socio-économiques des Produits Forestiers non Ligneux (PFNL).en Afrique Centrale. 58 p.
- Oboh G., 2007. *Pentaclethra macrophylla* Benth. In : egetable Oils/Oléagineux, Van der Vossen, Kamilo MGS (éds). PROTA 14: Wageningen, Hollande; [En ligne]. 2007. [http //www.database. prota.org/PROTA html/](http://www.database.prota.org/PROTA.html/) .Consulté le 25 mars 2018.
- Odesanmi O.S, Lawal R.A. & Ojokuku S.A., 2011. Effects of ethanolic extractof *Tetrapleura tetraptera* fruit on serum lipid profile and kidney function in male Dutch-white rabbits. *Nig. Q. J. Hosp. Med.*, 21(4): 299-302.
- Okunomo K., 2010. Germination and Seedling growth of *Parkia bicolor* (A. Cheu) as influenced by nursery techniques. *African Journal of General Agriculture*. 6(4): 187-197.
- Omokhua G. E. & Chima U. D. 2009. Fruiting Efficiency of *Pentaclethra Macraphylla* Benth: A Case Study in Ekpoma and Onne South-south, Nigeria. *An International Multi-Disciplinary Journal, Ethiopia*. 3 (4) :234-240.
- Omokhua G.E., & Ukoimah H.N., 2008. Fruiting Pattern of *Tetrapleura tetraptera* (Schum and thonn) in Benin and ekpoma areas, edo State, Nigeria. *Production Agriculture and Technology Journal*, 4(2): 80–84.

- Onana JM., 2011. The vascular plant of Cameroon. A taxonomic checklist with IUCN assessments. *Flore du Cameroun*, 39: 159 p.
- Onwubiko N.C., Osobie L.C., Ibeawuchi I.I., Nwokoji E.M., Utazi C.O., & Poly-Mbah C.P., 2015. Soil-based Media for Germination and Growth of African Oil Bean (*Pentaclethra macrophylla* Benth) Seedlings. *Thai Journal of Agricultural Science*, 48(1): 1-5
- Orwa CA, Mutua K.R., Jamnadass R.S. & Anthony. 2009. *Agroforestry Data base: a tree reference and selection guide version 4.0.* (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>). Consulté le 10 septembre 2018.
- Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-H. K. & Guinko S., 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 4: 485-491.
- Papadopulos V., & Gordon A., 1997. *Non-timber tree products: A partial inventory of products available in the Mount Cameroon area*. NRI Socio-economic Series, 11 . *Natural Resources Institute, Chatham, UK*. ISBN 0859544656
- Penanjo S., Fongnzossie F. E., Kemeuze V.A. & Nkongmeneck B.-A., 2014. Species Composition and Abundance of Non-Timber Forest Products among the Different-aged Cocoa Agroforests in Southeastern Cameroon. *African Study Monographs, Suppl.* 49: 47–67.
- Peres C.A., Baiderp A., Zuidemal.H.O., Wadt K.A., Kainer D.A., Gomes-Silva R.P., Salomao L.L., Simoes E.R., Franciosi F., Cornejovalverde R., Gribel G.H., Shepard Jr M., Kanashiro P., Coventry D.W., Yu A.R., Watkinson And Freckleton R. P., 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, 80 (302): 2112–2114.
- Perez R.M., Ndoye O., Eyebe A., & A. Puntodewo. 1999. Spatial Characteristics of Non-timber Forest Products Markets in the Humid Forest Zone of Cameroon. *International Forestry Review*, 2(2): 71-83.
- Peters C.M., 1997. Exploitation des produits forestiers autres que le bois en forêt tropicale humide : Manuel d'initiation écologique. *Série générale du programme d'appui à la Biodiversité*, N° 2: 47 p.
- Pitman N.C.A., John W.T., Miles R.S., Percy N.V., David A.N., Carlos E.C., Walter A.P. & Milton A., 2001, Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82 : 2101-2117.
- Plenderleith K. 2000. *Ricinodendron heudelotii*: A State of Knowledge Report Undertaken for the Central African Regional Program for the Environment. Oxford Forestry Institute/University of Oxford, *Oxford*, 45 p.
- Poore D., & Sayer J., 1991. The Management of Tropical Moist Forest Lands: Ecological Guidelines. Second edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 78 p.
- Priso R.J., Nnanga J.F., Etame J., Din N., Amougou A., 2011. Les produits forestiers non ligneux d'origine végétale valeur et importances dans quelques marchés de la région du Littoral - Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 40: 2715 - 2726.
- Puig H., 2001. Diversité spécifique et déforestation: l'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois et Forêts Des Tropiques*, 268 (2) :41-55.
- Pulido MT. & Caballero J., 2006. The impact of shifting agriculture on the availability of non-timber forest products: the example of Sabal yapain the Maya lowlands of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 222: 399–409.
- Riera B., Puig H. & Lescure J-P., 1998. La dynamique de la forêt naturelle. *Bois et Forêt des Tropiques* 219: 69-78.

- Ripley D.B., 1977. Modelling Spatial Patterns. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B: Methodological B*, 39:172-212. DOI: 10.2307/2984796
- Robyns W., 1958. Pandanceae, extrait de la flore du Congo Belge et du Ruanda-Urundi Spermatophytes. Volume VII. *Bruxelles* 4p.
- Rollet B., 1969. La régénération naturelle en forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane Vénézuélienne. *Bois et Forêt des Tropique*, 124: 1938.
- Saki S.J., Mosso K., Sea T. B., & Diopoh K. J., 2005. Détermination de quelques composants essentiels d'amandes de AKPI (*Ricinodendron heudelotii*) en Côte D'Ivoire. *Agronomie Africaine* 17 (2): 137-142.
- Samaké O., Bayala J., Dakouo J-M., Kalinganire A. & Konat A.B., 2011. Régénération naturelle assistée - gestion des arbres champêtres au Sahel. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*, Bamako (Mali), technical handbooks. 40 p.
- Schneemann J., 1995. Exploitation of Moabi in the Humid Dense Forests of Cameroon. Harmonization and improvement of two conflicting ways of exploitation of the same forest resource. *Bos Newsletter*, 14 (2): 20-31.
- Schulze M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M. & Vidal, E., 2008. Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazonia: sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biol. Conserv.*, 141: 2071–2085.
- Schwartz G., Falkowski V. & Peña-C.M., 2017. Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: Short-term responses after reduced-impact logging. *Forest Ecology and Management* 385: 97–103.
- Scott M.L., Soulé, M.E. & Doak, F.D., 1993. The keystone-species concept in ecology and conservation. *Bioscience* 43, 219–224
- Shackleton, S., P. Shanley, & O. Ndoye. 2007. Invisible but Viable: Recognising Local markets for Non-timber Forest Products. *International Forestry Review*, 9(3): 697–712.
- Shahabuddin G., Prasad S., 2004. Assessing Ecological Sustainability of Non-Timber Forest Produce Extraction: The Indian Scenario. *Conservat Soc.*, 2:235-50.
- Silva H.C.H., Caraciolo R. L.F., Marangon L.C., Ramos M. A., Santos L. L. and Albuquerque U. P., 2014. Evaluating different methods used in ethnobotanical and ecological studies to record plant biodiversity. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10:48.doi:10.1186/1746-4269-10-48
- Singh K. D., 1993. L'évaluation des ressources forestières tropicales. *Unasyva*, 44(174): 10-20.
- Sonké B., 1998. Etude floristique et structure des forêts de la réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat: *Université Libre de Bruxelles, Belgique*. 141p.
- Souare K., 2013. Gestion intégrée des espèces ressources clés des Produits Forestiers Non Ligneux végétaux du parc national du Mbam et Djerem et sa périphérie (Cameroun). Thèse de Doctorat Ph. D. *Université de Yaoundé I, Cameroun*. 97p.
- Still M. J. 1996. Rates of mortality and growth in three groups of Dipterocarp seedlings in Sabah, Malaysia. In: M.D. Swaine (ed.) *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*, UNESCO, Paris. 315-332.
- Stoll P. & Bergius, E. 2005. Pattern and process: competition causes regular spacing of individuals within plant populations. *Journal of Ecology*. 93: 395–403.
- Sutherland-G.J.L, Maisels F., 2003. Large mammals of Takamanda Reserve, Cameroon. Monitoring and assessment of Biodiversity program, Washington, DC. In Cosmiskey et al. (eds) Takamanda: The biodiversity of an African Rainforest. Monitoring and Assessment of Biodiversity Program. *Smithsonian Institution, Washington*. 111-127 pp.

- Suleiman M.S., V.O. Wasonga, J.S. Mbau, A. Suleiman, and Y.A. Elhadi 2017. Non-timber forest products and their contribution to household income around Falgore Game Reserve in Kano, Nigeria. *Ecological Processes*, 6: 23.
- Sunderland-G. J.L., Sunderland T.C.H., and Comiskey A.L., 2003. Takamanda Forest, Cameroon, in Comiskey et al. (eds.), Takamanda: The Biodiversity of an African Rainforest. SI/MAB Publications/Smithsonian Institute. 1-8 pp.
- Swaine M.D, Agyeman V.K, Kyere B., Orgle T.K, Thomson J., & Veenendaal E.M., 1997. *Ecology of Forest Trees in Ghana*. ODA Forestry Series No. 7, London, UK., 76 p.
- Tabuna H., 1999. Le Marché des Produits Forestiers Non Ligneux de l’Afrique Centrale en France et en Belgique. ISSN 0854-9818 occasional paper no.19. 35p.
- Tajeukem V.C., Fongnzossie F.E., Kemeuze V.A., & Nkongmeneck B-A., 2014. ‘Vegetation structure and species composition at the northern periphery of the boumba-bek national Park, southeastern Cameroon’. *African Study Monographs, Supplementary Issue* 49: 13–46.
- Tassé B.D., 2006. Impact écologique de l’exploitation de l’écorce de *Prunus africana* (Hook. F.) Kalkman dans la région du Mont Cameroun: Cas de la zone BokwangoMapanja. Mémoire d’Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasse, *Université de Dschang, Cameroun*. 113p.
- Tchatat M., Nasi R. & Ndoye O., 1999. Produits Forestiers Autres que le Bois d’œuvre (PFAB): place dans l’aménagement durable des forêts denses humides d’Afrique Centrale. Projet FORAFRI document 18. 82 p.
- Tchatat M. & Ndoye O., 2006. Étude des produits forestiers non ligneux d’Afrique Centrale : réalités et perspectives. *Bois et Forêts des Tropiques*, 288(2): 27–39.
- Tchatat M., Vabi M., Bidja R., 2002. Gestion durable des Produits Forestiers Non Ligneux au Cameroun: Etat biologique et socioéconomique du secteur et éléments pour l’élaboration d’une stratégie nationale de gestion. MINEF. 84 p.
- Tchatchou B., Sonwa D.J, Ifo S. & Tiani A.M., 2015. Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo : État des lieux, causes actuelles et perspectives. Papier occasionnel 120. *Bogor, Indonésie : CIFOR*. 60 p.
- Tchouamo I.R. & Njoukam R., 2000. Etude de quelques ligneux utilisés en médecine traditionnelle par les Bamilékés des haut-plateaux de l’ouest du Cameroun. *Ethnopharmacologia*, 26: 14-22.
- Tchoundjeu Z., Tsobeng C.A., Asaah E., & Anegbeh P., 2010. Domestication of *Irvingia gabonensis* (Aubry Lecomte) by air layering. *Journal of Horticulture and Forestry*, 2(7): 17-179.
- Tesfaye B., 2005. Recruitment, survival and growth of *Olea europaea* subsp. *cuspidata* seedlings and juveniles in dry Afromontane forests of northern Ethiopia. *Tropical Ecology*, 46(1): 113-126.
- Tesfaye G., Teketay D., Fetene M. & Beck E., 2010. Regeneration of seven indigenous tree species in a dry Afromontane forest, southern Ethiopia. *Flora* 205: 135–143.
- Ticktin T., 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*, 41, 11–21.
- Tieguhong C.J., & Ndoye O., 2007. *The impact of timber harvesting on the availability of Non-Wood Forest Products in the Congo Basin*. Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 50 pp. ISBN 978-92-5-105709-4.
- Tieguhong C.J., V. Ingram, W.A. Mala, O. Ndoye, & S. Grouwels 2015. How governance impacts non-timber forest product value chains in Cameroon. *Forest Policy and Economics*, 61: 1–10.

- Toda M., 2014. People and social organizations in gribe, southeastern Cameroon. *African Study Monographs*, 49: 139–168.
- Toumou A.L., Seck D., Namkossere S., Cisse N., Kandioura N. & Sembene M., 2012. Utilisation des plantes indigènes à effet insecticide pour la protection des denrées stockées contre des insectes ravageurs à Boukoko (Centrafrique). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(3): 1040-1050.
- Tsobeng A., Asaah E., Makueti J., Tchoundjeu Z. & Damme P.V., 2013. Propagation of *Pentaclethra macrophylla* Benth (Fabaceae) through seed and rooting of leafy stem cuttings. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3(12): 10-20.
- Turgeon M., 2003. Aperçu des produits forestiers non ligneux (PFNL). Direction du développement de l'industrie des produits forestiers, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. 11 p. ISBN : 2-550-41107-2.
- Van-Dijk J.F.W., 1999. 'An assessment of non-wood forest product resources for the development of sustainable commercial extraction'. In *Non-wood forest products of central Africa. Current research issues and prospects for conservation and development*. Eds. T.C.H.Sunderland, L.E. Clark, and P. Vantomme, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), pp. 37–49.
- Vermeulen C., Schippers C., Julve C., Mezogue D., Bracke C. & Doucet J., 2009. Enjeux méthodologiques autour des produits forestiers non ligneux dans le cadre de la certification en Afrique centrale. *Bois et forêts des tropiques*, n° 300 (2): 10 p.
- Vivien J., & Faure J.J., 2011. Arbres des forêts denses d'Afrique centrale. *Saint Berthevin, France*, 945 pp.
- Walker R.A. & Sillans R., 1995. Les plantes utiles du Gabon. Ed. Sépia, 614 p.
- Wasseige C., de Marcken, P., Bayol N., Hiol H.F., Mayaux P., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P. & Eba'a R., 2012. Les Forêts du Bassin du Congo–Etat des Forêts 2010. *Office des Publications de l'Union Européenne, Luxembourg*, 276 p.
- Weghe J.P., 2004. Forêts d'Afrique Centrale. La Nature et l'Homme. *Editions Lannoo SA, Tielt Belgique*, 367 p.
- White L., 1998. *Baillonella toxisperma*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T33039A9752397. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33039A9752397.en>. Downloaded on 02 March 2019.
- White L., Edwards, A. eds.. 2000. Conservation research in the African rain forests: a technical handbook. Wildlife Conservation Society, New York. 444 pp.
- Wong J., Thornber K. & Baker N., 2001. Evaluation des ressources en produits forestiers non ligneux expérience et principes de biométrie. FAO programme produits forestiers non ligneux. 137 p.
- World Conservation Monitoring Centre, 1998. *Irvingia gabonensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T33055A9754010. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33055A9754010.en>. Downloaded on 02 March 2019.
- Yasuoka H., 2006. The sustainability of duiker (*Cephalophus* spp.) hunting for the baka hunter-gatherers in southeastern Cameroon. *African Study Monographs* 33: 95-120.
- Yirankinyuki F.F., Danbature W.L., Silas T.V., Poloma A., 2017. Characterization and Determination of Antifungal Activities of Essential Oil Extracted from the Bark of *Afrotyrax lepidophyllus* "Country Onion or Shirum". *Biochemistry and Molecular Biology*. 2(5): 29-33.
- Zapfack L. & Ngobo N. M., 2001a. Inventaire participative des produits forestiers non ligneux de la forêt de Djoum. Rapport IR1/CARPE. 55 p.

Zapfack L. & Ngobo N. M., 2001b. A participatory survey and inventory of timber and non-timber forest products of the Tikar plain. A report for IR1/CARPE. 57 p.

ANNEXES

Annexe 1: Fiche de collecte des données

FICHE DE COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN N° de fiche.....								
N° du transect.....Date.....Nom du collecteur.....								
N°	Types d'utilisation de terre	Distance	Waypoint	Nom en Baka	Nom en Kounabembé	DBH	Présence des fruits	Remarques
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

Annexe 2: Produits Forestiers Spéciaux et Produits Forestiers Non Ligneux par catégorie (Anonyme, 2019).

Nom local	Nom scientifique	Partie utilisée	Critères			Catégorie
			Importance marché	Niveau de vulnérabilité	Importance sociale	
Ebene	<i>Diospyros crassiflora</i>	Bois	élevée	élevé	faible	A
Funtumia	<i>Funtumia africana</i>	Bois	élevée	moyen	faible	A
Gomme arabique	<i>Acacia spp.</i>	Sève	élevée	elevé	faible	A
pygeum	<i>Prunus africana</i>	Ecorce	élevée	élevé	faible	A
Yohimbe	<i>Pausinystalia johimbe</i>	Ecorce	élevée	Moyen	faible	A
Candle stick		Tige	élevée	faible	faible	B
Charbon de bois vert vert		Bois	moyen	élevé	important	B
Perches		Tige	faible	moyen	important	C
Tooth stick		Tige	elevé	moyen	moyen	B
Voacanga	<i>Voacanga africana</i>	Fruit	elevé	moyen	faible	B
Eru,okok	<i>Gnetum spp.</i>	Feuille	moyen	élevé	élevée	C
Black, aiele	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Fruit	faible	faible	important	C
Ezezag, njangsang	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Graine	moyen	faible	important	C
Allanblanckia	<i>Allanblanckia spp.</i>	Graine, graine, racine	faible	faible	important	C
Bambou de chine	<i>Bambusa spp.</i>	Tige	moyen	faible	important	C
Bitter kola	<i>Garcinia kola</i>	Graine	moyen	faible	important	C
Bois de feu		Bois	faible	moyen	important	C
Bush onion/ Rondelle	<i>Afrostryax lepidophylla</i>	Ecorce et graine	moyen	faible	important	C
Dattier du désert	<i>Ballanites aegyptica</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Ding, ozek, denko	<i>Monodora myristica</i>	Graine	moyen	faible	important	C
Ebai, plat plat, mbaklaka	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Graine	moyen	faible	important	C
Ekuk	<i>Alstonia boonei</i>	Ecorce	moyen	faible	important	C
Esekeseke, Apkwa, Aidon	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Essok	<i>Garcinia lucida</i>	Ecorce	Faible	moyen	important	C
Feuilles de Maranthacées	Maranthaceae	Feuille	moyen	faible	important	C
Ginseng	<i>Vernonia guineensis</i>	Racines	moyen	faible	important	C
Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Mbongo	<i>Aframomum spp.</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Ndo'o, mangue sauvage	<i>Irvingia gabonensis, I. wombulu</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Noisettes	<i>Coula edulis</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Noix de raphia	<i>Raphia spp.</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Olom	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Ecorce et graine	moyen	faible	important	C
Poivre	<i>Piper guineensis</i>	Graine	moyen	faible	important	C
Rauvolfia	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Rônier	<i>Borassus spp.</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Rotin, rattan	<i>Oncocalamus spp., Eremospatha spp., Laccosperma SPP</i>	Tige	moyen	moyen	important	C
Vanille sauvage	<i>Xylophia aethiopica</i>	Fruit	moyen	faible	important	C
Ziziphus	<i>Ziziphus jujuba</i>	Graine	moyen	faible	important	C

Annexe 3: Liste des produits de forêt commercialisés à Gribé de 30 août, 2012–10 juin, 2013 (Hirai, 2014).

Category	Name	Total sales ¹	Sale from the villagers to merchants within Gribé village				Sale from the villagers in Gribé village to merchants from cities			
			Baka		Konabembe		Baka		Konabembe	
			No. sales cases	Sale Price	No. sales cases	Sale Price	No. sales cases	Sale Price	No. sales cases	Sale Price
Crop	<i>Cucumis</i> sp. (Seed)	39,000			2	39,000				
	Red pepper (fresh)	5,400			10	3,400				
	Red pepper (dry)	300						2	28,000	
	Plantain	2,000			1	2,000				
Tree crop	Cacao bean	22,359,850	9	106,300	696	20,977,950				
	Avocado	4,975			13	4,625				
Wild fruit	<i>Diospyros</i> spp.	28,500			2	28,500				
	<i>Ricinodendron heudelotti</i> (fruit)	52,500	132	50,400	2	1,100				
	<i>R. heudelotti</i> (nucleus)	27,700	50	25,700						
	<i>R. heudelotti</i> (kernel)	1,333,300	4	10,500	228	965,300				
	<i>Afrostyrax lepidophyllus</i>	106,600	1	600	4	8,500			1	97,500
	<i>Cola</i> spp.	17,000			5	5,000			3	12,000
	<i>Baillonella toxisperma</i> (seed)	1,000	1	1,000						
	<i>B. toxisperma</i> (oil)	3,000			1	3,000				
	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	103,600	8	4,700	43	47,900			10	38,000
	<i>Beilschmiedia louisii</i>	22,500	10	3,900	22	16,100				
	<i>Monodora myristica</i>	400	1	400						
	<i>Iringia gabonensis</i>	2,220,750	34	185,700	51	491,600	2	5,200	74	1,346,250
	<i>Piper guineense</i> (dried)	33,050	18	16,150	20	10,900				
	<i>P. guineense</i> (fresh)	12,000	6	2,000						
	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	219,150	24	66,400	31	94,750			2	12,000
<i>Aframomum</i> spp. (fresh)	1,436,400	444	419,700	458	526,000	1	1,500	8	52,900	
<i>Aframomum</i> spp. (short)	2,000									
<i>Aframomum</i> spp. (long)	14,500	1	2,000	2	9,500					
<i>Aframomum</i> spp. (dry)	47,000			3	8,000					
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	700							1	700	
Wild leaf	<i>Gnetum africana</i>	41,700	135	37,900	6	1,900				
Mushroom	Mushroom	237,100	6	2,600	28	32,500			5	128,000
	(specie unknown)									
Palm	<i>Raphia monbuttorum</i> (stem)	2,600			2	2,600				
	<i>R. monbuttorum</i> (leaf)	5,400			3	5,400				
Livestock	Chicken	58,500			22	50,500				
Bushmeat	Pangolin	46,500	6	6,000					12	40,500
	Pangolin (Scaled skin)	14,500	8	14,500						
	Wild hog	3,500	2	3,500						
	Duiker	13,400	2	3,900	5	9,500				
	(<i>Cephalophus</i> sp1.)									
	Duiker	2,000			1	2,000				
	(<i>Cephalophus</i> sp2.)									
	Duiker	7,800	2	7,800						
	(<i>Cephalophus</i> sp3.)									
	Porcupine	3,000			2	3,000				
Turtle (<i>Kinxyys</i> sp.)	4,500	1	1,500	1	1,500					
Smoked animal	1,500			2	1,500					
Fish	Smoked fish	65,500			6	7,000				
	Fresh fish	1,500								
Total		28,602,175	905	973,150	1,672	23,360,525	3	6,700	118	1,755,850

¹: There were cases where the villagers from surrounding villages sold the product to the merchants staying in Gribé. The total sale price includes the sales from other villages (2,505,950 FCFA).

Annexe 4: Variation de la densité des individus des huit espèces à PFNL par rapport à la distance au village

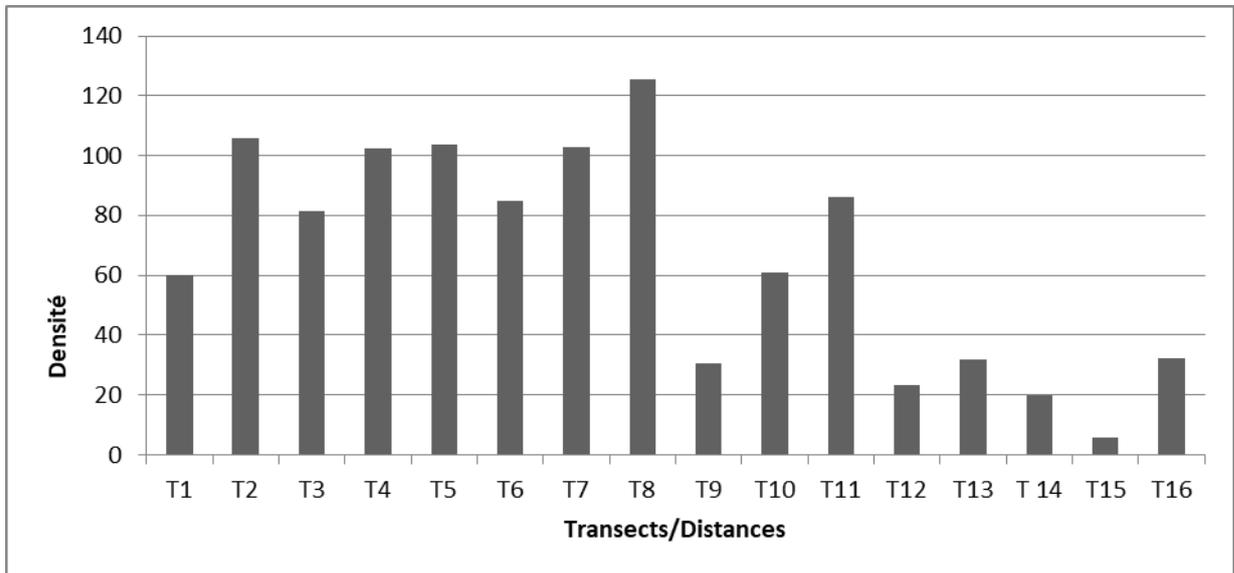


Fig. 34. Variation de la densité des individus par rapport à la distance au village

Annexe 5: Jeunes plants de *R. heudelotii*

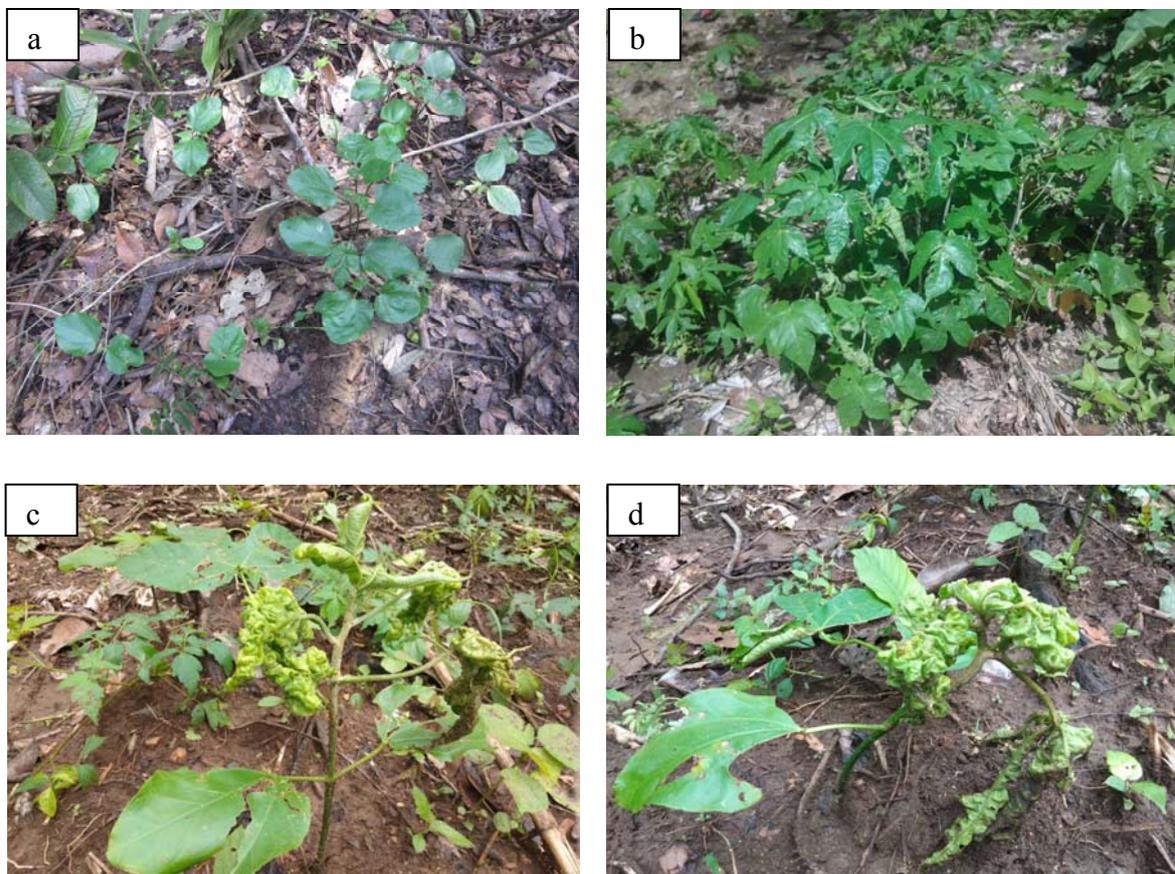
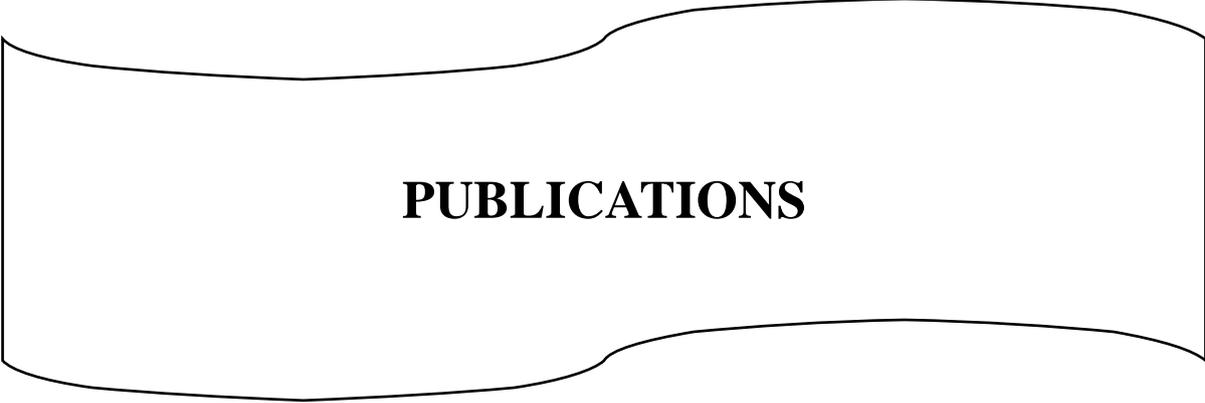


Fig. 35. Jeunes plants de *R. heudelotii*: (a) et (b) plantules germées en plein ensoleillement; (c) et (d) jeunes plants attaqués par les parasites



PUBLICATIONS

DENSITY AND NATURAL REGENERATION POTENTIAL OF SELECTED NON-TIMBER FOREST PRODUCTS SPECIES IN THE SEMI-DECIDUOUS RAINFOREST OF SOUTHEASTERN CAMEROON

Evariste FONGNZOSSIE FEDOUNG

Higher Teacher's Training School for Technical Education (ENSET), University of Douala

Marlène NGANSOP TOUNKAM

Louis ZAPFACK

Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Yaoundé I

Victor Aimé KEMEUEZE

Department of Plant Biology, University of Ngaoundéré

Denis Jean SONWA

Center for International Forestry Research (CIFOR)

Guy Merlin NGUENANG

German Cooperation, GIZ-ProPSFE program, Bertoua - Cameroon

Bernard-Aloys NKONGMENECK

Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Yaoundé I

ABSTRACT This study was conducted to determine the population structure and the status of natural regeneration for eight edible and/or commercial wild fruit tree species (*Afrostryax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* and *Tetrapleura tetraptera*) in semi-deciduous rainforest of southeastern Cameroon. We established 16 transects with 5 km in length and 20 m in width each. Along each transect, all individuals, from seedlings to mature trees, of the eight species were recorded and their diameter at breast height (DBH) was measured. The results show high density values for *Afrostryax lepidophyllus* ($32.0 \pm \text{SD } 26.1$ stems/ha), *Ricinodendron heudelotii* (10.3 ± 18.5 stems/ha), *Pentaclethra macrophylla* (11.3 ± 8.2 stems/ha) and *Scorodophloeus zenkeri* (7.4 ± 12.8 stems/ha). The lowest density was reported for *Baillonella toxisperma* (0.1 ± 0.1 stems/ha). The investigated species have numerous seedlings, saplings and young trees, except *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera* (0.04, 1.05, 0.51 and 0.37 individuals of DBH < 5 cm per ha, respectively). They have relatively low natural regeneration index and are considered of priority for conservation in this forest. The study demonstrates the need to intensify the domestication or assisted natural regeneration of these wild fruit trees in degraded areas and to develop innovative approaches to multiple-use forestry, which could include NTFPs, timber and environmental services.

Key Words: Population structure; Natural regeneration; NTFP; Conservation.

INTRODUCTION

The Central Africa region is endowed with a great diversity of flora and fauna. The heart of this region, the Congo Basin, has the second largest contiguous rain-

forest in the world after the Amazon Basin. Cameroon is part of this Congo Basin. It has 22.5 million hectares of forest, which cover 48% of the land base (de Wasseige et al., 2009). These forests are home to a wide variety of fauna, including 250 species of mammals, 542 fishes, 848 birds, 330 reptiles, and 200 amphibians (Fomété & Tchanou, 1998). The country's flora is estimated to comprise about 10,000 species, of which 7,850 have already been documented at the national herbarium of Cameroon (Onana, 2011). Most of the country's biodiversity is located in forested areas and the lower Guinean forest, which is renowned for its high number of endemic plant and animal species (Devers & van de Weghe, 2007). This richness in plant diversity provides timber and Non-Timber Forest Products (NTFPs) that contribute to the national economy and support the lives of millions of rural and urban citizens. NTFPs, as defined by the United Nations Food and Agricultural Organization, are "goods of biological origin other than wood derived from forests, other wooded lands and trees outside forests" (FAO, 1999). NTFPs provide people with foods, medicinal plants, ornamental plants, energy, building materials, fishing equipment, and various other goods and have great socio-cultural and religious values. About 80 percent of the population of central Africa depends on NTFPs to meet their daily needs, including income and employment (Walter & Mbala, 2006).

The past decade has witnessed a rapid increase of interest in NTFPs. Conservation and development organizations have demonstrated that NTFPs contribute to rural livelihoods, thereby providing an incentive for the conservation of forests (van Rijsoort, 2000; Marshall et al., 2003). Many studies have documented the utilization of NTFPs and their impacts on poverty reduction, livelihood improvement and environmental sustainability in Cameroon (Doucet & Koufani, 1997; Ndoye et al., 1997; Tabuna, 1999; Fankap et al., 2001; Mbolo, 2002; Vermeulen & Doucet, 2004; Tchataat & Ndoye, 2006; Manirakiza, 2007; Awono et al., 2009; Lescuyer, 2010). Peters et al. (1989) estimated that the long-term economic returns from tropical forests managed for NTFPs are greater than the net returns from timber or forest conversion to agriculture. Many studies showed that harvesting NTFPs has a low impact on forest ecosystem, which complies with forest conservation objectives (van Dijk, 1999; Wong et al., 2001). With regards to climate change mitigation, some studies have recently noted that the utilization of NTFPs is compatible with the REDD⁺ mechanism for "reducing emissions from deforestation and forest degradation including conservation, sustainable management of forest and enhancement of forest carbon stock." Thus, promoting NTFPs which are deforestation-free commodities are an additional market-based approach to conservation (Peña, 2010).

However, many studies of NTFPs have concentrated more on socio-economic issues than their biology. Because of their importance to local livelihoods and biodiversity conservation, there is a need to accurately quantify the availability of NTFPs in terms of growing stock and yields. The identification of sustainable harvesting options is also critical (Wong et al., 2001; Ojha & Bhattarai, 2003). As suggested by Peters (1994), a process for utilizing NTFPs should begin with the selection of species or products, including market research, an inventory of the resource, the assessment of growth and yield predictions, the determination

of sustainable harvest levels, management planning and monitoring. Resource inventories can be used to estimate the potential of particular products for which increased commercialization is sought, or to provide supporting data for the determination of quotas, especially for products, such as bark of *Prunus africana* (Red stinkwood) from Cameroon, that are subject to national legislation or international treaties (e.g., the Convention on International Trade of Endangered plant and animal Species – CITES) (Ingram et al., 2009).

Sustainable management of natural forests depends on their ability to regenerate. In this respect, understanding natural regeneration processes and the distribution of recruits is of paramount importance to estimating the future forest structure and composition (Ceccon et al., 2006; Tesfaye et al., 2002) and to create or enforce conservation regulations (Schaafsma et al., 2011). The regeneration status/potential of a species can be assessed from the population dynamics of seedlings and saplings in the forest community (Duchok et al., 2005). Several studies have predicted the regeneration status of tree species based on the age and diameter structure of their populations (Pritts & Hancock, 1983; Bhuyan et al., 2003). A population structure characterized by the presence of sufficient number of seedlings, saplings and young trees exhibits satisfactory regeneration potential, while an inadequate number of seedlings and saplings is indicative of poor regeneration potential (Saxena & Singh, 1984).

In Cameroon, only a few quantitative ecological assessments of NTFPs have been performed (van Dijk, 1999; Zapfack & Ngobo, 2001a; 2001b; Guedje, 2002; Fongzossie, 2003; Fokou-Sakam, 2008; Nnanga et al., 2012; Ndah et al., 2013). Most of these studies reported low densities for most NTFP species, especially those used as commercial timber species, within natural forests. Similar observations were obtained from an NTFP survey conducted by the Organization for Environment and Sustainable Development in 48 rainforest communities in South Cameroon (Fongzossie et al., 2009). All of these studies recommended the domestication of NTFP species to allow their management in anthropogenic land use types. They also suggested that the development of silvicultural enhancements of selected NTFP species is a promising option to sustainably raise farmers' incomes. Similarly, an NTFP expert meeting held in Limbé in 1998 mentioned the need for ecological research of NTFPs to be made available to local communities, other resource users and decision-makers for the full value of the forest to be reflected in forest use decisions (Sunderland et al., 1998).

Despite these warnings, country- or region-wide quantitative ecological data on NTFPs are scarce. There is a lack of scientific evidence on the impact of fruit gathering on the regeneration of most NTFP species. The lack of data on densities, yields, and annual increments of harvestable stock makes it impossible to be confident about the sustainability of future supplies. Moreover, for commercial species, the delivery of harvesting licenses, as well as the determination of harvest quotas, as provided by Cameroon's forest law, are not based on knowledge of the availability, distributions, yields or natural regeneration capacities of wild populations (SNV, 2004). Thus, it is likely that some NTFP species are not being harvested sustainably.

As Cameroon's forest law is currently being revised, there has been a growing

demand for NTFP species inventory data from forestry professionals to support decision-making. This research is a case study of eight tree species whose fruits are widely used as subsistence foods and/or important cash income sources by people in the study area (Gribe village, southeastern Cameroon). The eight species are: *Afrostryax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Iringia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* and *Tetrapleura tetraptera*. The primary objective was to determine the population structure and the status of natural regeneration of these species. The study seeks to answer the following questions:

- What is the growing stock of these NTFP species in resource use zones of Gribe forests?
- What is the current status of natural regeneration of their populations?
- To what extent could growing stocks sustain the NTFP supply for local people?

The study also discusses the implications of the findings for conservation and sustainable management of these NTFPs.

STUDY AREA

This study was conducted in southeastern Cameroon in Gribe village located at 03°00'10" N and 14°49'25" E, at the northern periphery of Boumba-Bek National Park (Fig. 1). This park is part of the Tri-national Dja-Odzala-Minkébé landscape also called TRIDOM, a transnational conservation complex comprised of Odzala-Koukoua National Park (Congo), Minkébé National Park, Ivindo National Park and Mwagna National Park (Gabon), Dja Fauna Reserve, Mengame Gorilla Sanctuary, Boumba-Bek, Nki and Kom National Parks (Cameroon). As described

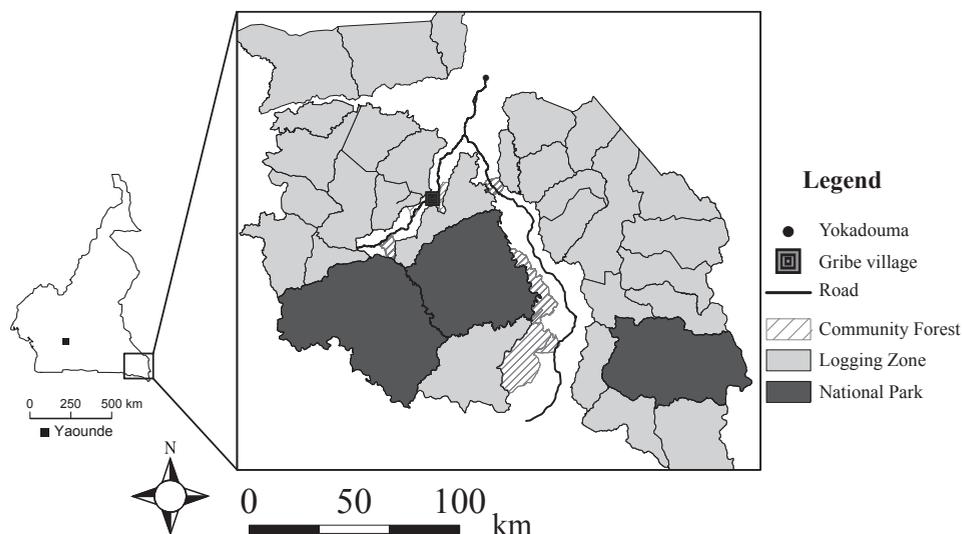


Fig. 1. Location of the study area.

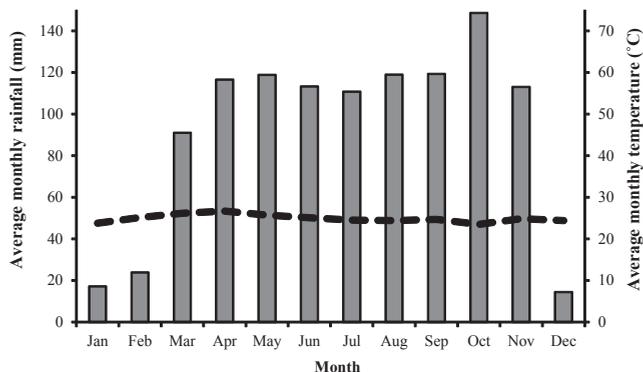


Fig. 2. Monthly temperature and precipitation in the study area.

by Letouzey (1985), the vegetation of this region is semi-deciduous forest mostly comprising Sterculiaceae (e.g., *Triplochiton scleroxylon*, *Cola* spp., *Mansonia altissima*, *Nesogordonia papaverifera*, *Pterygota macrocarpa* and *Sterculia* spp.) and Ulmaceae (e.g., *Celtis* spp. and *Trema orientalis*). Previous mapping and profiling of the vegetation in Boumba-Bek National Park (Nkongmeneck, 1999) identified 390 plant species and a great diversity of habitat types. These include dry and wet savannahs dominated by shrubs like *Dichrostachys cinerea*, *limbali* (*Gilbertiodendron* monodominant forest), gallery forests, dry and wet grasslands, swamp forest dominated by *Alstonia congensis*, *Hallea ciliata*, *Uapaca* spp. and *Lemna paucicostata*, *Raphia* forest, *Mapania* forest with high liana densities, open canopies and very thick understories, Marantaceae forest and *Baphia leptobotrys* forest.

The local population consists of two ethnic groups: the Baka hunter-gatherers and the Konabembe Bantu-speaking agriculturalists. Their livelihoods are dependent upon farming, hunting, gathering, cacao cultivation and NTFPs.

Annual rainfall varies from 1300 to 1600 mm (Sigha-Nkamdjou, 1994) and the average temperature is 25°C (Fig. 2). The area is subject to a Guinean equatorial climate with four seasons divided as follows:

- a major dry season from December to mid-March;
- a minor rainy season from mid-March to June;
- a minor dry season in July and August;
- a major rainy season from late August to November.

METHODS

I. Species Selection

Identification of the most economically important NTFPs was attained through participatory survey with the local population. The following eight species were

selected based on their high frequency of utilization and commercialization at the village level (Hirai, 2014, this issue). Among them, *Baillonella toxisperma*, *Ricinodendron heudelotii* and *Irvingia gabonensis* are listed among the key NTFP species of Central Africa (Clark & Sunderland, 2004):

1. *Afrostryax lepidophyllus* is a rare species with a disjunct distribution. According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) red-list of threatened species, subpopulations of this species have significantly declined, what justifies its presence in the “Vulnerable” category (Hawthorne, 1998).
2. *Baillonella toxisperma* is a large, lowland rain forest species that is only found from southeastern Nigeria to the Democratic Republic of the Congo. It is a valuable timber species that also is prized for the distinctive oil that is obtained from its fruits. Local people also use other parts of the tree for medicines. Fruits of *B. toxisperma* are known to be dispersed by several different animals (Schneemann, 1995). The species is currently listed in the “Vulnerable A1cd” category of the IUCN red-list (IUCN, 2013). It was reported to be overexploited for its timber and is in serious decline in large parts of its range (White, 1998). In Cameroon, because of the threat of extinction, *B. toxisperma* is now under protection by the Ministry of Forests and Wildlife.
3. *Irvingia gabonensis* is indigenous to the humid forest zone of the Gulf of Guinea from western Nigeria east to the Central African Republic, and south to Cabinda (Angola) and the westernmost part of the Democratic Republic of the Congo. The species is currently listed in the “Lower Risk/near threatened” category of the IUCN red-list (IUCN, 2013).
4. *Panda oleosa* occurs from Liberia east to the Central African Republic and the Democratic Republic of the Congo. It is usually an understorey tree in evergreen to semi-deciduous primary forest and thrives on both swampy and dry sites. It can also be found in riverine and periodically flooded forest. Its seeds germinate slowly, starting after 10 months to 4 years. In general, seedlings are not common in the forest, although older trees are reported to be clustered in many areas.
5. *Pentaclethra macrophylla* occurs in the forest zone of West and Central Africa. It is common in primary and secondary forest.
6. *Ricinodendron heudelotii* is a fast-growing tree that often occurs in young secondary forest in the Guinean-Congolese humid forests of West and Central Africa. It is valued for its distinctively flavored seeds, most commonly called “*njansang*” in Cameroon, which are dried and ground and used as flavorings and thickening agents in food (Tchoundjeu & Atangana, 2006). Fruits are produced in large quantities, and most of them remain dormant for about 6 months. They are said to be dispersed by bats, hornbills and rodents (Taylor, 1960).
7. *Scorodophloeus zenkeri* is an evergreen forest species found in tropical Africa from Nigeria to the Democratic Republic of the Congo.
8. *Tetrapleura tetraptera* is widespread in tropical Africa rainforest, especially secondary forest, in riverine forest and savannah woodland (Orwa et al., 2009). *T. tetraptera* is one of the most valued forest species in Central Africa. The fruits and seeds add aroma and flavor to food. In addition, the species has many medicinal uses (Omokhua & Ukoimah, 2008).

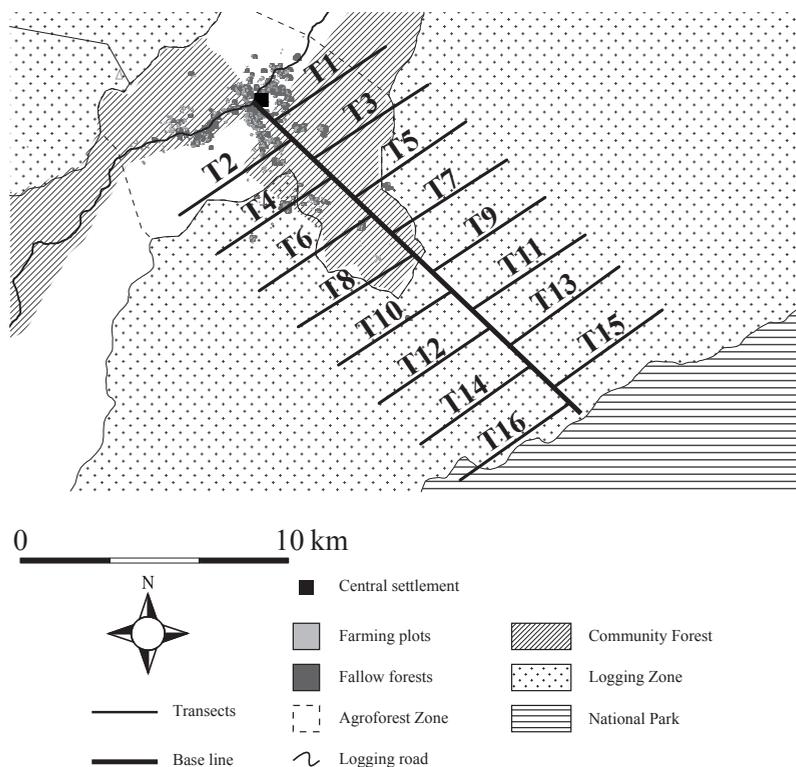


Fig. 3. Schematic of the sampling design used in this study.

II. Data Collection

NTFP species inventory approaches are often based on conventional forestry methods, i.e. sample plots, and transect sampling technique. In scattered populations, plot sampling typically encounters only a few specimens of interest. Because plants often have a very patchy distribution, the ability to cover a large area of ground with modest resources is an important advantage of line transects. We used a sampling design consisting of an approximately 16 km baseline (oriented SE-NW) and 16 transect of 5 km (oriented SW-NE). Sampling was performed within 10 m on both sides of the transects. Thus, the sampled area of each transect was 10 ha. Along each transect, all individuals, from seedlings to adult individuals, of each species were recorded and their DBH was measured. The distance between consecutive transects was 1 km (Fig. 3). The total area sampled was 160 ha.

III. Data Analysis

The total counts for the studied NTFPs were analyzed by species, transect, and diameter class. Tree density was calculated and scaled up to transect diameter-class or whole study area levels using an expansion factor. The size-class distribution of the target species was used to characterize population structures.

To determine and compare the natural regeneration potentials of each species, we calculated a natural regeneration index (NRI), adapted from Hakizimana et al. (2011), based on the ratio between the number of individuals with $0 < \text{DBH} < 5$ cm and the number of individuals with $\text{DBH} \geq 5$ cm. A species was considered to have good regeneration when $\text{NRI} \geq 1$. According to Hakizimana et al. (2011), this threshold value of 1 was chosen because the number of adult individuals in a population is expected to be equal to or greater than the number of young individuals in a normal regeneration situation of a population, (Fargeot et al., 2004).

Analysis of variance (ANOVA) was performed to examine whether NTFP densities varied according to species, and the Spearman correlation analysis was used to examine the relation between distance from the village and seedling density and natural regeneration index of the species.

RESULTS

I. Population Density and Structure

The population census of the eight species showed the greatest density values for *Afrostryrax lepidophyllus* (mean density and the standard deviation was 32.0 ± 26.1 stems/ha). *Baillonella toxisperma* (0.1 ± 0.1 stems/ha) and *Tetrapleura tetraptera* (0.9 ± 0.8 stems/ha) exhibited the lowest densities. Population densities decreased with increasing distance from the village. Starting from the village, the highest densities were found in transects 1 to 8, the first five of which are located in the Communi Forest. The remaining eight transects, located mostly in logged areas, had relatively low densities of NTFP species. *Baillonella toxisperma* (found in six of the transects) and *Scorodophloeus zenkeri* (found in 10 of the transects) had the lowest frequencies of occurrence (Table 1).

The general trend in size-class distribution for all the eight species showed greater numbers of young individuals, and smaller numbers of large diameter trees (Table 2). The highest density of regenerating trees ($\text{DBH} < 5$ cm) was found for *Afrostryrax lepidophyllus* (30.8 stems/ha), followed by *Ricinodendron heudelotii* (9.05 stems/ha) and *Pentaclethra macrophylla* (8.6 stems/ha). For *Afrostryrax lepidophyllus* and *Scorodophloeus zenkeri*, young individuals with $\text{DBH} < 5$ cm accounted for more than 90.0% of the total number of individuals. This ratio was close 87.6% for *Ricinodendron heudelotii*, 76.0% for *Pentaclethra macrophylla*, 54.5% for *Baillonella toxisperma*, 54.0% for *Irvingia gabonensis*, 39.6% for *Tetrapleura tetraptera* and 23.6% for *Panda oleosa*. This general inverted “J” curve of tree distribution is indicative of ongoing regeneration of these species. However,

Table 1. Density of the eight species in each transects and its difference among the species

Species	Density for each transect (stems/ha)																Mean density (stems/ha)	ANOVA*
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	38.3	76.8	46.7	47.9	19.0	53.9	67.1	76.2	12.3	22.2	4.6	6.4	12.0	12.4	2.7	13.6	32.0 ± 26.1	a
<i>Baillonella toxisperma</i>	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1 ± 0.1	d
<i>Irvingia gabonensis</i>	6.6	1.8	4.3	2.2	1.1	2.6	2.4	1.9	1.7	2.2	1.4	0.8	1.0	0.2	0.4	0.5	1.9 ± 1.6	cd
<i>Panda oleosa</i>	2.0	4.0	2.6	2.6	2.2	1.7	2.9	2.0	3.5	3.7	2.2	0.9	1.2	1.0	0.6	1.2	2.1 ± 1.0	cd
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	8.4	18.6	16.9	22.3	1.1	17.7	25.7	19.6	9.0	16.6	5.6	7.8	4.6	3.9	1.2	1.8	11.3 ± 8.2	b
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	3.4	2.8	8.9	3.7	34.2	5.4	3.9	1.6	3.5	15.2	72.1	0.6	9.5	0.0	0.1	0.4	10.3 ± 18.5	bc
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	0.0	0.0	0.0	22.6	45.0	0.1	0.0	23.2	0.0	0.1	0.0	6.5	3.2	2.5	0.3	14.2	7.4 ± 12.8	bed
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	1.3	1.8	2.0	1.1	1.1	2.9	0.6	0.9	0.6	0.8	0.4	0.4	0.3	0.0	0.3	0.4	0.9 ± 0.8	d

*: Mean density values with same letter are not significantly different.

Table 2. Size- class distribution of the eight NTFP species populations

Species	Tree density (stems/ha)						DBH ≥ 50 cm
	DBH < 5 cm	5-20	20-35	35-50	DBH ≥ 50 cm	DBH ≥ 50 cm	
<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	30.79	0.54	0.30	0.19	0.18	0.18	
<i>Baillonella toxisperma</i>	0.04	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	
<i>Irvingia gabonensis</i>	1.05	0.28	0.21	0.09	0.32	0.32	
<i>Panda oleosa</i>	0.51	0.36	0.61	0.45	0.21	0.21	
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	8.58	1.39	0.49	0.33	0.50	0.50	
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	9.05	0.11	0.14	0.13	0.90	0.90	
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	6.69	0.19	0.25	0.17	0.06	0.06	
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	0.37	0.14	0.16	0.18	0.08	0.08	

the lower densities of young individuals of *Baillonella toxisperma*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera* suggest that these species have slow rate regeneration.

As the 16 transects were laid out at 1 km intervals, this distance gradient was used to examine how the densities of seedlings, juveniles and adult trees varied with increasing distance from the village. *Afrostryrax lepidophyllus* and *Pentaclethra macrophylla* showed the greatest distributions of young individuals along this distance gradient. For all the species except *Ricinodendron heudelotii*, the densities of juveniles decreased with increasing distance from the village (Fig. 4). The density of young individuals of *Panda oleosa* was much lower than the density of adult trees (DBH > 5 cm). For *Ricinodendron heudelotii*, the density of adult trees remained constant along the distance gradient, while there was a general tendency for the densities of young individuals to increase with increasing distance from the village.

For trees with DBH < 5 cm, Spearman correlation analysis showed that the density-distance relationship was significant for *Afrostryrax lepidophyllus* (P = 0.004), *Irvingia gabonensis* (P = 0.005), *Panda oleosa* (P = 0.029), *Pentaclethra macrophylla* (P = 0.012) and *Tetrapleura tetraptera* (P = 0.014). The relationship was not significant for *Baillonella toxisperma*, *Ricinodendron heudelotii* and *Scorodophloeus zenkeri*. For trees with DBH ≥ 5 cm, this relationship was significant only for *Afrostryrax lepidophyllus* (P = 0.006), *Panda oleosa* (P = 0.033), *Ricinodendron heudelotii* (P = 0.0002) and *Tetrapleura tetraptera* (P = 0.004)

II. Natural Regeneration Status/potential

During inventories, seedlings and saplings of all eight species were observed. The NRI values were greatest for *Afrostryrax lepidophyllus*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Ricinodendron heudelotii* and *Pentaclethra macrophylla*. These species are in an active regeneration process in the Gribé forest, as shown by their NRI > 1. In contrast, low NRI values were recorded for *Panda oleosa*, *Tetrapleura tetraptera*, *Irvingia gabonensis* and *Baillonella toxisperma*. This result is either due to their poor seeding, poor regeneration or differences in regeneration ability from the aforementioned six species (Fig. 5).

There was a general tendency for NRI values to decrease with increasing distance from the village. The values increased up to a certain distance (7 km for *Afrostryrax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla* and *Panda oleosa*; 5 km for *Scorodophloeus zenkeri*; 11 km for *Ricinodendron heudelotii*) and then started decreasing. For *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera*, the trend was strictly decreasing (Fig. 6). Natural regeneration of *Baillonella toxisperma* was very rare and young and adult trees were scattered in the forest along the distance gradient. The Spearman correlation analysis shows that this distance-NRI relationship was significant only for *Irvingia gabonensis* (P = 0.023) and *Pentaclethra macrophylla* (P = 0.004).

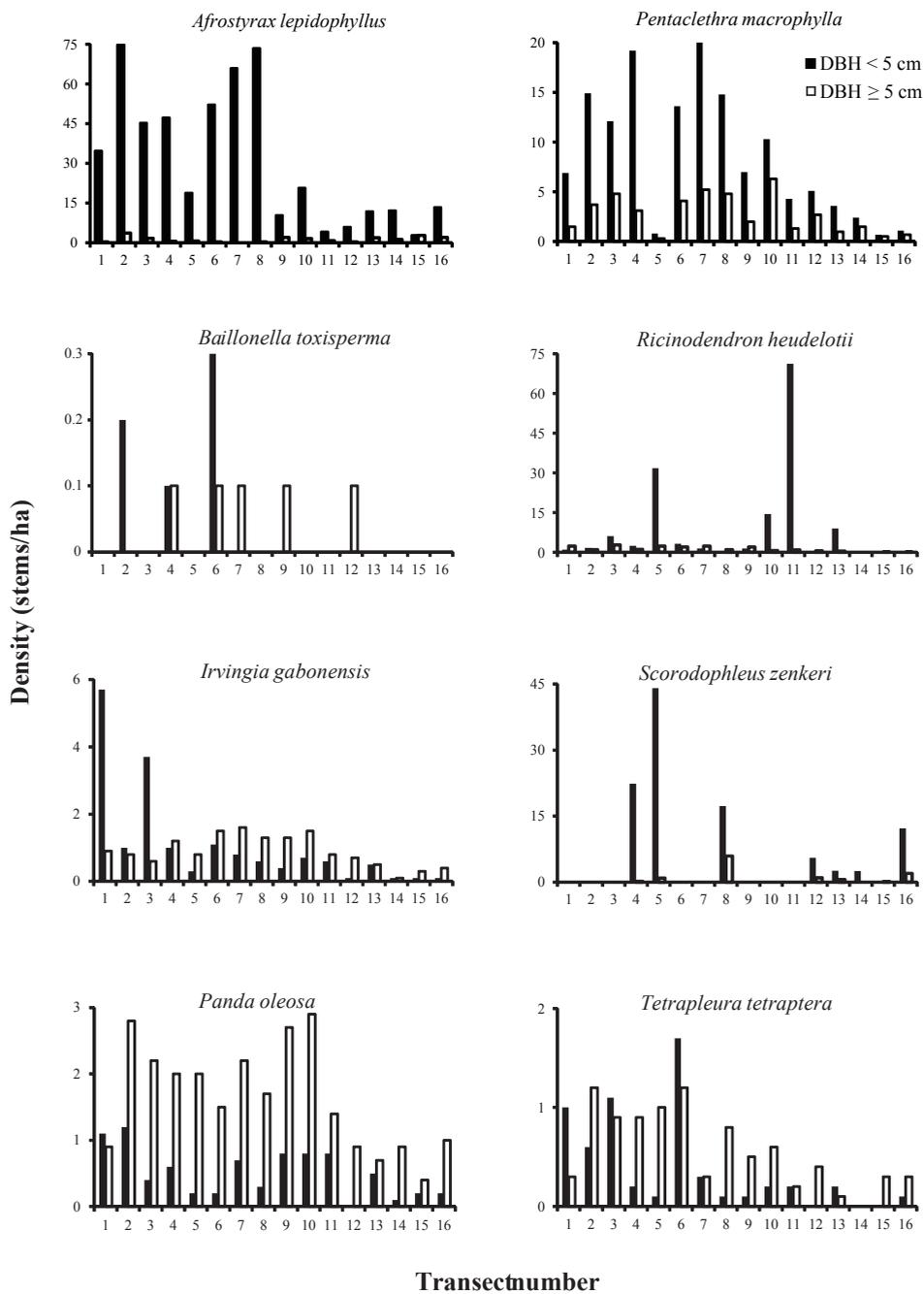


Fig. 4. Variation in the density of juveniles and adult individuals with varying distance from the village.

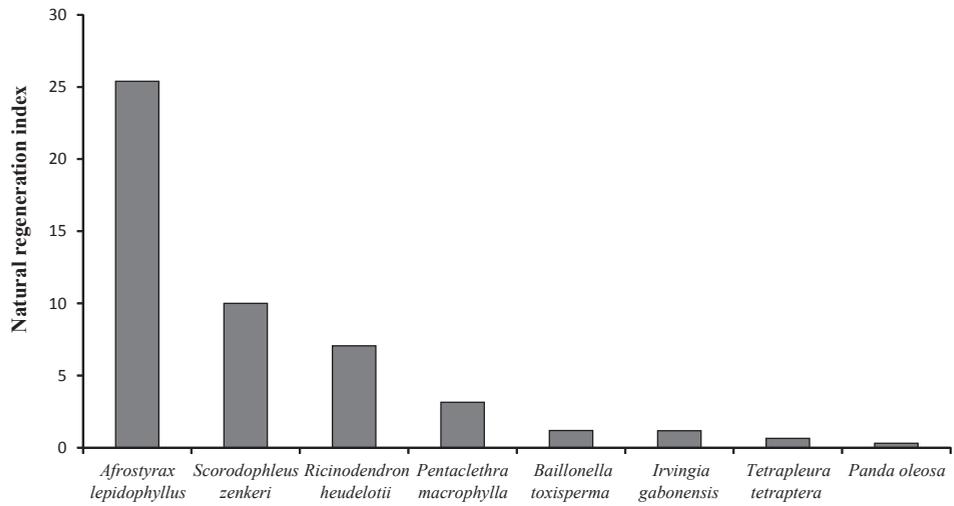


Fig. 5. Natural regeneration index of the eight NTFP species.

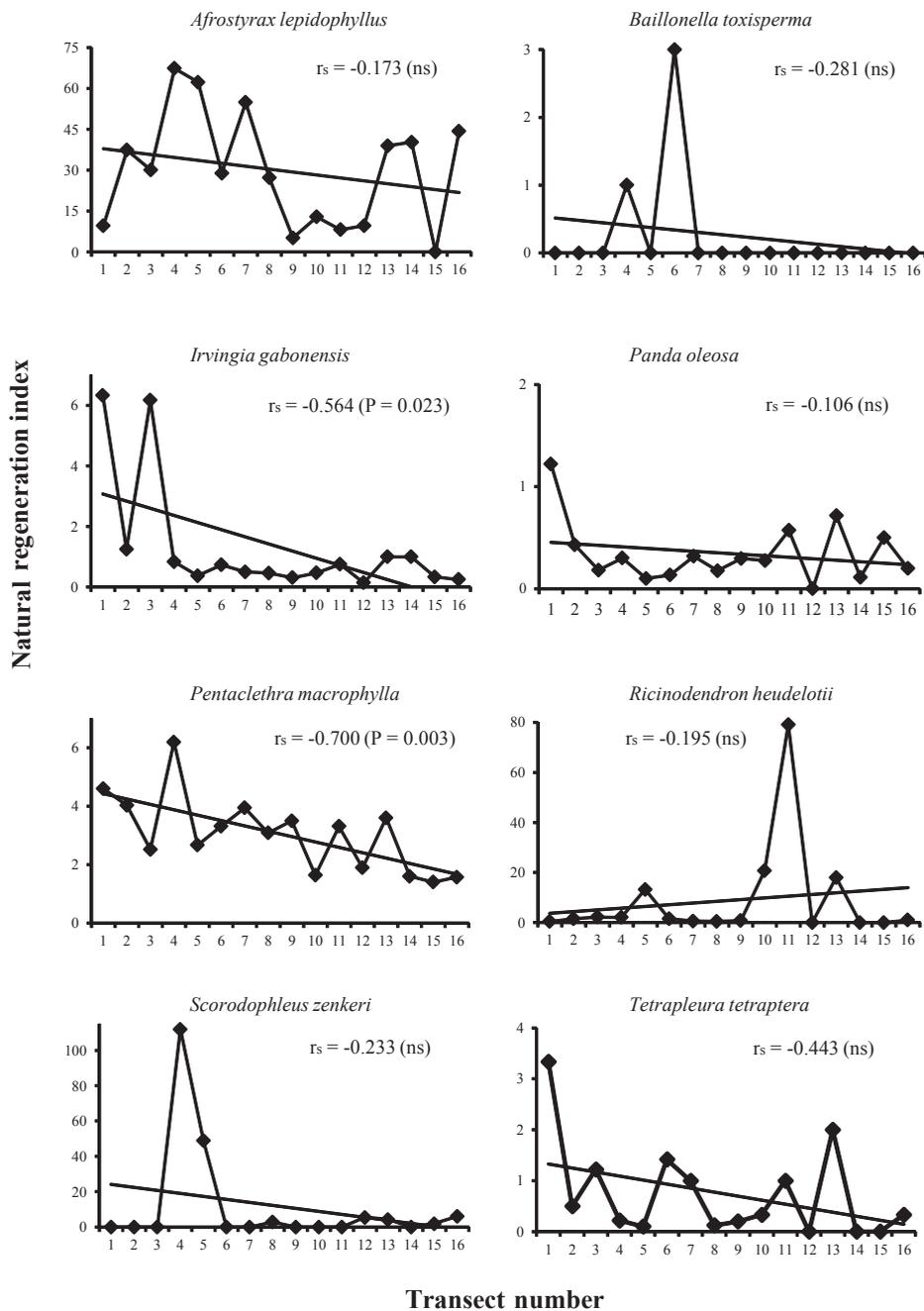


Fig. 6. NRI variation with increasing distance from the village.

DISCUSSION

I. Species Density

The results showed that density values for *Afrostryax lepidophyllus* (32.3 ± 26.1 stems/ha) were higher than those obtained from other studies using similar methodologies. Fokou-Sakam (2008) reported 7.2 stems/ha in the Lomié forest (East Cameroon), Nkongmeneck (1999) found 2.2 stems/ha in Nki National Park and Yasuoka (2009) showed that it was among the second most numerous species in the Zoulabot old-growth forest. The low density of *Baillonella toxisperma* (0.1 ± 0.1 stems/ha) confirms most prior NTFP assessments: 0.8 stems/ha in Lomié forest (Fokou-Sakam, 2008) and 0.3 stems/ha in the Kom-Mengamé forest complex in South Cameroon (Fongnzossie et al., 2010). Greater values were reported by Zapfack & Ngobo (2001a) in the Djoum forest in South Cameroon (2.3 stems/ha). The density of *Iringia gabonensis* (1.9 ± 1.6 stems/ha) was close to the values obtained by Fokou-Sakam (2008) in Lomié forest (2.5 stems/ha) and by Fongnzossie et al. (2010) in the Kom-Mengamé forest (1.8 stems/ha). However, lower values were obtained in Djoum forest (0.8 stems/ha) by Zapfack & Ngobo (2001a), in Nki National Park in southeastern Cameroon (0.7 stems/ha) and in Boumba-Bek National Park (0.4 stems/ha) by Nkongmeneck (1999). For *Panda oleosa*, the density values (1.9 ± 1.2 stems/ha) are similar to those obtained in the Kom-Mengamé forest (2.8 stems/ha) by Fongnzossie et al. (2010) and in Boumba-Bek National Park (2.8 stems/ha) by Nkongmeneck (1999). Lower values (0.3 stems/ha) were reported in Djoum forest (Zapfack & Ngobo, 2001a). Yasuoka (2009) also found that this species was among the top ten ecologically most important in the Zoulabot old-growth forest. The density of *Pentaclethra macrophylla* (11.1 ± 8.2 stems/ha) was found to be higher than that reported in other areas of Cameroon: 2.0 stems/ha in Nki National Park (Nkongmeneck, 1999) and 4.3 stems/ha in Djoum forest (Zapfack & Ngobo, 2001a). The study area had greater numbers of *Ricinodendron heudelotii* (10.3 ± 18.5 stems/ha) compared to Lomié forest (1.3 stems/ha) (Fokou-Sakam, 2008), Boumba-Bek National Park (1.5 stems/ha) (Nkongmeneck, 1999) and the Djoum forest (3.4 stems/ha) (Zapfack & Ngobo, 2001a). For *Scorodophloeus zenkeri*, the density in the study area (7.4 ± 12.8 stems/ha) is lower than those obtained in Nki National Park (29.1 stems/ha) and in Boumba-Bek National Park (15.4 stems/ha) (Nkongmeneck, 1999). The density of *Tetrapleura tetraptera* in the present study (0.9 ± 0.8 stems/ha) is lower than the value of 5.4 stems/ha obtained in the Tikar plain by Zapfack & Ngobo (2001b).

Within the study area, NTFP species growing stock decreased with increasing distance from the village. The best potential harvesting zone lies within 8 km of the village. Beyond this distance, evidence of agricultural activities is rare and the NTFP species densities were greatly reduced, probably as a result of logging and associated activities (tree cutting, road opening, damage caused by felling trees, etc.) that have taken place in recent years. Similar observations were made at the periphery of the Dja Biosphere Reserve, where logging and the intensification of

commercial hunting were reported to cause a reduction in the availability of wild fruits, such as *Baillonella toxisperma*, for local people and large mammals (Betti, 2004).

Vermeulen & Doucet (2004) calculated the number of tree stands needed to meet the demands of the local Badjoué community (about 300 members) living at the border of the Dja Biosphere Reserve. They concluded that it was necessary for these community members to have 26 fructifying *Irvingia gabonensis* trees, 17 *Baillonella toxisperma*, 7 *Ricinodendron heudelotii* and 71 *Trichoscypha* spp. These figures should be doubled in case of the Gribe community, which has approximately 700 inhabitants. Therefore, the growing stock of *Baillonella toxisperma* in the Gribe forest is not sufficient to meet the expected demand of the local population. For species such as *Afrostryax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* and *Scorodophloeus zenkeri*, high population densities should support the commercialization of NTFPs, which could improve the local economy. Also, because the gathering of NTFPs considered to be ecologically less destructive than clear felling for timber, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera*, though having relatively low densities, can still serve as an important source of income provided they have a high fruiting efficiency.

II. Ecology of Natural Regeneration

Recruitment of viable seeds, their germination, seedling establishment and initial seedling growth can be indicators of the regeneration status of a plant community. The processes involved in tree regeneration can be influenced by disturbance regimes and other factors, such as predation, canopy openness, soil moisture availability, as well as biological features of the species, such as their life cycles and behavior. The populations of the investigated species had numerous seedlings, except for *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera*. The very low seedling density of *Baillonella toxisperma* can be attributed to the low density of seed trees, which was caused by excessive selective logging of this species for commercial purposes. Other factors, such as environmental gradient (typically annual rainfall), as well as species-specific regeneration patterns together with disturbance regimes contributed to the low density of this species. For *Irvingia gabonensis*, population numbers have been reported to be declining due to logging operations, the expansion of human settlements and poor natural regeneration (World Conservation Monitoring Centre, 1998). Beaune et al. (2012) also reported a high mortality for *Irvingia* seeds and recruits in forests in the Democratic Republic of the Congo, with seed losses of 54% attributed to predation and 46% to pathogens and seedling losses of 100% due to predation and pathogens. These authors also highlighted density-dependent effects, also named the Janzen-Connell effects, where the mortality of seeds, eggs or other immobile organisms is correlated with their density. A few months after fruiting, a high abundance of seeds and seedlings can be found under seed trees of this species, but they do not survive for long period. *Panda oleosa* seeds are known to germinate slowly, starting after 10 months to 4 years (Lemmens, 2007). One of the major problems facing *Tetrapleura tetraptera* is the threat of extinction caused

by deforestation and forest degradation. In addition, studies in Nigeria show that the fruiting efficiency of this specie (0.05%) is very low (Omokhua & Ukoimah, 2008).

The presence of abundant seedlings of the other species (*Afrostryax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* and *Scorodophloeus zenkeri*) is consistent with a previous report from tropical rainforests (Whitmore, 1996). Their population structures, characterized by sufficient numbers of seedlings, saplings and adults, indicate that they are regenerating successfully. For *Afrostryax lepidophyllus* and *Pentaclethra macrophylla*, their superior natural regeneration can be linked to their good fruiting efficiency and germination capacity. In addition, the high fruit predation of *Afrostryax lepidophyllus* by small mammals ensures the dissemination of seeds throughout the forest. *Pentaclethra macrophylla* has fruits that explode at maturity, scattering seeds at great distances from seed tree, which reduces the density-dependent mortality that occurs when too many seeds germinate at the same time under a seed tree. The helophyte *Ricinodendron heudelotii*, is a gap opportunist and fast-growing pioneer tree (Plenderleith, 2000) that regenerates rapidly in open canopy forest and very poorly under closed canopies. Its high regeneration observed in this study can be attributed to the high degree of disturbances in the forest. *Scorodophloeus zenkeri* is a Caesalpinaceae, a shade-tolerant tree species characteristic of evergreen forest. Its highly clustered population can be attributed to its efficiency in producing dehiscent fruits that open at maturity, thereby liberating numerous light seeds that are dispersed by wind throughout the surroundings of the seed tree.

Clearly, many factors may be responsible for the poor regeneration of NTFP species. The relative contribution of fruit gathering by the local population to the low frequency of small size-classes is not yet known. Research into the various factors that influence regeneration, as well as the development of demographic models that enable the prediction of population trends based on the current population structures, is needed.

III. Management Implications

The findings from this study reveal that the NTFP species *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera* are a priority for conservation or assisted natural regeneration in the Gribé forest because of their low densities and poor regeneration rates. The threats faced by populations of these species are likely to be exacerbated by logging in the Community Forest and forest management units where local residents collect NTFPs. Although this study did not strictly address the influence of logging on the natural regeneration of the species, several studies indicate that logging directly affects species composition and growing stocks in forests ecosystems. In addition, studies of regeneration in African rainforests have demonstrated that without silvicultural treatments, natural succession in logging gaps may be insufficient for the re-establishment of tree species (Doucet et al., 2009). Because the Gribé forest still maintains high plant species richness and diversity (Tajeukem et al., 2014 this issue) and is a complex ecosystem, it is difficult to predict the impacts of logging on the forest

ecosystem. In fact, our study area encompass several land management types (cultivated areas, Community Forest devoted to timber exploitation, logging concession and hunting zone) and much of this forest is covered by Community Forest and logging concession. However, it is also clear that the success of regeneration and the future condition of a logged forest is affected more by what is left than by what is cut from the stand. Thus, it is of critical importance to the future productivity of this forest that logging operators be knowledgeable of species requirements. For instance, special care should be taken to minimize damage to *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera*. In addition, logging of *Baillonella toxisperma*, a multiple-use species whose timber is highly sought after by logging companies, must be stopped in light of the recent regulatory measures taken by the Ministry of Forests and Wildlife. Because of timber exploitation and the poor regeneration capacities of these species, forest authorities should consider revising the regeneration tax (which is currently 10 FCFA/kg for all NTFP species) to make it proportional to the current ecological threats faced by each species.

In addition to the problems posed by logging, field evidence has reported considerable changes in the fruiting occurrence of commercial NTFP trees with high potentials for income generation, such as the ones studied in this research. This has been attributed to climatic variations by most researchers. During many of our investigations in rainforest communities of Cameroon, fruiting occurrence of most NTFPs trees are unceasingly reported as becoming irregular and unpredictable, which imposes new threats to the already precarious livelihoods of forest-dependent communities. The lack of indigenous knowledge and practices related to the regeneration process has made it difficult to address such challenges. Vegetative propagation techniques (cuttings, grafting, layering, etc.) have been developed to regenerate NTFP species, with the aim of producing plants with shorter life cycles (Jaenicke & Beniést, 2002; World Agroforestry Centre, 2011). The World Agroforestry Centre demonstrated that NTFP species, such as *Baillonella toxisperma* or *Irvingia gabonensis*, regenerated through these techniques start fruiting after 3–4 years. Empowering and engaging the local community to intensify land use via the domestication of NTFP species will be advantageous. In addition, exploring distribution pattern of benefits from forestry activities in the Community Forest could enable the development of a multiple-use forestry system, which includes NTFPs, timber and environmental services.

In this regard, recent strategies to reduce carbon emissions through avoided deforestation and forest degradation and enhancement of carbon stocks (REDD⁺) have opened up new opportunities for integrated management of NTFPs and environmental services. Some recent experiences from the Amazon Basin are clear examples of potential ways to bolster the conservation and livelihood benefits of NTFPs by linking their management to emerging markets for environmental services (Duchelle, 2012). This study demonstrates the need for the development of integrated approaches for NTFP management in secondary forests where agroforests might be needed to maintain biodiversity and carbon stocks. Pilot REDD⁺ projects will enable new models to be applied in the Congo Basin forests where most protected areas are threatened by poor management of their peripheries.

CONCLUSION

A careful ecological assessment of NTFP species promotes products that are environmentally and economically sustainable. This study concludes that *Afrostryrax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* and *Scorodophloeus zenkeri* are successfully regenerating in the Gribé forest, as evidenced by the large number of seedlings in these populations. In contrast, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera* exhibited low seedling populations. This low number of seedlings might be attributed to poor seeding of matured trees, seed and/or fruit predation, heavy logging for timber production and physical damage of seedlings and sapling during cuttings, etc. Natural regeneration alone will not be sufficient to maintain the desired growing stocks of these species, and immediate restoration measures should be taken to assist the natural regeneration process. Moreover, basic research into the regeneration process and the utilization of local peoples' knowledge and practices related to the regeneration and management of NTFP species are needed to develop better environmental management tools.

ACKNOWLEDGEMENTS This study was conducted with financial support from the Forest Savannah Sustainability Project (FOSAS), a joint Cameroon-Japan project funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the Government of Cameroon and implemented by the University of Kyoto, the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), the Millennium Ecologic Museum and the universities of Yaoundé 1, Douala and Dschang. We express our gratitude to all staff of this project for their supportive assistance. Finally, we thank our field assistants Assolo Gaston, Assolo Ino, Assolo Jean, Bonawe Gérémi, Nape Pascal, Biap Mermoz, Ntirap Ernest, Pouokam Alphonse and all the people of Gribé village for their cooperation and assistance.

REFERENCES

- Awono, A., A. Djouguep, L. Zapfack & O. Ndoye 2009. The potential of *Irvingia gabonensis*: Can it contribute to the improvement of the livelihoods of producers in southern Cameroon? *International Journal of Social Forestry*, 2(1): 67–85.
- Beaune, D., L. Bollache, B. Fruth, G. Hohmann & F. Bretagnolle 2012. Density-dependent effect affecting elephant-seed dispersed tree recruitment (*Irvingia gabonensis*) in Congo forest. *Pachyderm*, 52: 97–100.
- Betti, J.L. 2004. *Impact of Forest Logging in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon*. Ministry of Environment and Forestry, Yaoundé.
- Bhuyan, P., M.L. Khan & R.S. Tripathi 2003. Tree diversity and population structure in undisturbed and human-impacted stands of tropical wet evergreen forest in Arunachal Pradesh, Eastern Himalayas, India. *Biodiversity and Conservation*, 12(8): 1753–1773.
- Ceccon, E., P. Huante & E. Rincón. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(2): 305–312.

- Clark, L.E. & T.C.H. Sunderland 2004. *The Key Non-timber Forest Products of Central Africa: State of the Knowledge*, SD Publication Series, Technical Paper No. 122. Office of Sustainable Development, Bureau for Africa, U.S. Agency for International Development, Washington, D.C.
- de Wasseige, C., D. Devers, P. de Marcken, R. Eba'a Atyi, R. Nasi & P. Mayaux (eds.) 2009. *The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2008*. Congo Basin Forest Partnership, Luxembourg.
- Devers, D. & J.P. van de Weghe (eds.) 2007. *The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2006*. Congo Basin Forest Partnership, Kinshasa.
- Doucet, J.L. & A. Koufani. 1997. *Etude des Produits Secondaires Végétaux de la Forêt de Kompi (Cameroun) : Utilisation, Inventaires, Régénération, Commercialisation et Gestion Durable*. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux-Herbier National du Cameroun, projet "Mise en place de forêts communautaires en périphérie de la Réserve de faune du Dja, Cameroun."
- Doucet, J.-L., Y.L. Kouadio, D. Monticelli & P. Lejeune 2009. Enrichment of logging gaps with moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) in a Central African rain forest. *Forest Ecology and Management*, 258(11): 2407–2415.
- Duchelle, A. 2012. Multiple use of non-timber forest products and environmental services: The case of the MAP region in southwestern Amazonia. *Non-Wood News: An Information Bulletin on Non-Wood Forest Products*. 24: 7–8.
- Duchok, R., K. Kenyusen, D.K. Ashalata, P. Ashish, & M.L. Khan 2005. Population structure and regeneration status of medicinal tree *Illicium griffithii* in relation to disturbance gradients in temperate broad-leaved forest of Arunachal Pradesh. *Current Science*, 89(4): 673–676.
- Fankap, R., J.-L. Doucet & M. Dethier 2001. Valorisation des produits forestiers végétaux non ligneux en forêt communautaire. In (W. Delvingt, ed.) *La Forêt des Hommes : Terroirs Villageois en Forêt Tropicale Africaine*, pp. 145–168. Les Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux.
- Fargeot, C., E. Forni & R. Nasi 2004. Reflections on the management of production forests in the Congo Basin. *Bois et Forêts des Tropiques*, (281): 19–34.
- Fokou-Sakam, I. 2008. *Evaluation de Quelques Produits Forestiers Non Ligneux de la Région de Lomié à l'Est du Cameroun*. Mémoire Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées (DESS) en Sciences Forestières, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé 1, Yaoundé.
- Fomété, N.T. & Z. Tchanou 1998. *La Gestion des Écosystèmes Forestiers du Cameroun à l'Aube de l'An 2000*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Yaoundé
- Fongnzossie, F.E. 2003. *Dynamique de la Régénération Naturelle de Gnetum africanum et G. buchholzianum*. Mémoire de DEA en Botanique et Ecologie, Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Yaoundé 1, Yaoundé.
- Fongnzossie, F.E., S.J. Kemajou, R. Nana, J. Assea, E. Nguekam & A.C. Bitchik 2009. *Strengthening Community Based Management of Medicinal Plants. Lessons Learned from a OPED's Experience in South Cameroon Rainforest Communities*. Project completion Report, Yaounde.
- Fongnzossie, F.E., B.-A. Nkongmeneck, N. Tsabang & G.M. Nguenang 2010. The importance of habitat characteristics for tree diversity in the Mengamé Gorilla Reserve (South Cameroon). *Tropics*, 19(2): 53–66.
- Food and Agriculture Organisation (FAO) 1999. Non-wood forest products and income generation, *Unasylva*, 50(198).

- Guedje, N.M. 2002. *La Gestion des Populations d'Arbres Comme Outil pour une Exploitation Durable des Produits Forestiers non Ligneux : L'exemple de Garcinia Lucida (Sud-Cameroun)*. Tropenbos International, Wageningen.
- Hakizimana, P., F. Bangirimana, F. Havyarimana, B. Habonimana & J. Bogaert 2011. Analyse de l'effet de la structure spatiale des arbres sur la régénération naturelle de la forêt claire de Rumonge au Burundi. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*, 9: 46–52.
- Hawthorne, W. 1998. *Afrostryax lepidophyllus*. *IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2013.1. Online. <http://www.iucnredlist.org/details/32192/0> (Accessed August 5, 2013).
- Hirai, M. 2014. Agricultural land use, collection and sales of non-timber forest products in the Agroforest Zone in southeastern Cameroon. *African Study Monographs Supplementary Issue*, 49: 167–200.
- Ingram, V., A. Awono, J. Schure & N. Ndam 2009. *Guidance for a National Prunus africana Management Plan for Cameroon*. Centre for International Forestry Research, Central Africa office, Yaounde.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) 2013. *IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2013.1. Online. <http://www.iucnredlist.org/> (Accessed August 16, 2013).
- Jaenicke, H. & J. Beniést 2002. *Vegetative Tree Propagation in Agroforestry: Training Guidelines and References*. International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi.
- Lemmens, R.H.M.J., 2007. *Panda oleosa* Pierre In (H.A.M. van der Vossen & G.S. Mkamilo, eds.) *PROTA 14: Vegetable Oils*. Plant Resources of Tropical Africa, Wageningen.
- Lescuyer, G. 2010. Importance économique des produits forestiers non ligneux dans quelques villages du Sud-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 304 (2): 15–24.
- Letouzey, R. 1985. *Notice de la Carte Pytogéographique du Cameroun au 1/500 000 (1985) 3, SC : Domaine de la Forêt Dense Humide Semi-caducifoliée*. pp. 63–94. Institut de la carte internationale de la végétation, Toulouse.
- Manirakiza, D. 2007. *Etude de la Consommation d'Irvingia spp. (Mangue sauvage) et Ricinodendron Heudelotii (Njansang) à Yaoundé et Libreville*. Center for International Forestry Research, Afrique Centrale, Bogor.
- Marshall, E., A.C. Newton & K. Schreckenber 2003. Commercialisation of non-timber forest products: First steps in analysing the factors influencing success. *International Forestry Review*, 5(2): 123–137.
- Mbolo, M. 2002. *La Collecte et l'Analyse des Données Statistiques sur les Produits Forestiers non Ligneux : Une Étude Pilote au Cameroun*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Ndah, N.R., E.L. Chia, E.E. Andrew, E. Bechem & T. Yengo 2013. Spatial distribution and abundance of selected exploited non-timber forest products in the Takamanda National Park, Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(6): 378–388.
- Ndoye, O., M. Ruiz-Perez & A. Eyebe 1997. *The Markets of Non-timber Forest Products in the Humid Forest Zone of Cameroon*, Rural Development Forestry Network, Network Paper 22c. Rural Development Forestry Network, Overseas Development Institute, London.
- Nkongmeneck, B.-A., 1999. *The Boumba-Bek and Nki Forest Reserve: Botany and Ethnobotany*. World Wide Fund for Nature Central Africa office, Cameroon, Yaoundé.
- Nnanga J.F., R.J. Priso, D. Ndongo, J.P. Kamdem & A. Amougou 2012. Comparison of the distribution and structural parameters of five characteristic species from Cameroon coastal ecosystems: Douala and Kribi. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 2(3): 125–132.
- Ojha, H. & B. Bhattarai 2003. Learning to manage a complex resource: A case of NTFP assessment in Nepal. *International Forestry Review*, 5(2): 118–127.

- Omokhua, G.E. & H.N. Ukoimah 2008. Fruiting Pattern of *Tetrapleura tetraptera* (Schum and Thonn) in Benin and Ekpoma areas, Edo State, Nigeria. *Production Agriculture and Technology Journal*, 4(2): 80–84.
- Onana, J.M. 2011. *The Vascular Plants of Cameroon: A Taxonomic Checklist with IUCN Assessments*, Flore du Cameroun, No. 39. National Herbarium of Cameroon, Yaoundé.
- Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass & A. Simons 2009. *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide*, Version 4.0. Online. <http://www.worldagroforestry.org/resources/databases/agroforestry> (Accessed October 15, 2013).
- Peña, P. 2010. NTFP and REDD at the fourth world conservation congress: What is in and what is not. *Conservation and Society*, 8(4): 292–297.
- Peters, C.M., A.H. Gentry & R.O. Mendelsohn 1989. Valuation of an Amazonian rainforest. *Nature*, 339: 655–656.
- Peters, C.M. 1994. *Sustainable Harvest of Non-timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: An Ecological Primer*. Biodiversity Support Program, Washington, D.C.
- Plenderleith, K. 2000. *Ricinodendron heudelotii: A State of Knowledge Report Undertaken for the Central African Regional Program for the Environment*. Oxford Forestry Institute/ University of Oxford, Oxford.
- Pritts, M.P. & J.E. Hancock 1983. The effect of population structure on growth patterns of the weedy goldenrod *Solidago pauciflosculose*. *Canadian Journal Botany*, 61: 1955–1958.
- Saxena, A.K. & J.S. Singh 1984. Tree population structure of certain Himalayan forest associations and implications concerning their future composition. *Vegetatio*, 58(2): 61–69.
- Schaafsma, M., S. Morse-Jones, P. Posen, R.D. Swetnam, A. Balmford, I.J. Bateman, N. Burgess, S.A.O. Chamshama, B. Fisher, T. Freeman, V. Geoffrey, R. Green, A.S. Hepelwa, A. Hernández-Sirvent, S. Hess, G.C. Kajembe, G. Kayharara, M. Kilonzo, K. Kulindwa, J.F. Lund, S.S. Madoffé, L. Mbwambo, H. Meilby, Y.M. Ngaga, I. Theilade, T. Treue, P. van Beukering, V.G. Vyamana & R.K. Turner 2011. *The Importance of Local Forests Benefits: Valuation of Non-timber Forest Products in Eastern Arc Mountains in Tanzania*, Working Paper 2011-05. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, Norwich.
- Schneemann, J., 1995. Exploitation of Moabi in the humid dense forests of Cameroon: Harmonization and improvement of two conflicting ways of exploitation of the same forest resource. *BOS Nieuwsletter*, 14(2): 20–32.
- Sigha-Nkamdjou, L. 1994. *Fonctionnement Hydrochimique d'un Ecosystème Forestier de l'Afrique Centrale : La Ngoko à Moloundou (Sud-est du Cameroun)*. Thèse de Doctorat. Le Grade de Docteur en Sciences de l'Université Paris XI Orsay.
- SNV 2004. *Exploitation et Commercialisation des Produits Forestiers Non Ligneux au Cameroun : Ce que Prévoient les Dispositions Légales et Réglementaires*. SNV, Yaoundé.
- Sunderland, T.C.H., L.E. Clark & P. Vantomme (eds.) 1998. *Non-timber Forest Products of Central Africa: Current Research Issues and Prospects for Conservation and Development*. Food and Agricultural Organisation, Rome.
- Tabuna, H. 1999. *Le Marché des Produits Forestiers Non Ligneux de l'Afrique Centrale en France et en Belgique*, Occasional Paper, No. 19. Center for International Forestry Research, Bogor.
- Tajeukem, V.C., F.E. Fongnzossie, V.A. Kemeuze & B.-A. 2014. Nkongmeneck Vegetation structure and species composition at the northern periphery of the Boumba-Bek National Park, southeastern Cameroon. *African Study Monographs Supplementary Issue*, 49: 13–46.
- Tchatat, M. & O. Ndoye 2006. Étude des produits forestiers non ligneux d'Afrique centrale : Réalités et perspectives. *Bois et Forêts des Tropiques*, 288(2): 27–39.
- Tchoundjeu, Z. & A.R. Atangana 2006. *Ndjanssang: Ricinodendron Heudelotii Baill.* Southampton Centre, University of Southampton, Southampton.

- Tesfaye, G., D. Teketay & M. Fetene. 2002. Regeneration of fourteen tree species in Harena forest, southeastern Ethiopia. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 197(6): 461–474.
- van Dijk, I.F.W. 1999. *Non-timber Forest Products in the Bipindi-Akom II Region, Cameroon: A Socio-economic and Ecological Assessment*, Tropenbos-Cameroon series 1. Looijen, Wageningen.
- van Rijsoort, J. 2000. *Non-timber Forest Products (NTFPs): Their Role in Sustainable Forest Management in the Tropics, Theme Studies Series 1, Forests, Forestry and Biological Diversity Support Group*. National Reference Centre for Nature Management, International Agricultural Centre, Wageningen.
- Vermeulen, C. & J.-L. Doucet 2004. Conservation and sustainable use of non timber forest products in Favour of local communities in integrated forest management in Central Africa. In (M. de Dapper, ed.) *Tropical Forests in a Changing Global Context*, pp. 267–280. Royal Academy of Overseas Sciences United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Brussels.
- Walter, S. & S. Malele Mbala 2006. *Etat des Lieux du Secteur Produits Forestiers Non Ligneux en Afrique Centrale et Analyse des Priorités Politiques*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- White, L. 1998. *Baillonella toxisperma*. *IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2013.1. Online. <http://www.iucnredlist.org/details/33039/0> (Accessed August 24, 2013)
- Whitmore, T.C. 1996. A review of some aspect of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. In (M.D. Swaine, ed.) *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*, pp. 3–39. UNESCO, Paris.
- Wong, J.L.G., K. Thornber & N. Baker 2001. *Evaluation des Ressources en Produits Forestiers Non Ligneux : Expériences et Principes de Biométrie*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- World Agroforestry Centre 2011. *Agroforestry Tree Domestication: A Primer*. World Agroforestry Centre, Nairobi.
- World Conservation Monitoring Centre 1998. *Irvingia gabonensis*. *IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2013.1. Online. <http://www.iucnredlist.org/details/33055/0> (Accessed August 24, 2013)
- Yasuoka, H. 2009. The variety of forest vegetations in southeastern Cameroon, with special reference to the availability of wild yams for the forest hunter-gatherers. *African Study Monographs*, 30(2): 89–119.
- Zapfack, L. & N.M. Ngobo 2001a. *Inventaire Participative des Produits Forestiers Non Ligneux de la Forêt de Djoum : Sub du Cameroun*. University of Yaoundé and IITA Cameroon, Yaoundé.
- 2001b. *A Participatory Survey and Inventory of Timber and Non Timber Forest Products of the Tikar Plain*. University of Yaoundé and IITA Cameroon, Yaoundé.

——— Accepted December 23, 2013

Corresponding Author's name and address: Evariste FONGNZOSSIE FEDOUNG. *Higher Teacher's Training School for Technical Education (ENSET), University of Douala, P.O. Box 1872, Douala, CAMEROON.*

E-mail: fong_nzossie [at] yahoo.com

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Using transect sampling to determine the distribution of some key non-timber forest products across habitat types near Boumba-Bek National Park, South-east Cameroon

T. Marlène Ngansop^{1*}, Elvire H. Biye¹, F. Evariste Fongzossie², Preasious F. Forbi¹ and D. Cédric Chimi³

Abstract

Background: Understanding the variation in distribution and abundance of non-timber forest products (NTFP) species is a crucial step in achieving their conservation and sustainable use. At the northern periphery of the Boumba-Bek National Park in Southeast Cameroon, little is known about which habitat type contain the highest abundance of NTFP species. In this study, we assessed habitat diversity and variation in the abundance of eight priority NTFP species comprising: *Afrostryax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* and *Tetrapleura tetraptera*. The inventory was done along 16 linear transects of 5000 m × 20 m, and all the individuals, from juveniles (DBH < 5 cm) to mature trees (DBH > 5 cm) of the eight NTFPs were recorded. Habitat types were characterized along transects following basic forest classification system used in ecology and then measured.

Results: In total, 13 different habitat types were identified with young secondary forests and periodically flooded forests representing 32.70% and 26.31% respectively. The least represented habitat was young fallows with *Chromolaena odorata* (0.08%). Seven NTFPs (*A. lepidophyllus*, *B. toxisperma*, *I. gabonensis*, *P. oleosa*, *P. macrophylla*, *R. heudelotii* and *T. tetraptera*) were predominantly represented in young secondary forests whereas *S. zenkeri* was more abundant in young Marantaceae secondary forests. The different types of young secondary forests identified seem to be favourable for the growth of the eight NTFPs.

Conclusions: This study demonstrated that habitat fragmentation driven by human activities such as industrial logging and shifting cultivation destroy the forest ecosystems and has a strong influence on the sustainability of the major NTFPs in the locality.

Keywords: Forest resources, NTFPs, Exploitation, Sustainability, Human activities

Background

The tropical forest of Cameroon is divided into three main groups of ecosystems namely: coastal lowlands, evergreen and semi-deciduous tropical forests [1]. As a result of such diversity, the country is often said to be “Africa in miniature” [2]. These forest ecosystems provide a variety of goods and services that are vital for

subsistence and livelihood of millions of local populations who rely on them for subsistence uses, cash income, or both [3]. The country’s strategy to improve the contribution of forests in poverty alleviation has put great emphasis on the development of value chains of non timber forest products (NTFPs). These products are also presented as viable solutions to improve the livelihood of forest dependent communities while ensuring forest conservation. When NTFPs move from subsistence use to commercialized products, the livelihoods of harvesters,

*Correspondence: ngansop_77@yahoo.fr

¹ Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Yaoundé I, P.O. Box: 812, Yaoundé, Cameroon

Full list of author information is available at the end of the article



collectors, traders, transporters, wholesalers and consumers become interlinked.

Despite their potentials, the management of NTFPs is currently hampered by poor knowledge of species in terms of distribution, population status and productivity. As a result, ecological assessments of NTFPs are of fundamental importance to forest management. They provide information on the distribution pattern of key species on which harvesting plans can be developed [4].

Several socio economic and botanical studies have been realized within and around the Boumba-Bek National Park. In the Gribé village for example, wild fruits contribute significantly to the household economy and NTFPs account for 70% of the total number of sales cases, representing net gains of approximately 5,200,000 XFA annually (10,000 USD) [5]. The species targeted by this study have been investigated for their natural regeneration capacity in the study area and it was reported that *Baillonella toxisperma* Pierre (Moabi), *Irvingia gabonensis* (Aubry. Lecomte ex O. Rorke) Bail. (Bush mango), *Panda oleosa* Pierre (Bush groundnut), and *Tetrapleura tetraptera* (Thonn.) Taub. (Aidan tree) have lower natural regeneration potentials, while *Afrostryrax lepidophyllus* (Harms) Mildbr. (Garlic tree), *Pentaclethra macrophylla* Benth. (African oil bean), *Ricinodendron heudelotii* (Bail.) Pierre ex Heckel (Njansang) and *Scorodophloeus zenkeri* Harms (Garlic tree) possess higher natural regeneration potentials [6]. Evidence of high habitat diversity has been reported in previous studies in this area [7]. However, the distribution patterns of selected key NTFPs species exploited in the area are still not understood, both within and across habitat types.

The sustainability of livelihood of population in Protected Area landscapes remains a major preoccupation because the creation of protected areas regulates access to forest resources, depriving the forest inhabitants of full benefits from the user rights for their subsistence compared to what they had as benefits before the creation of the Protected Area. This leads to the intensive use of the available resources and the diversification in land use types near Protected Areas [8]. Thus, the vegetation cover as well as the availability of species providing NTFPs is progressively deteriorating, in particular with regards to their irrational use [9]. There is therefore the need to understand the impacts of different anthropic disturbances on the dynamics and functioning of forests, and thus the abundance and distribution of NTFP species as the basis for any sustainable NTFP exploitation [10].

The objectives of this study were to (1) survey habitat diversity, and (2) assess the population distribution of the selected NTFPs across the different habitat types in the rainforests at the northern periphery of the Boumba-Bek National Park (eastern Cameroon).

Materials and methods

Study site

The study was carried out in the Gribé village, found in the Yokadouma sub-division of the Boumba and Ngoko Division in the East region of Cameroon. It is localized at latitude 03°00'10"N and longitude 14°49'25"E. Gribé is located about 76 km south-west of Yokadouma town and 16.5 km northeast of Boumba-Bek National Park. It extends on about 12 km, with a population of approximately 772 inhabitants [11]. Several ethnic groups constitute its population, consisting to the Bantu (Konambebe), the Pygmies (Baka), who mainly live by hunting, gathering, subsistence farming, cacao farming, and trade, small animal rearing and sometimes fishing. Gribé is under the influence of an equatorial climate, with an alternation of four distinct annual seasons. The average rainfall is approximately 1500 mm and varies considerably among years [12]. This locality is part of the humid semi-deciduous forest with some elements of the evergreen forest [13]. In terms of hydrography, the Gribé village is watered by the Kwopkwop River, a tributary of the Boumba River, itself tributary of the Ngoko, which is also a tributary of the Great Congo River. The soils encountered in the Gribé village belong to the ferallitic type. Wildlife found presence of 31 large and medium-sized mammal species [14]. In the Gribé village, farming lands result from the felling of forest. The farms are left to fallow depending on the productivity of soil. Agriculture and NTFP collection are the main livelihood activities in the locality. The region has become the target of many forest exploiters in search for valuable species because of its exceptional flora and fauna (Fig. 1).

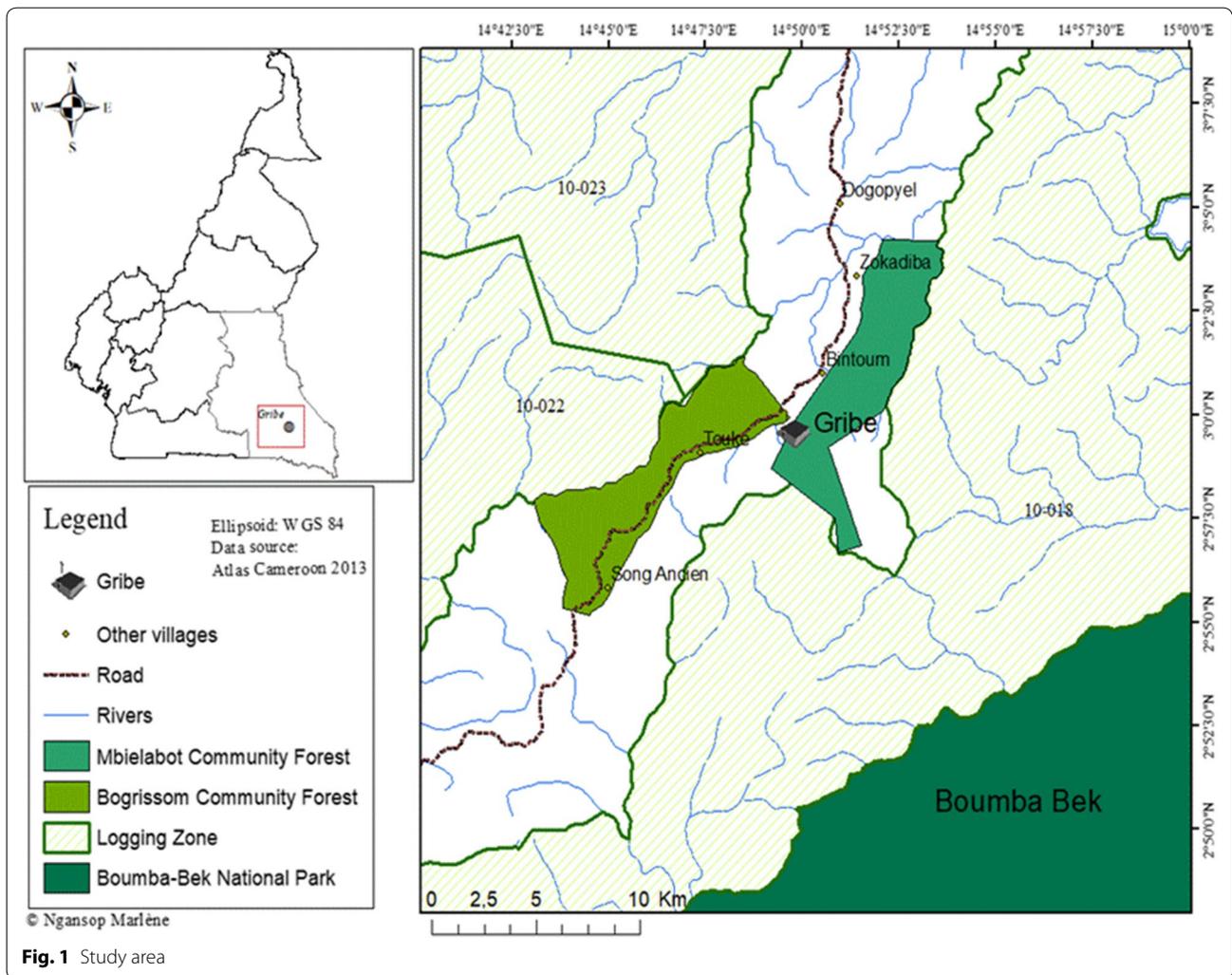
Study design

Selection of the species

The eight NTFPs species selected for this study were the most economically important species for the area, identified by [5, 6] using the frequency of utilization and commercialization at the village level through a participatory survey with the local population. The following eight species were: *Afrostryrax lepidophyllus*, *Baillonella toxisperma*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii*, *Scorodophloeus zenkeri* and *Tetrapleura tetraptera* (see Additional file 1). The main parts of the species used are roots, barks, pods, fruits, seeds and kernels (Table 1).

Data collection

Linear transects were used in this study to sample eight major NTFPs according to [15]. On a 16 km baseline stretching north-west to south-east, 16 transects of 5000 m × 20 m was installed. The equidistance



between two consecutive parallel transects was 1 km. The total area sampled was 160 ha (Fig. 2). Along each transect, the determination of habitats types was based on visual assessment of physiognomic and ecological characteristics (see Additional file 2). According

to [15] the main parameters taken in account were: dominant tree species, indicator species, open or close canopy, tree density and height, understorey density, topography of the environment, and the origin and degree of disturbance. The determination of habitat

Table 1 Uses of the selected NTFPs

No.	NTFPs	Trade name	Part uses	Uses
1	<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	Garlic tree	Seed, leave and bark	Alimentation, medicinal and fuelwood
2	<i>Baillonella toxisperma</i>	Moabi oil	Seed and wood	Alimentation, medicinal, spiritual, construction and fuelwood
3	<i>Irvingia gabonensis</i>	Bush mango	Fruits and kernel	Alimentation, medicinal, cosmetics and fuelwood
4	<i>Panda oleosa</i>	Bush groundnut	Bark and kernel	Alimentation and medicinal
5	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	African oil bean	Pod, seed and bark	Alimentation, medicinal, cosmetics, spiritual handicraft and fuelwood
6	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Njansang	Kernel and bark	Alimentation, medicinal, cosmetics and fuelwood
7	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Garlic tree	Seed and bark	Alimentation, medicinal and fuelwood
8	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Aidan tree	Root, leave and Kernel	Alimentation, medicinal and fuelwood

types was also based on previous description done by [13]. Along each transect, the GPS coordinates at the start and end points of each habitat type were recorded and used to determine the length and surface area of each habitat type. A total inventory of the individuals of targeted NTFPs was done within 10 m on either sides of each transects.

Data analysis

The proportion of each habitat type was obtained by calculating the ratio of the transect length occupied by each habitat type to the total lengths of each transect sampled.

The density of species for each habitat type was calculated using the formula: $D = n_i / S$, where: D = stems density (ha^{-1}); n_i = number of individuals of species in each habitat type; S = total sampling area.

The average density for each NTFP was obtained by summing the density of NTFP in each habitat type and divided by the number of samples. Analysis of variance

(ANOVA) and Turkeys test were performed to examine whether NTFP densities varied according to species and in function of habitat types.

Results

Diversity of habitats

A total of 13 habitat types were identified based on their physiognomic and physiological characteristics. The most frequent were young secondary forests (32.70%), periodically flooded forests (26.31%), and young Marantaceae secondary forests (19.00%). The least represented were young fallows with *Chromolaena odorata* (0.08%), mid-age fallows (0.15%), food crop fields (0.16%), and old fallows (0.45%) (Table 2).

Density of NTFPs by habitat type

The results showed strong differences in stem densities of NTFP species across habitat types (Table 3).

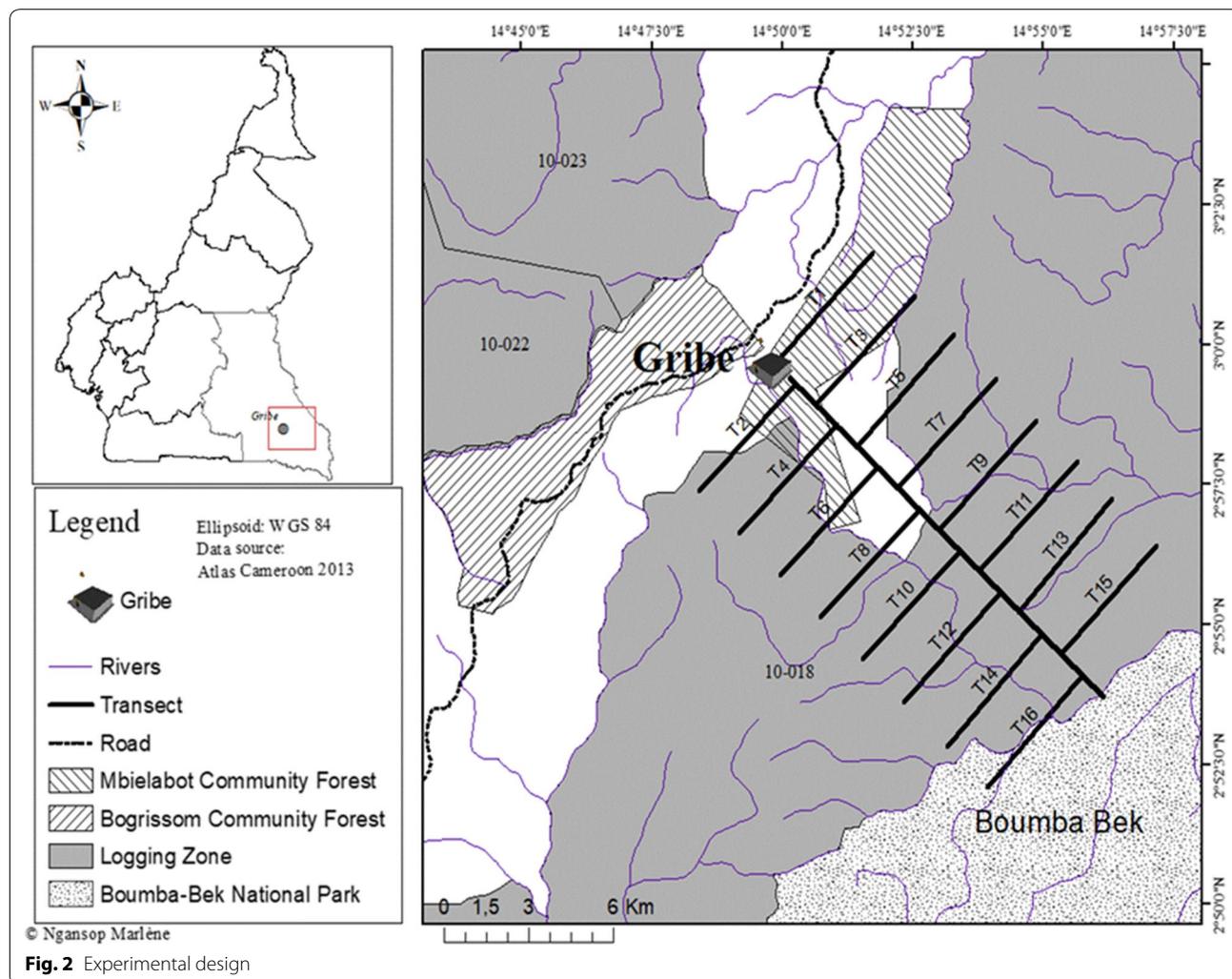


Fig. 2 Experimental design

Afrostryax lepidophyllus with an average density of 32.0 ± 26.1 stems ha^{-1} , was present in 10 habitat types. The highest number of individuals of *A. lepidophyllus* was found in young secondary forests (13.36 stems ha^{-1}), periodical flood forests (5.61 stems ha^{-1}) and young Marantaceae secondary forests (4.86 stems

ha^{-1}). Its densities were lower in food crop fields, cocoa agroforests and in fallows.

Baillonella toxisperma with an extremely low total density of 0.1 ± 0.1 stems ha^{-1} , was present in five habitat types and was most abundant in young and old secondary forests with 0.03 and 0.02 stems ha^{-1} , respectively. For mid-age secondary forests, young

Table 2 Diversity of habitat types in the northern periphery of Boumba-Bek National Park

No.	Habitat type	Distances (m)	Surface area (ha)	Proportion (%)
1	Cacao agroforest	887	1.77	1.11
2	Forest gap	1161	2.32	1.45
3	Food crop field	132	0.26	0.16
4	Swamp	2374	4.75	2.96
5	Periodically flood forest	21,067	42.13	26.31
6	Old secondary forest	7384	14.77	9.22
7	Young secondary forest	26,186	52.37	32.70
8	Young Marantaceae secondary forest	15,212	30.42	19.00
9	Mid-age secondary forest	3641	7.28	4.55
10	Old fallow	357	0.71	0.45
11	Young fallow	1497	2.99	1.87
12	Young fallow with <i>Chromolaena odorata</i>	62	0.12	0.08
13	Mid-age fallow	121	0.24	0.15
	Total	80,081	160	100

The proportion of vegetation types was obtained by calculating the ratio of the distance occupied by the habitat type to the total distance of all transects

CAA cocoa agroforest, FOG forest gap, FCF food crop field, SWP swamp, PFF periodically flooded forest, OSF old secondary forest, YSF Young secondary forest, YSF-Ma young Marantaceae secondary forests, MISF mid-age secondary forests, OLF old fallow, YOF young fallow, YOF-Co young fallow with *C. odorata*, MIF mid-age fallow

Table 3 Stems density of NTFPs per hectare in different habitat types

Habitat types	Species								Average density
	<i>A. lepidophyllus</i>	<i>B. toxisperma</i>	<i>I. gabonensis</i>	<i>P. oleosa</i>	<i>P. macrophylla</i>	<i>R. heudelotii</i>	<i>S. zenkeri</i>	<i>T. tetraptera</i>	
CAA	0.11	0	0	0	0.02	0.05	0	0.14	(0.32 ± 1.25) ^b
FOG	1.14	0.01	0.03	0.04	0.38	0.11	0.11	0.03	(1.85 ± 3.07) ^b
FCF	0.1	0	0.01	0	0.06	0	0	0	(0.17 ± 0.65) ^b
SWF	1.57	0	0.03	0.06	0.34	0.18	0.08	0.09	(2.35 ± 6.95) ^b
PFF	5.61	0	0.33	0.5	2.72	0.94	2.31	0.13	(12.53 ± 12.90) ^b
OSF	3.63	0.02	0.11	0.18	0.83	1.71	0.39	0.02	(6.90 ± 13.9) ^b
YSF	13.36	0.03	1.09	0.84	5.28	5.22	0.96	0.31	(27.08 ± 26.89) ^a
YSF-Ma	4.86	0.01	0.23	0.39	1.1	1.68	3.5	0.13	(11.89 ± 21.20) ^b
MISF	1.22	0.01	0.09	0.12	0.36	0.26	0	0.06	(2.11 ± 4.08) ^b
OLF	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	(0.04 ± 0.11) ^b
YOF	0.41	0	0.03	0.01	0.21	0.15	0	0.03	(0.83 ± 2.83) ^b
YOF-Co	0	0	0.01	0	0	0	0	0	(0.01 ± 0.03) ^b
MIF	0	0	0	0	0	0.03	0	0	(0.03 ± 0.10) ^b
Average density	(32.0 ± 21) ^a	(0.1 ± 0.1) ^d	(1.9 ± 1.6) ^{cd}	(2.1 ± 1.0) ^{cd}	(11.3 ± 8.2) ^b	(10.3 ± 18.5) ^{bc}	(7.4 ± 12.8) ^{bcd}	(0.9 ± 0.8) ^d	

Average density values with same letter are not significantly different

CAA cocoa agroforest, FOG forest gap, FCF food crop field, SWP Swamp, PFF periodically flooded forest, OSF old secondary forest, YSF young secondary forest, YSF-Ma young Marantaceae secondary forests, MISF mid-age secondary forests, OLF old fallow, YOF young fallow, YOF-Co young fallow with *C. odorata*, MIF mid-age fallow

Marantaceae secondary forests and forest gaps low densities of *B. toxisperma* (0.01 stems ha⁻¹) were recorded.

Irvingia gabonensis with an average density of 1.9 ± 1.6 stems ha⁻¹, was present in 10 habitat types. The highest number of individuals was found in young secondary forests (1.09 stems ha⁻¹) followed by periodically flooded forests (0.33 stems ha⁻¹) and young Marantaceae secondary forests (0.23 stems ha⁻¹). Forest gaps, swamp forests and young fallows each had a density of 0.03 stems ha⁻¹. The young fallow with understory dominated by *Chromolaena odorata* and food crop field were habitat types with lowest densities (0.01 stems ha⁻¹).

Panda oleosa with a total density of 2.1 ± 1.0 stems ha⁻¹, was found in nine habitat types. *P. oleosa* was absent in cocoa forest, food crop fields, young fallows with understory dominated by *C. odorata*, and in mid-age fallows. Habitat types with high densities of *P. oleosa* individuals were young secondary forests and young Marantaceae secondary forests with densities of 0.84, and 0.39 stems ha⁻¹ respectively.

Pentaclethra macrophylla had an average density of 11.3 ± 8.2 stems ha⁻¹ and was present in 11 habitat types. Young secondary forests, periodically flooded forests, were the habitat types with the highest number of individuals, with densities of 5.28, 2.72 stems ha⁻¹ respectively. Old fallows, cocoa agroforests and food crop fields had low densities (0.02–0.06 stems ha⁻¹).

Ricinodendron heudelotii with an average density of 10.3 ± 18.5 stems ha⁻¹, was present in 11 habitat types. The highest number of individuals was found in young secondary forests (5.22 stems ha⁻¹) followed by old secondary forests (1.71 stems ha⁻¹) and young Marantaceae secondary forests (1.68 stems ha⁻¹). The habitat types with low densities of *R. heudelotii* individuals were old fallows (0.01 stems ha⁻¹); followed by mid-aged fallows and cocoa agroforest (0.03 and 0.05 stems ha⁻¹).

Scorodophloeus zenkeri was the fourth most densely represented species at the periphery of Boumba-Bek National Park (7.4 ± 12.8 stems ha⁻¹). This species was present in seven habitat types and was found mostly in young Marantaceae secondary forests (3.50 stems ha⁻¹) and periodically flooded forests (2.31 stems ha⁻¹). Old fallows (0.01 stems ha⁻¹) and swamp forests (0.08 stems ha⁻¹) were the habitat types with very low densities of individuals.

Tetrapleura tetraptera with an average density of 0.9 ± 0.8 stems ha⁻¹, was present in nine habitat types. The highest number of individuals was found mainly in young secondary forests (0.31 stems ha⁻¹), cocoa agroforests (0.14 stems ha⁻¹), young Marantaceae secondary forests and periodically flooded forests (0.13 stems ha⁻¹).

It was least represented in old secondary forests, young fallows and forest gaps (0.02–0.03 stems/ha) (Table 3).

The ANOVA showed a significant difference ($P < 0.05$) in the density of NTFP species. It also showed that, for densities of all the eight NTFPs in different habitat types, there was no significant difference between habitat types ($P > 0.05$) with the exception of young secondary forest where average density was significantly different ($P < 0.05$) from all other habitat types, and represents the habitat type with the highest number of individuals of all the eight NTFPs (Table 3).

Discussion

Diversity of habitats

The northern periphery of Boumba-Bek national park showed several [14] forest habitat types. This diversity is due to high human activities such as forest logging and intensification of agricultural activities. Southeast Cameroon is under logging since 1960 [16]. The Boumba-Bek National Park consist of Forest Management Units (10-018, 10-022, 10-023) and the Mbielabot Community forest where logging activities have led to fragmentation of the forest into several land use types with high proportions of secondary formations. Although the creation of Protected Areas is a cornerstone for nature conservation, they however increase pressure on land for agriculture and contribute to the degradation of the forest [17]. It is also reported that the process of secundarization in tropical forests could also be linked to the internal dynamics of the forest [10].

With regards to habitat type, young secondary forests were the most represented. This could illustrate an advanced level of secundarization in this forest. The process of secundarization of the tropical forest as a result of human disturbance and the action of elephants has already been discussed by several authors [13, 18]. However, high density of individuals of these eight NTFPs was recorded in young secondary forests, evidence that this habitat is favourable to the development of the eight NTFPs selected. The habitats with low occurrence of the targeted species were young fallows dominated by *Chromolaena odorata*. The invasion of *C. odorata* is reported to be the primary factor responsible for the poor regeneration of degraded forests [19, 20]. Environmental factors such as ventilation, humidity and light are parameters that influence the regeneration of species in the forest understory [6]. This can also explain the low availability of individuals in fallows with more closed canopies and choked environments, contrary to open surroundings which are more favourable for growth of plants. It is in this logic that some authors reported that diversity of species is higher in gaps because different microclimates allow for an overall sustained increase in plant

establishment and growth due to availability and variation of minerals resource that plant need to growth [21]. Similarly, slash-and-burn agriculture practiced in this zone is one of the parameters that explain the low number of individuals of these NTFPs in cultivated areas. Nevertheless, NTFP availability varies from one habitat type to another and is based on biotic and abiotic factors. Various factors such as biological characteristics, the ability of plant species to tolerate disturbances, as well as anthropic actions, can either limit the availability of NTFPs to restricted ecosystems, or allow them to exist not only in mature and secondary forests, but also in various agroforestry systems such as cacao plantations and mixed croplands [22].

Species density per habitat type

Afrostryax lepidophyllus was found in almost all habitat types. The wide distribution of this species is thought to be due to seed dissemination in forest by small mammals [6]. *A. lepidophyllus* had a higher density in young secondary forests and in young Marantaceae secondary forests than in mid-age fallows and young fallows dominated by *Chromolaena odorata*. *A. lepidophyllus* appears to be relatively abundant in the different habitat types of the northern periphery of Boumba-Bek National Park. These observations are consistent with previous studies reporting the wide distribution of *A. lepidophyllus* in semi-deciduous forests and in the Dja Wildlife Reserve [23].

Baillonella toxisperma was rare in the several habitat types surveyed. This species has become rare in the forest due to logging activities [24]. Intensive fruit gathering for oil extraction has been reported to affect its regeneration potential [25]. The presence of *B. toxisperma* in fallows, food and cash crops (cocoa, coffee) farms has been justified by the fact that the individuals are often preserved and protected for its multiples uses by the land owners [24]. Even though *B. toxisperma* is a shade tree species, it has been shown that forest gaps are suitable for its growth period [26], yet in this study very few individuals were seen in the open areas. This could be due to an increased use of shifting cultivation in Gribé village.

Irvingia gabonensis had a wide distribution and was presented in 10 habitat types. The highest number of individuals for this species was in young secondary forests followed by periodically flooded forests. These results are contrary to results obtained in previous studies conducted in and around the periphery of the Dja Wildlife Reserve, reporting that this species only occur in mature secondary forests [27]. The species was scarcely distributed in the food crop fields and fallows, probably due to the high anthropic activities in these ecosystems.

Panda oleosa was present in almost all habitat types, but was distributed scarcely. It was most abundant in young secondary forest and young Marantaceae secondary forest. The distribution of this NTFP in the majority of habitat types in the northern periphery of Boumba-Bek National Park corroborates previous observations that *P. oleosa* is distributed throughout the forest [23].

Pentaclethra macrophylla was highly abundant in the northern periphery of Boumba-Bek National Park. This distribution is due to its great fruiting and germination capacities, indicating its wide regeneration potential [6]. High densities for this species were obtained mainly in young secondary forests and in periodically flooded forests. These results are similar to those of previous studies indicating that *P. macrophylla* is a species of tropical secondary forests [28, 29]. The species was sparsely found in cocoa agroforest, food crop fields and fallows. Its low density in these habitats is due to human actions through deforestation and the use of bush fires, which considerably decreases the available potential of the species by destroying seedlings and soil seed banks [9].

Ricinodendron heudelotii showed a high density in forest gaps, and mid-age fallows. These habitat types correspond to open environments. This species is classified as a pioneer species in the broader sense, or, more specifically, as a facultative pioneer species [7]. Other authors described it as an opportunistic helophyte species [30]. Thus, its preference for open environments gives it a wide distribution in the aforementioned habitat types. In the Dja Wildlife Reserve, the presence of this species was previously reported for riparian forests, young secondary forests and sparsely-spaced young secondary forests [27]. Dense secondary forests had lower proportions of individuals, providing further evidence that this NTFP species develops preferentially in open habitats. [31], have also mentioned that creation of gaps, can improve the growth of this species.

Scorodophloeus zenkeri was seen primarily in young Marantaceae secondary forests, periodically flooded forests, and in young secondary forests. Previous studies had confirmed the presence of this species in young Marantaceae secondary forests and in young secondary forests in Boumba-Bek and Nki National Parks [7] and in the evergreen Atlantic and the Dja forests [23].

Tetrapleura tetraptera was mostly seen in young secondary forests, and in cocoa agroforests. [32], have also reported that trees are widespread in tropical forest, especially secondary forest. Although some studies reported a wide distribution of *T. tetraptera* on cultivated lands [23], we encountered it only in cocoa farms and in young fallows. Although [31] revealed that forest gaps are environments favourable for the growth of *T. Tetraptera*,

in the present study the species was poorly represented in forest gaps.

Implications for sustainable management of forest for NTFP production

Forest of the locality of Gribe, have faced great anthropic pressure leading to fragmentation degradation of the forest into several habitats. Today the most represented habitats are young secondary forests, periodically flooded forests and young Marantaceae secondary forests. This degradation results from industrial logging and community exploitation, which leads to impoverishment in NTFP species. It was previously reported that forest loss and fragmentation are among the main drivers of species extinction [33].

In food crop fields and fallows, a small proportion of suited NTFP species was present, which shows that transformation of forest land to others land use types has a negative impact on the availability of the natural resources. An example of this is the species *Baillonella toxisperma* which was completely absent in all cultivated ecosystems. Other species such as *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa* and *Tetrapleura tetraptera* and were less abundant in the Gribe village forest. This poor abundance results from the slash and burn shifting cultivation frequently used in the village. It is clear that the creation of cultivated lands contributes to deforestation and degradation of forest and negatively affects the abundance of trees species. To overcome this problem, it would be important for populations to: conserve useful plants when clearing forest to create new farm; concentrate on already existing farm land; make use of bio-fertilizers in their farming techniques; intensify and diversify their farms with NTFPs through planting in the agrosystems. This can contribute to reduce the pressure in the forest and favor the attenuation and adaptation to the effects of climate change.

It is very evident that industrial logging causes the deforestation and degradation of forest, reducing the potential of the eight NTFPs considered in this study. To remedy the situation, some authors advocate minimizing of damage to tree species during logging [6]. Although logging causes a lot of damage and reduces the availability of natural resources, it promotes the growth of helophyte species like *Ricinodendron heudelotii*. This domestication operation in open area is also applicable to *B. toxisperma*. [24], already observed the high survival rate of *B. toxisperma* in logging gap environment when compared to canopy cover.

In view of increasing degradation of the forest ecosystems and the more and more increasing request in NTFPs on the Cameroonian and international market, it would be wise to value forest ecosystem management

that guarantees the sustainability of the NTFP resources. This management would involve a reduction of slash and burn shifting cultivation, selective cutting of the forest trees during the creation of farms. To ensure the future of NTFP species, it would be essential to promote the domestication of these species particularly in young secondary forest which is the favourable habitat type for the growth of all the eight NTFPs studied, and in agro-systems. This would increase NTFP resource availability and thus contribute to the well-being of local communities in the periphery of Boumba-Bek National Park.

Conclusion

The northern periphery of the Boumba-Bek National Park is very diverse in terms of habitats, with the predominance of young secondary forests and cultivated ecosystems indicating great fragmentation of the forest. Few NTFPs, species are present in fallows of different ages, in cocoa farms and food crop fields. *Baillonella toxisperma* which is rare in the study site requires domestication intensification to ensure its viability. Young secondary forests represent the main habitat type for all NTFPs selected in this study, and therefore are more favourable for the domestication of all less abundant NTFPs of the study site. While for the helophyte species like *Ricinodendron heudelotii*, their regeneration should be considered in the open environments such as forest gaps. In addition, promoting farmers managed natural regeneration and participatory NTFP domestication in cultivated ecosystems can be considered as viable approaches to conserve diversity among NTFP populations and ensure sustainable supply of these products. To achieve this, research efforts will be needed to improve scientific knowledge on the reproductive biology of these species, their phenology and ecological performance. Although *Afrostryax lepidophyllus*, *Pentaclethra macrophylla*, *Ricinodendron heudelotii* and *Scorodophloeus zenkeri* are abundant in this forest, their sustainable management needs to be valorized in order to assure their future availability.

Additional files

Additional file 1: Fig. S1. Fruits, seeds or kernels of some NTFPs: **a** Seeds of *Afrostryax lepidophyllus*, **b** seeds of *Baillonella toxisperma*, **c** kernels of *Irvingia gabonensis*, **d** seeds of *Panda oleosa*, **e** seeds of *Pentaclethra macrophylla*, **f** seeds of *Ricinodendron heudelotii*, **g** seeds of *Scorodophloeus zenkeri*, **h** seeds of *Tetrapleura tetraptera*.

Additional file 2: Table S1. Habitat types characteristics.

Abbreviations

USD: United States Dollars; NTFP: non timber forest product.

Authors' contributions

FEF, TMN conceived and designed the study. FEF, TMN, EHB, PFF and DCC drafted the manuscript together. All authors read and approved the final manuscript.

Author details

¹ Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Yaoundé I, P.O. Box: 812, Yaoundé, Cameroon. ² Higher Teacher's Training School for Technical Education (ENSET), University of Douala, P.O. Box: 1872, Douala, Cameroon.

³ Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), P.O. Box: 230, Bertoua, Cameroon.

Acknowledgements

This study was conducted with financial support from the forest Savannah Sustainability Project (FOSAS), a joint Cameroon–Japan project funded by the Japan international cooperation Agency (JICA) and the government of Cameroon and implemented by the University of Kyoto, the institute of Agricultural research for Development (IRAD), the millennium ecologic museum and the universities of Yaoundé I, Douala and Dschang. We express our gratitude to all staff of this project, field assistants, and all the people of Gribé village for their supportive assistance and collaboration. Finally, we also thank Idea wild to have given us the necessary equipment to the realization of this work.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study available from the corresponding author on reasonable request.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Funding

The study was funded by financial support (for data collection) from the Forest Savannah Sustainability Project (FOSAS), a joint Cameroon–Japan project funded by the Japan international cooperation Agency (JICA) and the government of Cameroon. The study has also benefitted the equipment (Laptop, GPS, Clinometer and Camera) of IDEA WILD.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Received: 11 June 2018 Accepted: 10 January 2019

Published online: 22 January 2019

References

- Fongnzossie FE, Nkongmeneck B-A, Tsabang N, Nguenang GM. The importance of habitat characteristics for tree diversity in the Mengamé Gorilla Reserve (South Cameroon). *Tropics*. 2010;19(2):53–66.
- Sonké B, Couvreur T. Tree diversity of the Dja Faunal Reserve, South-eastern Cameroon. *Biodivers Data J*. 2014;2:30.
- Awono A, Levang P. Contribution of environmental products to the household economy in Cameroon: essential, complementary or trivial? *Forest Res Eng Int*. 2018;2(1):00018.
- Jimoh SO, Amusa TO, Azeze IO. Population distribution and threats to sustainable management of selected non-timber forest products in tropical lowland rainforests of south western Nigeria. *J For Res*. 2013;24(1):75–82.
- Hirai M. Agricultural land use, collection and sales of non-timber forest products in the Agroforest Zone in Southeastern Cameroon. *Afr Stud Monogr Suppl Issue*. 2014;49:167–200.
- Fongnzossie FE, Ngansop TM, Zapfack L, Kemeuze VA, Sonwa DJ, Nguenang GM, Nkongmeneck B-A. Density and natural regeneration potential of selected commercial non-timber forest products in the semi-deciduous rainforest of southeastern Cameroon. *Afr Stud Monogr*. 2014;49(Suppl):67–88.
- Nkongmeneck BA. The Boumba-Bek and Nki forest reserves: botany and ethnobotany. WWF Cameroon. Research report. 1999. p. 146.
- Souare K. Gestion intégrée des espèces ressources clés des Produits Forestiers Non Ligneux végétaux du parc national du Mbam et Djerem et sa périphérie (Cameroun). Thèse de Doctorat Ph. D Université de Yaoundé I. 2013. p. 97.
- Mouamfon M, Guedje NM, Pepainyeni I, Zapfack L, Nguenguim RJ, Lejoly J. *Pentaclethra macrophylla* Benth dans la forêt communautaire de Payo (Est Cameroun): inventaire, productivité et commercialisation. *Int J Biol Chem Sci*. 2015;9(1):200–16.
- Nguenang GM, Nkongmeneck B-A, Gillet J-F, Vermeulen C, Dupain J, Doucet J-L. Etat actuel de la sécondarisation de la forêt en périphérie nord de la Réserve de biosphère du Dja (Sud-est Cameroun): influences des facteurs anthropiques passés et des éléphants. *Int J Biol Chem Sci*. 2010;4(5):1766–81.
- Toda M. People and social organizations in Gribé, Southeastern Cameroon. *Afr Study Monogr*. 2014;49:139–68.
- Yasuoka H. The sustainability of duiker (*Cephalophus* spp.) hunting for the Baka hunter-gatherers in southeastern Cameroon. *Afr Study Monogr*. 2006;33:95–120.
- Letouzey R. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500000. Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée. Institut internationale de la végétation, Toulouse, France. 1985. p. 240.
- Bobo KS, Kamgaing TOW, Ntumwel BC, Kagalang D, Kengne PNJ, Ndenge SML, Badjeck MMN, Aghomo FFM. Species richness, spatial distributions and densities of large- and medium-sized mammals in the northern periphery of Boumba-Bek National Park, Southeastern Cameroon. *Afr Study Monogr*. 2014;49:91–114.
- White L, Edwards A. Conservation en forêt pluviale Africaine: méthodes de recherche. New York: Wildlife Conserv Soc; 2000.
- Mouncharou G, et Ngnegue UPR. Contribution à la mise en place du système de suivi de la lutte anti-braconnage et de l'abattage de l'éléphant dans la région du Sud-Est Cameroun. WWF jengi-SE project. 2001. p. 47.
- Beatrice AF, Tabot TP, Bakia M-A, Awah CC. Patterns of land-use change and current vegetation status in peri-urban forest reserves: the case of the Barombi Mbo Forest Reserve. Cameroon, *Geol Ecol Landsc*. 2018;1:1. <https://doi.org/10.1080/24749508.2018.1508981>.
- Nkongmeneck B-A. Processus de secondarisation en forêt dense humide camerounaise. In: Amsallem NR, Drouineau SI, editors. *La Gestion des Forêts Denses Africaines Aujourd'hui*. CDROM, FORAFRI: Libreville; 1998.
- Swaine MD, Agyeman VK, Kyere B, Orgle TK, Thomson J, Veenendaal EM. Ecology of forest trees in Ghana. ODA Forestry Series No. 7, London, UK. 1997. p. 76.
- Honu YAK, Dang QL. Distribution and species composition of seeds and seedlings of trees and competing vegetation in Ghana. *For Ecol Manag*. 2000;137:75–82.
- McCarthy YJ. Gap dynamics of forest trees: a review with particular attention to boreal forests. *Environ Rev*. 2001;9:1–59.
- Pulido MT, Caballero J. The impact of shifting agriculture on the availability of non-timber forest products: the example of Sabal yapain the Maya lowlands of Mexico. *For Ecol Manag*. 2006;137:11.
- Vivien J, Faure JJ. Arbres des forêts denses d'Afrique centrale. Saint Berthevin: France; 2011. p. 945.
- Mbolo M. Etude détaillée sur la collecte et l'analyse des données statistiques des Produits forestier Non-Ligneux au Cameroun. 2002. p. 70.
- Schneemann J. Exploitation of Moabi in the humid dense forests of Cameroon: harmonization and improvement of two conflicting ways of exploitation of the same forest resource. *BOS Newsllett*. 1995;14(2):20–32.
- Kouadio YL, Doucet J-L. Étude du comportement de *Baillonella toxisperma* Pierre (moabi) dans les trouées d'abattage enrichies. *Biotechnol Agron Soc Environ*. 2009;13(2):317–24.
- Nguenang GM. Secondarisations et dynamique cicatricielle de la forêt du Dja (Est-Cameroun): application à l'aménagement des formations secondaires. Thèse de Doctorat Ph.D Université de Yaoundé I. 2013. p. 239.
- Oboh G. *Pentaclethra macrophylla* Benth. In: Egetable Oils/Oléagineux, Van der Vossen, Kamilo MGS (éds). PROTA 14: Wageningen, Hollande; [En

- ligne]. 2007. <http://www.database.prota.org/PROTAhtml/>. Consulté le 25 mars 2018.
29. Plenderleith K. *Ricinodendron heudelotii*: a state of knowledge report undertaken for the Central African Regional Program for the environment. Oxford: Oxford Forestry Institute/University of Oxford; 2000. p. 45.
30. Gwamashi ET. Inventaire des espèces ligneuses locales pour le reboisement à des fins énergétiques. Mémoire Master, Université de Kinshasa. 2009. <http://www.memoireonline.com>. Consulté le 20 janvier 2018.
31. Egbe EA, Tsamoh TT. Vegetation studies of Non-Timber Forest Products (NTFPs) at three sites with varying levels of anthropogenic disturbances in the Southern Bakundu Forest Reserve, Cameroon. *J Ecol Nat Environ*. 2018. <https://doi.org/10.5897/JENE2017.0676>.
32. Orwa CA, Mutua KR, Jambadass RS, Anthony. Agroforestry Data base: a tree reference and selection guide version 4.0. 2009. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>. Consulté le 10 Sept 2018.
33. Hermes C, Döpfer A, Schaefer MH, Segelbacher G. Effects of forest fragmentation on the morphological and genetic structure of a dispersal-limited, endangered bird species. *Nat Conserv*. 2016;16:7.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



Identification of main Non-Timber Forest Products and related stakeholders in its value chain in the Gripe village of southeastern Cameroon

Marlene Ngansop T.^{ab}, Denis J. Sonwa^c, Evariste Fongnzossie F.^{bd}, Biyé Elvire H.^b,
Forbi Preasious F.^{ab}, Takanori Oishi^e, and Nkogmeneck Bernard-Aloys^{b†}

^aMillennium Ecological Museum, Cameroon

^bDepartment of Plant Biology, University of Yaounde I, Cameroon

^cCIFOR, Central African Regional Office, Cameroon

^dHigher Teacher's Training School for Technical Education (ENSET),
University of Douala, Cameroon

^eAfrican Studies Center – Tokyo University of Foreign Studies, Japan

Abstract

Although viewed as low-power income product, trade in Non-Timber Forest Products (NTFPs) in rural communities represent a major source of income for local residents who depend on them for revenue and subsistence. This study is based on monitoring and quantitative recording of each NTFP gathering by villagers. The results revealed that the main products collected include: *Irvingia gabonensis*, *Aframomum* spp., *Pentaclethra macrophylla*; *Ricinodendron heudelotii*, and *Afrostryax lepidophyllus*. The main stakeholders in NTFPs value chain were identified as: collectors, local traders, semi-distributors, intermediaries, and wholesalers (Nigerian and Malian Settled in the village). The prices of these NTFPs fluctuate between 0.09 – 0.67 USD per kilogram (kg) at village level. However, these products are generally resold between 0.67 – 4.44 USD per kg in urban market.

The commercialization of NTFPs is less beneficial to rural collectors compared to the other stakeholders involved, whereas they are the main contributors of NTFPs value chain. The main reason for this are the poor organization of collectors, low access to market information, low power in price negotiation, lack of storage and drying facilities, ambient poverty in rural areas as well as the high purchasing power of wholesalers who intervene in the value chain. The strengthening of the capacities for local population on drying, conservation and processing techniques; pricing; the principle of group sale of NTFPs; the creation and empowerment of collectors organization; their networking with buyers; the development of market information systems; and an enabling environment that facilitates market access to local collectors will improve the profitability of NTFP value chain in the area.

Keywords: NTFP, rural collectors, value chain, profitability

1. Introduction

Globally, more than a billion of people depend directly on forest for their livelihoods (Pandey *et al.* 2016). In Central Africa, 86 million people living in or near forests depend on natural resources for a significant part of their diets (Eba'a *et al.* 2009). Forests provide many resources that can be grouped into timber and non-timber forest products (Suleiman *et al.* 2017). Although minimum attention is given to non-timber forest products (NTFP), in rural communities, trade in NTFPs represent the major source of livelihood and income for the people. Furthermore, NTFPS provide less export revenue than timber, but higher levels of employment (Ingram 2010).

Non-Timber Forest Products represent many goods and services for multiple uses beneficial for the wellbeing of the populations who are dependent on them. The majority of rural households in developing countries and a large proportion of urban households depend on these products to meet some parts of their nutritional, health, house construction, or other needs (Shackleton *et al.* 2015). In Cameroon, many people depend on these products especially because they play a vital role in their life, and their uses vary depending on the feeding habits and cultural practices of populations. Papadopulos (1997) already reported that 300 NTFPs are used in Mount Cameroon area. In the South region of Cameroon, nearly 200 animal species and 500 plant species are used as NTFPs (Van-Dijk and Wiersum 1999). Tchouamo and Njoukam (2000) reported 57 medicinal plants used by Bamilekes in Western Cameroon. In Gribé village of southeastern Cameroon, Hirai (2014) identified 500 NTFPs of which 42 different products were most frequently sold by the local people.

The value of the NTFPs sector in Cameroon is estimated at over 32 million US\$ annually, providing income to about 34,000 people including harvesters and traders (Ingram 2014) and they generally provide employment at different stages from the NTFP gathering to selling. Awono *et al.* (2016) estimated that NTFPs sector providing employments to 283,000 persons working in microenterprises exploiting 16 main products. NTFPs appear to be the basis of the well-being of the rural population. But current strategies for the valorisation of NTFPs sector are not adequately beneficial to local collectors. The main reason for this is the fact that the legal and institutional frameworks for NTFP trade in Cameroon combined with the pervasiveness of corruption, hinders sustainable development of this important and apparently growing sector (Tieguhong *et al.* 2015). Furthermore, quantitative information on the NTFP sector are often fragmentary, thus weakening decision making for sustainably use of NTFP. However, understanding value chain characteristics of NTFP is critical for their conservation and sustainable use. The value chain context is defined by Ingram (2010) as the entire set of processes and activities involved in getting a product from harvest in the forests, including storage, transport, and transformation or processing and marketing to the final consumer. In Cameroon, NTFPs value chain studies are mostly focused on quantities sold, prices and destination of products. Information on the improvement of the power of collectors in the NTFP value chain in rural areas is lacking. The present paper aims to highlight the major NTFPs collected by the population

and, identify the main stakeholders involved in their value chain. This information will be used to understand the power of all the stakeholders in the value chain of NTFPs and to discuss the option for improving NTFP value chain in Gribé village.

2. Research methods

2.1. Study site

Gribé village is found in Yokadouma sub-division of the Boumba and Ngoko Division. It is located about 76 km south-west of Yokadouma town and 16.5 km northeast of Boumba-Bek National Park. It extends on about 12 km, with a population of approximately 772 inhabitants (Toda 2014). The local population consists of two major ethnic groups: the Konabembe bantu-speaking, agriculturalists practice small-scale subsistence and cash-crop farming (cacao); and the Baka, hunter-gatherers who are largely sedentary and economically dependent, as wage laborers for the Konabembe. The annual rainfall varies from 1300 to 1600 mm (Sigha-Nkamdjou 1994). The area is subject to a Guinean equatorial climate with four seasons divided as follows:

- A major dry season from December to mid-march;
- A minor rainy season from mid-march to June;
- A minor dry season in July and August;
- A major rainy season from late August to November (Fongnzossie *et al.*, 2014)

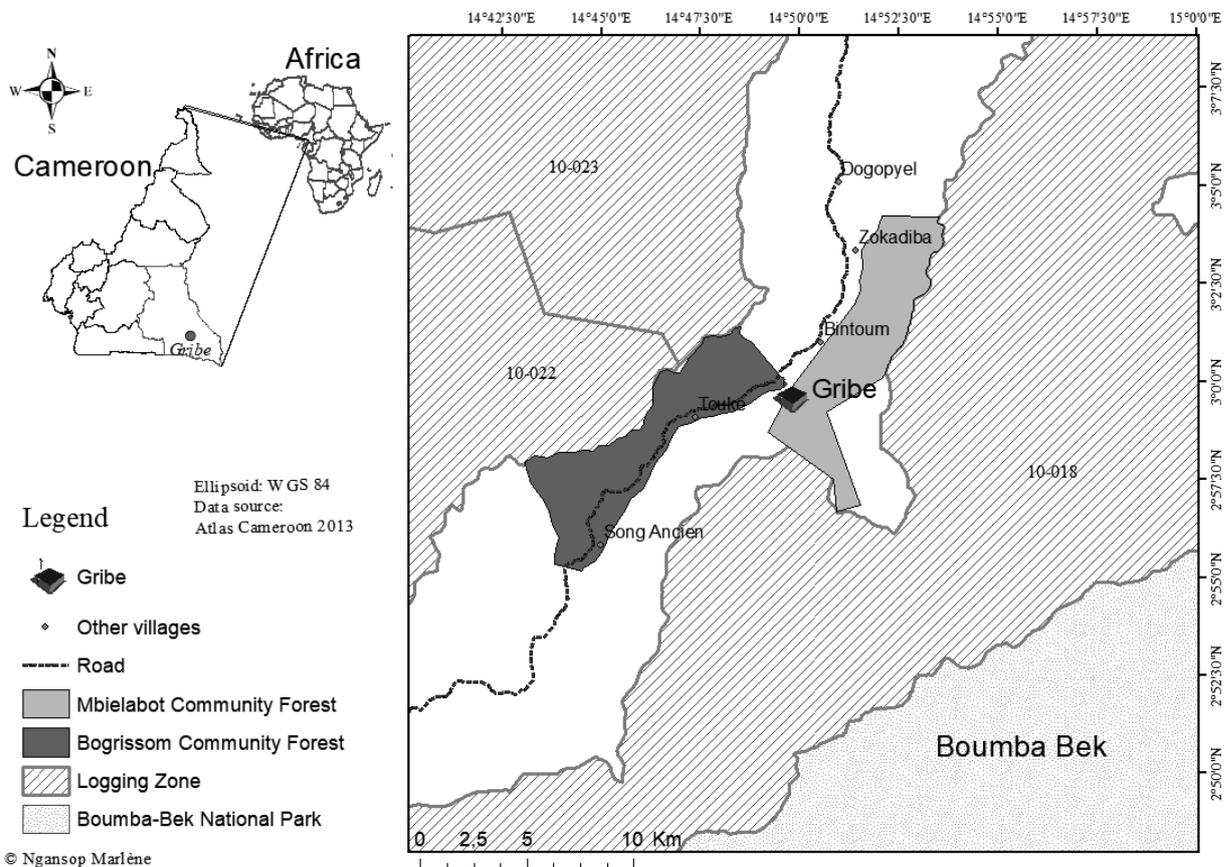


Figure 1. Study site

2.2. Method

This study focuses on all temporal NTFP gathering camps established in the forest during gathering seasons, especially for bush mangoes. All temporary camps established by villagers in the forest were inventoried and geo-referenced. A daily monitoring and quantitative recording in each NTFP gathered in these camps was carried out during the period from August 2015 to September 2016. The major parameters taken into account were: identification of the collectors; the nature of the product indicating the part of the plant collected; the place where the products were harvested; the destination (representing the marketing place of the products: sold to the village or town (Yokadouma)), and the selling price of the product. All these information was used to determine: the main NTFPs collected by the populations, the prices of each NTFP at the local level, the number of stakeholders in the NTFPs value chain, and to establish the value chain for NTFPs in Gribé village.

3. Results and discussions

3.1. NTFP gathering at Gribé

The results show that the main NTFPs gathered at the Gribé based on the quantity collected by each collector were: *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O’Rorke) Baill. (42%), *Aframomum* spp. (34%), *Ricinodendron heudelotii* (Bail.) (9%), *Pentaclethra macrophylla* Benth. (8%), and *Afrostryax lepidophyllus* Mildbr (3%). The other products *Scorodophloeus zenkeri* Harms; *Beilschmiedia louisii* Robyns & R. Wilczek; *Baillonella toxisperma* Pierre; *Tetrapleura tetraptera* (Schumach. & Thonn.) Tau; *Panda oleosa* Pierre; *Piper guineense* Schumach & Thonn and Represent 4% of products gathered at Gribé village (Figure 2). All these products are among the most preferred NTFP for commercialization recorded by Fongzossie and Nkogmeneck (2016) in this village.

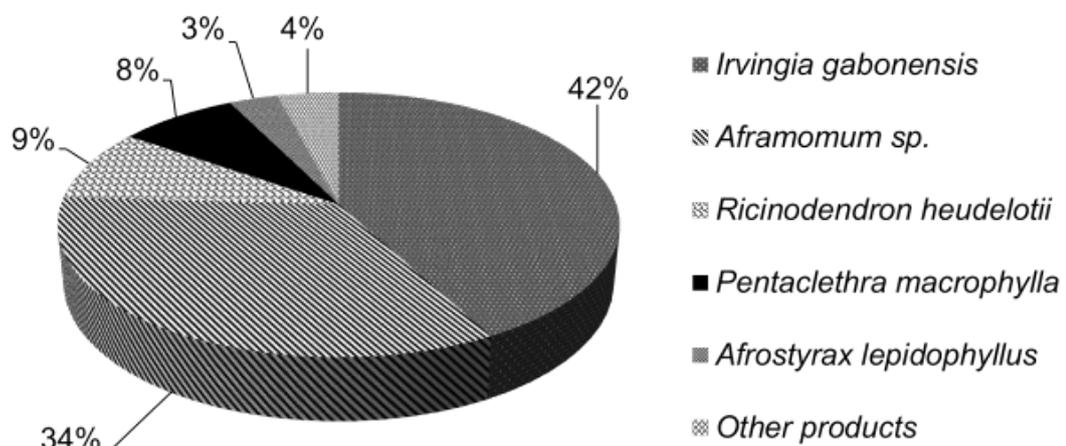


Figure 2. Main NTFPs gathered in Gribé village in 2015-2016

For these products the main parts used are bark, leave, pod, fruit, seed, & kernel (Figure 3). All these NTFPs are first and foremost used in feeding and in traditional pharmacopoeia. Out of the 11 NTFPs

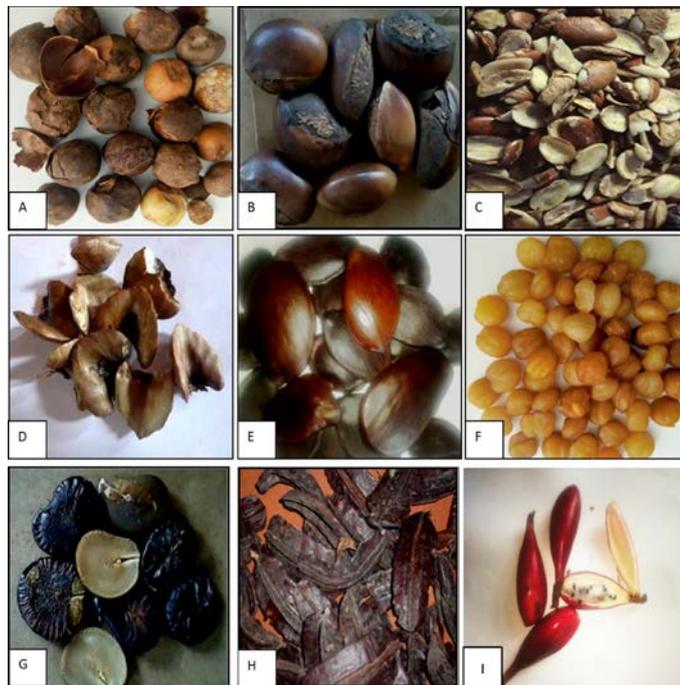
species recorded in the village, only *P. oleosa* seeds are not yet commercialized but only used as food and in traditional pharmacopeia (Table 1).

Table 1. Main uses of NTFPs gathered

N°	Scientific names	Trading name	Main part used	Usage
1	<i>Irvingia gabonensis</i>	Bush mango	fruit, kernel	Food, medicine, cosmetics
2	<i>Aframomum</i> spp.		fruit	Food, medicine, spiritual
3	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Njansang	kernel, bark	Food, medicine, cosmetics
4	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	African oil bean seed	pod, seed, bark	Food, medicine, cosmetics, handicraft
5	<i>Afrostryrax lepidophyllus</i>	Garlic tree	seed, leave & bark	Food, medicine,
6	<i>Scorodophloeus zenkerii</i>	Garlic tree	Seed &bark	Food, medicine
7	<i>Beilschmiedia louissii</i>		fruit	Food, medicine
8	<i>Baillonella toxisperma</i>	Moabi oil	fruit	Food, medicine, spiritual, timber product
9	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Aidan tree	kernel	Food, medicine
11	<i>Piper guineense</i>	Guinea pepper	fruit	Food, medicine
12	<i>Monodora myristica</i>		fruit	Food, medicine

3.2. Marketing of Non-Timbers Forest Products

In terms of marketing, as we observed, bark, seed, fruit or kernel (Figure 3) of the aforementioned NTFPs are all auto consumed, sold or exchanged by the populations.



© Ngansop Marlène

Figure 3. Fruits, seeds or kernels of some NTFPs: (A) Seeds of *Afrostryrax lepidophyllus*; (B) seeds of *Baillonella toxisperma*, (C) kernels of *Irvingia gabonensis*, (D) seeds of *Panda oleosa*, (E) seeds of *Pentaclethra macrophylla*, (F) seeds of *Ricinodendron heudelotii*, (G) seeds of *Scorodophloeus zenkerii*, (H) seeds of *Tetrapleura tetraptera*, (I) fruits of *Aframomum* spp.

Demand shows higher scores for *Aframomum* spp., *Irvingia gabonensis*, *Ricinodendron heudelotii*, *Afrostryrax lepidophyllus*, and *Pentaclethra macrophylla*. Hirai (2014) reported total sales of NTFPS for

Irvingia gabonensis (2,220.750 CFA francs (approximately USD 4500), for *Ricinodendron heudelotii* (1,333.300 CFA, approximately USD 2700), and *Aframomum* spp. (1,500,000 CFA approximately USD 3000). These NTFPs contribute mostly to the livelihood of population in Gribé village. The NTFPs are directly sold in forest or rural market. The prices of NTFP in local market vary between 0.09 and 0.67 USD per kilogram for products like *Aframomum* spp. *I. gabonensis*, *R. heudelotii* and *A. lepidophyllus* (Table 2). Although *Aframomum* spp. has the lowest trade value, it represents the NTFP that gives more cash income to local populations due to its high availability and the duration of the collection (year-round) Fongnzossie and Nkogmeneck (2016). Its availability could also be attributed to its high growth rate with a rhizome root system favouring spatial its expansion. Prices are generally low in rural markets compared to urban markets for the same products and same quantities (Table 2). Gribé village is located far from the town, about 76 km of Yokadouma town who is the neighboringly town of Gribé, this distance can be at the origin of the low prices of product in local level. Likewise the disequilibrium in prices of NTFP in rural compared to urban market is due to the low power of collectors or traders in price negotiations and low access to market information. Moreover, the absent of constructed rural or regional markets is a reason for the low prices of NTFPs. The development of the rural markets in rural area could empower the rural population in prices negotiation of their products. Shackleton *et al.* (2007) argues that local markets for NTFPs are important especially for poor people. The character of local markets could increase the value of forest for NTFP production (Vuola 2013), give more power to local populations in prices bargaining and create more avenues for villagers to sell their products.

Table 2. NTFPS prices per kilogram in rural and urban market

N°	Scientifics names	Price in rural market (USD)	Price in urban market (USD)
	<i>Aframomum</i> spp.	0.09 - 0.14	0.67- 0.89
	<i>Pentaclethra macrophylla</i> , <i>Monodora mirystica</i> , <i>Tetrapleura tetraptera</i>	0.14 - 0.18	0.67 - 0.89
	<i>Beilschmiedia louissii</i> , <i>Scorodophloeus zenkerii</i>	0.18 - 0.45	0.89 - 1.33
	<i>Irvingia gabonensis</i> , <i>Ricinodendron heudelotii</i> , <i>Afrostryax lepidophyllus</i>	0.45 - 0.67	2.22 - 4.44

3.3. Main stakeholder in NTFP value chain in Gribé village

In Gribé village, there are five main stakeholders involved in NTFP value chain: the collectors comprising both Baka-pygmy's and Konambebe, local traders, mainly the Bantu, semi wholesalers who are urban

citizen, intermediates who are the konambebe generally mandated by wholesalers, and finally wholesalers (Nigerian and Malian living in the village). Toda (2014), identified a total of seven merchants (all of Muslims: Fulbe, Bororo, and Hausa ethnic groups from northern Cameroon, Mali and Nigeria) residing in Grike village. Though the research area is remote from cities, the NTFP value chain includes Cameroonians and non-Cameroonians.

Baka pygmy intervene only in NTFP gathering, they are used by the Bantu as wage laborers and they don't have power in NTFP value chain. Toda (2014), qualified this relation as an ambivalent and complex (involving both positive and negative feelings toward the other) relationship. This unequal relationship appears to change at Ndongo village in East Cameroun. Oishi (2016), asserts that the increased creation of cacao plantation by the Baka changed relationships among the area's ethnic groups, due to the influence of migrant merchants, who play multiple roles in commoditizing the local economy of Bakas and render them more autonomous and less dependent on their traditional patrons (Bantu).

3.4. Organisation of NTFP value chain in Grike village

In Grike village, NTFPs can be self-consumed, given as gifts to people, or exchanged for other goods or product like cassava flour, using the same measurement unit. When NTFP are not eaten they enter in the value chain of NTFPs. In Grike village, the NTFP value chain is complex with multiple actors involved. At the bottom of the chain, we have the collectors who are the main actors in value chain. During the period of gathering collectors generally move from the village to the forest and stay there during the whole period of gathering; living in the forest to collect and sell the products. In the forest collectors gather, crush and dry products manually. NTFPs are generally collected in rainy season and dried under the sun or by exposing products on fire bands when there is not sufficient sun to dry products in the forest. Concerning processing, for all the main NTFPs in Grike village, only *Baillonella toxisperma* kernels are transformed into oil before commercialization or use. In Grike village crushing, drying, processing and conservation of NTFP are not well developed due to the lack of skills and equipment. This accounts for the low development of NTFP sector. Saha and Sundriyal (2012) previously reported that NTFP profit could be increased significantly with semi-processing and grading. Awono *et al.* (2013), highlighted that adding value by simple equipment can boost production, speed up processing times and reduce losses and then packaging can make a major difference to price and quality. Other actors of the NTFP value chain are local traders, who are Bantu speakers. They generally buy and sell to urban semi-wholesalers or to wholesalers (Nigerian and Malian) settled in the villages. But urban semi-wholesalers generally sell directly in the urban market at Yokadouma. One of the most powerful actors of value chain are intermediaries who have a strong influence in NTFP marketing, because they are mandated by the wholesalers who give them money and most of the time some materials and they go to the forest to get products from the collectors. Fongnzossie and Nkogmeneck (2016) mentioned that the reason why NTFP are often exchanged with commodities is that the basic needs of primary collectors settled very far in the forest are much about food, cigarette, drinks,

clothes rather than money in cash because they can't buy anything inside the forest with the money. The presence of intermediaries weakens the power of collectors in NTFP price negotiation, but they contribute to the sales of products collected. The most powerful actors in NTFP value chain in Gribé village are the wholesalers (Nigerians and Malian). They influence NTFP marketing because they generally have the main financial power and have the possibility to buy large quantities, store and sell in urban market at Yokadouma (Figure 4). One of the reasons of the weakness power of collectors (Baka) in the value chain is that they generally take credits as food, and alcohol from the local traders, wholesalers or from the intermediary against their NTFPs. This weakens their power in the value chain because they don't receive the real incomes of their activities. However the power of the collectors can be improved in the value chain.

Oishi (2016) emphasized that creating and owning of cocoa plantations by Bakas makes them more autonomous and gives them direct access to the market economy without mediation and control by neighboring farmers. However, owning cocoa plantations by the Baka does not always guarantee their direct access to the market autonomy as the latter is also conditioned by several other market determining factors such as capital (material cost, labor cost, transport cost), level of education, and mode of life in the case of Bakas which seems difficult to change in a short period. Thus in the case of NTFP collection and marketing, if the aforementioned conditions are established Baka can be owners of the products collected, it would give the Baka more power in the value chain and direct income from NTFPs.

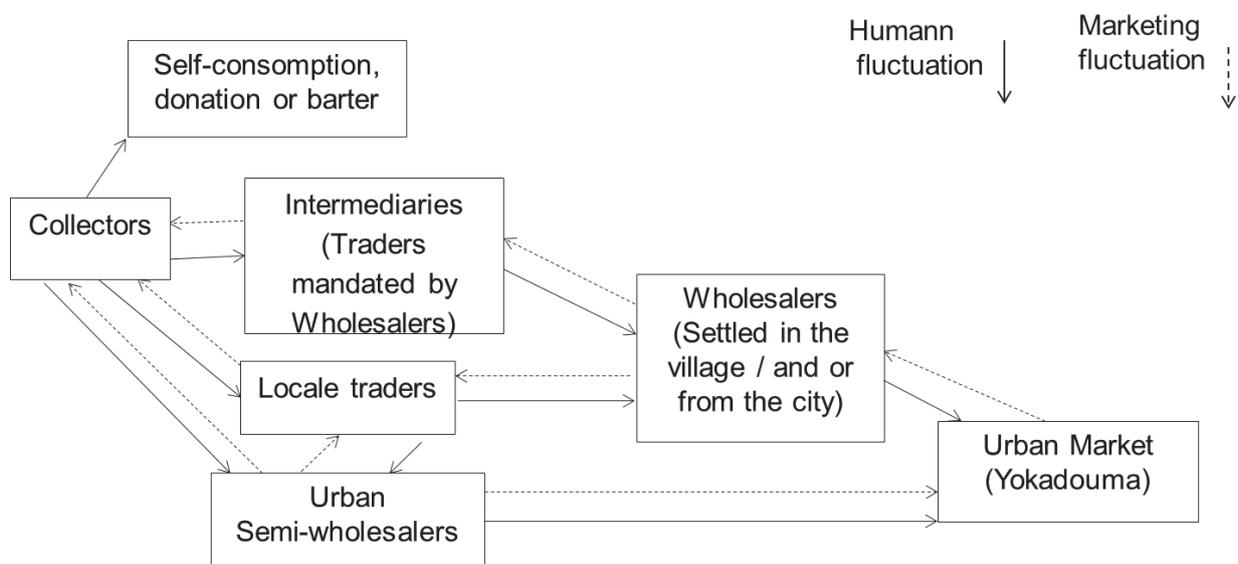


Figure 4. NTFP Value Chain in Gribé village

In Gribé village, the NTFP value chain is complex, with several stages involved in the process of getting product from forest to the market. There were at least four level of commercialisation between the collectors and urban market. This contributed to the poor income of collectors. Furthermore, in the forest, two kilogram of product is exchanged for two kilogram of cassava flour (Figure 5) or five doughnuts or 15 sachets of whisky. NTFP gathering usually requires much labour but collectors do not generally receive the

main part of income, all other actors generally have more power in the marketing process in Gribe village.

In Cameroon, NTFP exploitation permits are not accessible to the small collectors or traders and do not give the possibility for them to develop their activities. Nevertheless, the applied tax is accessible and gives the possibility to the wholesaler to have more income. Every person or organisation intending to commercialise ‘special forestry products’ and other NTFPs first needs to be approved by the Ministry of Forestry and Wildlife (MINFOF) in Yaoundé. This approval allows access to the sector and renders the trader legal. To obtain approval, a file is required with fee costs of 150,000 CFA (333 US\$) (Tieguhong *et al.* 2015).



Figure 5. Exchange two kilogram of bush mango kernels by a two kilogram of cassava flour (One bowl equal tow kg).

3.5. Conclusion

In Gribe village, gathering and marketing of main NTFPs is an activity done by people in order to take care for their primary needs. But the conservation techniques of these products are not well developed. The NTFP value chain is complex, with multiple actors involved. Profit margins of the main collectors are very low compared to semi-wholesalers and wholesalers, due to the poor organization of collectors, low access to market information, low power in price negotiation, lack of storage and drying facilities, ambient poverty in rural areas as well as the high purchasing power of wholesalers who intervene in the current value chain. The NTFP value chain in Gribe village needs some focus action such as providing equipment to the collectors necessary for collection, processing and conservation; building the capacities of collectors on drying, conservation and processing techniques, creating and empowering collectors organization and their networking with buyers, developing of market information system and an enabling environment that facilitate market access to local collectors. Together these solutions can give more power to local collectors in the NTFP value chain in Gribe village. Furthermore, improving NTFPs quality can improve NTFP price in rural, national and international markets and then reduce the pressure on forest resources and on biodiversity in general. However, more research is needed to improve the power of collectors in the process from gathering to selling products so that the income of the collectors can be increased contribute to biodiversity conservation in rural areas.

Acknowledge

We express our gratitude to all staff of forest and Savannah Sustainability Project (FOSAS), field assistants, and all the people of Gribé village for their supportive assistance and collaboration. We also thank all staff of The UP-TUFS (University of Pretoria-Tokyo University of Foreign Studies) for the opportunity given to us to participate to the joint seminar.

References

- Awono, A., V. Ingram, J. Schure, and Levang, P. 2013. *Guide for Small and Medium Enterprises in the Sustainable Non-timber Forest Product Trade in Central Africa*. Bogor: Centre for International Forestry (CIFOR).
- Eba'a Atyi R., Devers D., Wasseige C. & Maisel F., 2009. 'État des forêts d'Afrique centrale: synthèse sous-régionale'. In *Les forêts du Bassin du Congo – État des forêts 2008*. Eds. C. de Wasseige, D. Devers, P. de Marcken, R. Eba'a Atyi, R. Nasi, and P. Mayaux, Luxembourg: Office des Publications de l'Union européenne, pp.17–44.
- Fongzossie, F.E., T.M. Ngansop, L. Zapfack, V.A. Kemeuze, D.J. Sonwa, G.M. Nguenang, and B-A. Nkongmeneck 2014. 'Density and natural regeneration potential of selected Non-Timber Forest Products species in the semi-deciduous rainforest of southeastern Cameroon'. *African Study Monographs Supplementary Issue 49*: 67–88.
- Fongzossie, E. and B-A. Nkongmeneck 2016. 'Sustainability assessment of Non-Timber Forest Products in South-Eastern Cameroon Rainforests'. *Applied Ecology and Environmental Sciences 4*(3): 66–74.
- Hirai M. 2014. 'Agricultural land use, collection and sales of nontimber forest products in the Agroforest Zone in southeastern Cameroon'. *African Study Monographs Supplementary Issue. 49*: 167–200.
- Ingram, V. and J. Schure 2010. 'Review of Non-Timber Forest Products (NTFPs) in Central Africa: Cameroon'. *Establishment of a Forestry Research Network for ACP Countries (FORENET) 9 ACP RPR 91#1 Centre for International Forestry (CIFOR)*: 177.
- Ingram, V. 2014. *Win-wins in Forest Product Value Chains? How Governance Impacts the Sustainability of Livelihoods Based on Non-timber Forest Products from Cameroon*. Amsterdam: Amsterdam Institute for Social Science Research, Governance and Inclusive Development Group, University of Amsterdam.
- Oishi T. 2016. 'Aspects of interactions between Baka hunter-gatherers and migrant merchants in southeastern Cameroon'. *Senri Ethnological Studies No.94 'Hunter-Gatherers and their Neighbours in Asia, Africa and South America'*: 157–175.
- Pandey, A.K., Y.C. Tripathi, and A. Kumar 2016. 'Non-Timber Forest Products (NTFPs) for Sustained Livelihood: Challenges and Strategies'. *Research Journal of Forestry 10* (1): 1–7.
- Papadopoulos V. 1997. *Non-Timber tree products: A partial inventory of products available in the Mount*

- Cameroon area. NRI Socio-economic series 11*. Chatham: Natural resources Institute.
- Saha, D. and R.C. Sundriyal 2012. 'Utilization of non-timber forest products in humid tropics: Implications for management and livelihood'. *Forest Policy and Economics* 14(1): 28–40.
- Sigha-nkamdjou, I. 1994. *Fonctionnement Hydrochimique d'un Ecosysteme Forestier de l'Afrique Centrale : La Ngoko à Moloundou (Sud-est du Cameroun)*. Thèse de Doctorat. le grade de Docteur en Sciences de l'université Paris Xi orsay.
- Shackleton, S., P. Shanley and O. Ndoye 2007. 'Invisible but viable: Recognizing local markets for non-timber forest products'. *International Forestry Review* 9(3): 697.
- Shackleton, C.M., A.K. Pandey and T. Ticktin 2015. *Ecological sustainability of Non-Timber Forest Products: Dynamics and case studies of harvesting*. London: Routledge.
- Suleiman, M.S., V.O. Wasonga, J.S. Mbau, A. Suleiman, and Y.A. Elhadi 2017. 'Non-timber forest products and their contribution to household income around Falgore Game Reserve in Kano, Nigeria'. *Ecological Processes* 6: 23.
- Tajeukem, V.C., F.E. Fongzossie, V.A. Kemeuze, B-A. Nkongmeneck 2014. 'Vegetation structure and species composition at the northern periphery of the boumba-bek national Park, southeastern Cameroon'. *African Study Monographs Supplementary Issue* 49: 13–46.
- Toda, M. 2014. 'People and social organizations in Gribe, southeastern Cameroon'. *African Study Monographs Supplementary Issue* 49: 139–168.
- Tchouamo, I.R. and R. Njoukam 2000. 'Etude de quelques ligneux utilisés en médecine traditionnelle par les Bamilékés des haut-plateaux de l'ouest du Cameroun'. *Ethnopharmacologia*: 22.
- Tieguhong, J.C., V. Ingram, W.A. Mala, O. Ndoye, and S. Grouwels 2015. 'How governance impacts non-timber forest product value chains in Cameroon'. *Forest Policy and Economics* 61: 1–10.
- Van-Dijk, J.F.W. 1999. 'An assessment of non-wood forest product resources for the development of sustainable commercial extraction'. In *Non-wood forest products of central Africa. Current research issues and prospects for conservation and development*. Eds. T.C.H.Sunderland, L.E. Clark, and P. Vantomme, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), pp.37–49.
- Vuola, M. 2013. Regional Markets for Non-timber Forest Products in Eastern Brazilian Amazon. *Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Forest Sciences, Master's Thesis*: 107.