



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

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES  
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY  
LABORATOIRE DE BOTANIQUE-ÉCOLOGIE

Régénération naturelle et facteurs de vulnérabilité de trois espèces-clés utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du barrage de Lom-Pangar : cas d'*Entandrophragma cylindricum* Sprague (Meliaceae), *Mansonia altissima* A. Chev. (Malvaceae) et *Triplochiton scleroxylon* K.Schum (Malvaceae)

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

Option : Botanique-Écologie

Par :

**ZOCK Bruno**

Master ès Sciences

Mat : 10S0248

Sous la direction de :

**Pr. MBARGA BINDZI Marie Alain**

*Maître de Conférences*



Année 2025



DÉPARTÉMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES  
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

Yaoundé, le

## ATTESTATION DE CORRECTION


\*\*\*\*\*

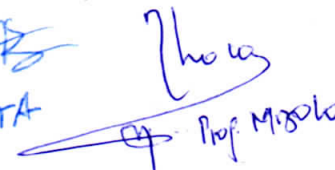
Nous soussignés, membres du jury de soutenance de la thèse du diplôme de **Doctorat/Ph.D de Biologie des Organismes Végétaux**, Option : **Botanique & Écologie**, soutenue le 03 février 2025 par l'étudiant **ZOCK Bruno** matricule : **10S0248** intitulé « **Régénération naturelle et facteurs de vulnérabilité de trois espèces-clés utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du barrage de Lom-Pangar : cas d'Entandropgragma cylindricum Sprague, Mansonia altissima A. Chev. Et Tryplochiton scleroxylum K. Schum** ». Certifions qu'il a effectué les corrections conformément aux remarques et recommandations du jury.


En foi de quoi la présente attestation de recherche lui est établie et délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

**Le Rapporteur**


**Les Membres**


  
NGOTTA

  
Prof. M. Soko

  
my

**Le Président**

  
Pr. AMBANG

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

## ANNÉE ACADEMIQUE 2024/2025

(Par Département et par Grade)

**DATE D'ACTUALISATION 30 septembre 2024**

### ADMINISTRATION

1. **DOYEN** : OWONO OWONO Luc Calvin, *Professeur*
2. **VICE-DOYEN / DPSAA**: NDJIGUI Paul-Désiré, *Professeur*
3. **VICE-DOYEN / DSSE** : NYEGUE Maximilienne Ascension,  
*Professeur*
4. **VICE-DOYEN / DRC** : NOUNDJEU Pierre, *Maître de Conférences*
5. **Chef Division Administrative et Financière** : NDOYE FOE Florentine  
Marie Chantal, *Maître de Conférences*
6. **Chef Division des Affaires Académiques, de la Recherche et de la  
Scolarité DAARS** : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM,  
*Professeur*

**1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (44)**

N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1.	BIGOGA DAIGA Jude	Professeur	En poste
2.	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3.	KANSCI Germain	Professeur	En poste
4.	MBACHAM FON Wilfred	Professeur	En poste
5.	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	<i>Chef de Département</i>
6.	NGUEFACK Julienne	Professeur	En poste
7.	NJAYOU Frédéric Nico	Professeur	En poste
8.	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
9.	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10.	AKINDEH MBUH NJI	Chargé de Cours	En poste
11.	ATOGHO Barbara MMA	Maître de Conférences	En poste
12.	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
13.	BELINGA née NDOYE FOE F. M. C.	Maître de Conférences	<i>Chef DAF / FS</i>
14.	DAKOLE DABOY Charles	Maître de Conférences	En poste
15.	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Maître de Conférences	En poste
16.	DJUIDJE NGOUNOUE Marceline	Maître de Conférences	En poste
17.	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Maître de Conférences	En poste
18.	EFFA ONOMO Pierre	Maître de Conférences	<i>VD/FS/Univ Ebwa</i>
19.	EWANE Cécile Annie	Maître de Conférences	En poste
20.	KENGNE NOUEMSI Anne Pascale	Maître de Conférences	En poste
21.	KOTUE TAPTUE Charles	Maître de Conférences	En poste
22.	LUNGA Paul KEILAH	Maître de Conférences	En poste
23.	MANANGA Marlyse Joséphine	Maître de Conférences	En poste
24.	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Maître de Conférences	En poste
25.	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	<i>Doyen FS / UDs</i>
26.	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
27.	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
28.	Palmer MASUMBE NETONGO	Maître de Conférences	En poste
29.	PECHANGO NSANGO Sylvain	Maître de Conférences	En poste
30.	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste
31.	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste

32.	BEBOY EDJENGUELE Sara N.	Chargé de Cours	En poste
33.	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
34.	FOUPOUAPOUOGNIGNI Yacouba	Chargé de Cours	En poste
35.	KOUOH ELOMBO Ferdinand	Chargé de Cours	En poste
36.	MBOUCHE FANMOE Marceline J.	Chargé de Cours	En poste
37.	OWONA AYISSI Vincent Brice	Chargé de Cours	En poste
38.	WILFRED ANGIE ABIA	Chargé de Cours	En poste
39.	BAKWO BASSOGOG Christian Bernard	Assistant	En Poste
40.	ELLA Fils Armand	Assistant	En Poste
41.	EYENGA Eliane Flore	Assistant	En Poste
42.	MADIESSE KEMGNE Eugenie Aimée	Assistant	En Poste
43.	MANJIA NJIKAM Jacqueline	Assistant	En Poste
44.	WOGUIA Alice Louise	Assistant	En Poste

<b>2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (50)</b>			
1.	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>DAARS/FS</i>
2.	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
3.	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En Poste
4.	DZEUFJET DJOMENI Paul Désiré	Professeur	En Poste
5.	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>CD et Vice Doyen/FMSB/UIYI</i>
6.	KEKEUNOU Sévilor	Professeur	<i>Chef de Département</i>
7.	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
8.	NOLA Moïse	Professeur	En poste
9.	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
10.	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service / Coord.Progr./MINSANTE</i>
11.	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	En poste
12.	ALENE Désirée Chantal	Maître de Conférences	<i>Vice Doyen/ Uté Ebwa</i>
13.	ATSAMO Albert Donatien	Maître de Conférences	En poste

14.	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15.	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16.	GOUNOUE KAMKUMO Raceline épouse FOTSING	Maître de Conférences	En poste
17.	JATSA BOUKENG Hermine épouse MEGAPTCHE	Maître de Conférences	En Poste
18.	KANDEDA KAVAYE Antoine	Maître de Conférences	En poste
19.	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Maître de Conférences	En poste
20.	MAHOB Raymond Joseph	Maître de Conférences	En poste
21.	MBENOUN MASSE Paul Serge	Maître de Conférences	En poste
22.	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
23.	MOUNGANG Luciane Marlyse	Maître de Conférences	En poste
24.	NOAH EWOTI Olive Vivien	Maître de Conférences	En poste
25.	MONY Ruth épouse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
26.	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Maître de Conférences	En poste
27.	NGUEGUIM TSOFACK Florence	Maître de Conférences	En poste
28.	NGUEMBOCK	Maître de Conférences	En poste
29.	TAMSA ARFAO Antoine	Maître de Conférences	En poste
30.	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste
31.	AMBADA NDZENGUE GEORGIA ELNA	Chargé de Cours	En poste
32.	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Chargé de Cours	En poste
33.	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
34.	FEUGANG YOUMSSI François	Chargé de Cours	En poste
35.	FOKAM Alvine Christelle Epse KENGNE	Chargé de Cours	En poste
36.	FOSSI TANKOUA Olivia Epse DJEUTCHOUANG SAYANG	Chargé de Cours	En poste (transfert Uté de Dla)
37.	GONWOUO NONO Legrand	Chargé de Cours	En poste
38.	KOGA MANG DOBARA	Chargé de Cours	En poste
39.	LEME BANOCK Lucie	Chargé de Cours	En poste
40.	MAPON NSANGOU Indou	Chargé de Cours	En poste
41.	METCHI DONFACK MIREILLE FLAURE EPSE GHOUMO	Chargé de Cours	En poste
42.	NGOUATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
43.	NJUA Clarisse YAFI	Chargée de Cours	<i>Chef Div. Uté Bamenda</i>

44.	NWANE Philippe Bienvenu	Chargé de Cours	En poste
45.	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
46.	YEDE	Chargé de Cours	En poste
47.	YOUNOUSSA LAME	Chargé de Cours	En poste
48.	KODJOM WANCHE Jacguy Joyce	Assistante	En poste
49.	NDENGUE Jean De Matha	Assistant	En poste
50.	ZEMO GAMO Franklin	Assistant	En poste

<b>3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (32)</b>			
1.	AMBANG Zachée	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	BIYE Elvire Hortense	Professeur	En poste
3.	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4.	MBARGA BINDZI Marie Alain	Professeur	<i>Directeur de la Planification et du Développement de l'Enseignement Supérieur</i>
5.	MBOLO Marie	Professeur	En poste
6.	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
7.	NDONGO BEKOLO	Professeur	En poste
8.	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste
9.	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
10.	DJEUANI Astride Carole	Maître de Conférences	En poste
11.	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Maître de Conférences	En poste
12.	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
13.	NGALLE Hermine BILLE	Maître de Conférences	En poste
14.	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	<i>CT / MINRESI</i>
15.	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste
16.	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
17.	ONANA JEAN MICHEL	Maître de Conférences	En poste
18.	DIDA LONTSI Sylvere Landry	Chargé de Cours	En poste
19.	GONMADGE CHRISTELLE	Chargé de Cours	En poste
20.	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste

21.	MANGA NDJAGA JUDE	Chargé de Cours	En poste
22.	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargé de Cours	En poste
23.	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargé de Cours	En poste
24.	NSOM ZAMBO EPSE PIAL ANNIE CLAUDE	Chargé de Cours	<i>En détachement/UNESCO MALI</i>
25.	GODSWILL NTSOMBOH NTSEFONG	Chargé de Cours	En poste
26.	KABELONG BANAHOU Louis-Paul-Roger	Chargé de Cours	En poste
27.	KONO Léon Dieudonné	Chargé de Cours	En poste
28.	LIBALAH Moses BAKONCK	Chargé de Cours	En poste
29.	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Chargé de Cours	En poste
30.	TAEDOUNG Evariste Hermann	Chargé de Cours	En poste
31.	TEMEGNE NONO Carine	Chargé de Cours	En poste
32.	BOLIE Hubert	Assistant	En poste
33.	MACHIE NKOUANDEU Pamas	Assistante	En poste
34.	MAFFO FOKOU Adèle	Assistante	En poste
35.	METSEBING Blondo-Pascal	Assistant	En poste
36.	NTONMEN YONKEU Amandine Flore	Assistante	En poste
37.	ONANA EBODE	Assistant	En poste
38.	PETMI Carine Layette	Assistante	En poste

#### 4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (27)

1.	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Mission PR</i>
2.	NANSEU NJIKI Charles Péguy	Professeur	En poste
3.	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
4.	NENWA Justin	Professeur	En poste
5.	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancellor/UB</i>
6.	NJIOMOU C. épouse DJANGANG	Professeur	En poste
7.	NJOYA Dayirou	Professeur	En poste
8.	ACAYANKA Elie	Maître de Conférences	En poste

9.	EMADAK Alphonse	Maître de Conférences	En poste
10.	KAMGANG YOUBI Georges	Maître de Conférences	En poste
11.	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
12.	KENNE DEDZO GUSTAVE	Maître de Conférences	En poste
13.	MBEY Jean Aime	Maître de Conférences	En poste
14.	NDI NSAMI Julius	Maître de Conférences	<i>Chef de Département</i>
15.	NEBAH Née NDO SIRI Bridget NDOYE	Maître de Conférences	<i>Sénatrice/SENAT</i>
16.	NYAMEN Linda Dyorisse	Maître de Conférences	En poste
17.	PABOUDAM GBAMBIE AWAWOU	Maître de Conférences	En poste
18.	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Maître de Conférences	En poste
19.	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Maître de Conférences	<i>Chef Service/ ENS Bertoua</i>
20.	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Maître de Conférences	En poste
21.	KOUOTOU DAOUDA	Maître de Conférences	En poste
22.	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
23.	NCHIMI NONO KATIA	Chargée de Cours	En poste
24.	NJANKWA NJABONG N. Eric	Chargé de Cours	En poste
25.	PATOUOSSA ISSOFA	Chargé de Cours	En poste
26.	SIEWE Jean Mermoz	Chargé de Cours	En Poste
27.	BOYOM TATCHEMO Franck W.	Assistant	En Poste

#### **6- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (33)**

1.	Alex de Théodore ATCHADE	Professeur	<i>DEPE/Univ. Bertoua</i>
2.	DONGO Etienne	Professeur	<i>Vice-Doyen/FSE/UYI</i>
3.	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	<i>Chef de Département UDS</i>
4.	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Recteur UBertoua/ Chef de Département</i>
5.	MBAZOA née DJAMA Céline	Professeur	En poste
6.	MKOUNGA Pierre	Professeur	En poste
7.	AMBASSA Pantaléon	Maître de Conférences	En poste
8.	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	En poste

9.	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste
10.	KAMTO Eutrophe Le Doux	Maître de Conférences	En poste
11.	KENMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
12.	MVOT AKAK CARINE	Maître de Conférences	En poste
13.	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	<i>Chef de Cellule MINRESI</i>
14.	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	<i>C.E.A/ MINESUP</i>
15.	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	<i>Dir ENS/Uté Bertoua</i>
16.	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
17.	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
18.	TAGATSING FOTSING Maurice	Maître de Conférences	En poste
19.	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Maître de Conférences	En poste
20.	ZONDEGOUMBA Ernestine	Maître de Conférences	En poste
21.	MESSI Angélique Nicolas	Chargé de Cours	En poste
22.	MUNVERA MFIFEN Aristide	Chargé de Cours	En poste
23.	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
24.	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
25.	NONO NONO Éric Carly	Chargé de Cours	En poste
26.	OUETE NANTCHOUANG Judith Laure	Chargée de Cours	En poste
27.	SIELINOUE TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
28.	TCHAMGOUE Joseph	Chargé de Cours	En poste
29.	TSAFFACK Maurice	Chargé de Cours	En poste
30.	TSAMO TONTSA Armelle	Chargé de Cours	En poste
31.	TSEMEUGNE Joseph	Chargé de Cours	En poste
32.	NDOGO ETEME Olivier	Assistant	En poste
33.	NGUEMDJO CHIMEZE Valery Wilfried	Assistant	En poste

**6- DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES (ER) (1)**

1	BODO Bertrand	Professeur	<i>Chef de Département</i>
---	---------------	------------	----------------------------

**7- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (22)**

1.	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef de Division des SI/ MINESUP</i>
2.	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Inspecteur Général Académique/ MINESUP</i>

3.	NDOUNDAM René	Maître de Conférences	En poste
4.	TSOPZE Norbert	Maître de Conférences	En poste

5.	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	<i>Chef de Cellule MINFOPRA</i>
6.	AMINOU HALIDOU	Chargé de Cours	<i>Chef de Département</i>
7.	DJAM XAVIERA YOUH - KIMBI	Chargé de Cours	En Poste
8.	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Chargé de Cours	En poste
9.	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10.	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Chargé de Cours	En poste
11.	HAMZA Adamou	Chargé de Cours	En poste
12.	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Chargé de Cours	En poste
13.	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
14.	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
15.	MESSI NGUELE Thomas	Chargé de Cours	En poste
16.	MONTHE DJIADEU Valery M.	Chargé de Cours	En poste
17.	NZEKON NZEKO'O ARMEL JACQUES	Chargé de Cours	En poste
18.	OLLE OLLE Daniel Claude Georges Delort	Chargé de Cours	<i>Directeur Adjoint ENSET Ebolowa</i>
19.	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste
20.	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
21.	MAKEMBE. S . Oswald	Assistant	<i>Directeur CUTI</i>
22.	NKONDOCK. MI. BAHANACK.N.	Assistant	En poste

**8- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (34)**

1.	AYISSI Raoult Domingo	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	KIANPI Maurice	Maître de Conférences	En poste
3.	MBANG Joseph	Maître de Conférences	En poste
4.	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	<i>Chef de Division/ENSPY</i>
5.	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Maître de Conférences	<i>Chef de Département de modélisation et applications industrielles/ENSPY</i>
6.	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	<i>VDRC/FS/UJI</i>
7.	TAKAM SOH Patrice	Maître de Conférences	En poste
8.	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	<i>Directeur/AIMS Rwanda</i>
9.	TCHOUNDJA Edgar Landry	Maître de Conférences	En poste
10.	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	<i>Chef Cellule MINEPAT</i>
11.	BOGSO ANTOINE Marie	Chargé de Cours	En poste
12.	BITYE MVONDO Esther Claudine	Chargé de Cours	En poste
13.	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
14.	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
15.	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
16.	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
17.	KOKOMO AYISSI Eric Brice	Chargé de Cours	En poste( transfert de l'université de Douala)
18.	LOUMNGAM KAMGA Victor	Chargé de Cours	En poste
19.	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
20.	MBATAKOU Salomon Joseph	Chargé de Cours	En poste
21.	MENGUE MENGUE David Joël	Chargé de Cours	<i>Chef Dpt /ENS Université d'Ebolowa</i>
22.	MBIAKOP Hilaire George	Chargé de Cours	En poste
23.	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
24.	NIMPA PEFOUKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
25.	OGADOA AMASSAYOGA	Chargée de Cours	En poste
26.	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	<i>En stage</i>
27.	TENKEU JEUFACK Yannick Léa	Chargé de Cours	En poste
28.	TCHEUTIA Daniel Duviol	Chargé de Cours	En poste

29.	TETSADJIO TCHILEPECK M. Eric.	Chargé de Cours	En poste
-----	-------------------------------	-----------------	----------

30.	FOKAM Jean Marcel	Assistant	En poste
31.	GUIDZAVAI KOUCHERE Albert	Assistant	En poste
32.	MANN MANYOMBE Martin Luther	Assistant	En poste
33.	MEFENZA NOUNTU Thiery	Assistant	En poste
34.	NYOUMBI DLEUNA Christelle	Assistant	En poste

### 9- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (24)

1.	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	NYEGUE Maximilienne Ascension	Professeur	<i>Vice-Doyen / DSSE</i>
3.	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Professeur	En poste
4.	ASSAM ASSAM Jean Paul	Maître de Conférences	En poste
5.	BOUGNOM Blaise Pascal	Maître de Conférences	En poste
6.	KOUITCHEU MABEKU Epse KOUAM Laure Brigitte	Maître de Conférences	En poste
7.	MUNE MUNE Martin Alain	Maître de Conférences	En poste
8.	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
9.	NJIKI BIKOÏ Jacky	Maître de Conférences	En poste
10.	TCHIKOUA Roger	Maître de Conférences	<i>Chef de Service de la Scolarité</i>

11.	ESSONO Damien Marie	Chargé de Cours	En poste
12.	LAMYE Glory MOH	Chargé de Cours	En poste
13.	MEYIN A EBONG Solange	Chargé de Cours	En poste
14.	MONI NDEDI Esther Del Florence	Chargé de Cours	En poste
15.	NKOUDOU ZE Nardis	Chargé de Cours	En poste
16.	NKOUÉ TONG Abraham	Chargé de Cours	En poste
17.	TAMATCHO KWEYANG Blandine Pulchérie	Chargé de Cours	En poste
18.	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Chargé de Cours	En poste
19.	TOBOLBAÏ Richard	Chargé de Cours	En poste

20.	EZO'O MENGO Fabrice Télésfor	Assistant	En poste
21.	EHETH Jean Samuel	Assistant	En poste
22.	MAYI Marie Paule Audrey	Assistant	En poste
23.	NGOUEMAM Romial Joël	Assistant	En poste
24.	NJAPNDOUNKE Bilkissou	Assistant	En poste

### 10. DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PHY) (42)

1.	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2.	BIYA MOTTO Frédéric	Professeur	<i>DG/HYDRO Mekin</i>
3.	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Professeur	En poste
4.	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Professeur	<i>Vice-Recteur. Ute Ngaoundéré</i>
5.	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
6.	EYEBE FOU DA Jean sire	Professeur	En poste
7.	HONA Jacques	Professeur	En poste
8.	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	En poste
9.	NANA NBENDJO Blaise	Professeur	En poste
10.	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	<i>Chef de Département</i>
11.	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	En poste
12.	SAIDOU	Professeur	<i>Chef de centre/IRGM/MINRESI</i>
13.	SIMO Elie	Professeur	En poste
14.	TABOD Charles TABOD	Professeur	<i>Doyen FSUniv/Bda</i>
15.	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
16.	WOAFO Paul	Professeur	En poste
17.	ZEKENG Serge Sylvain	Professeur	En poste

18.	ENYEGUE A NYAM épse BELINGA	Maître de Conférences	<i>Chef de Division de la formation continue et à distance/ENSPY</i>
19.	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
20.	FOUEJIO David	Maître de Conférences	<i>Chef Cell/ MINADER</i>

21.	MBINACK Clément	Maître de Conférences	En poste
22.	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Maître de Conférences	En poste
23.	MELI'I Joelle Larissa	Maître de Conférences	En poste
24.	MVOGO ALAIN	Maître de Conférences	En poste
25.	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
26.	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
27.	VONDOU Derbetini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste
28.	WAKATA née BEYA Annie Sylvie	Maître de Conférences	<i>Directeur/ENS/UYI</i>
29.	WOULACHE Rosalie Laure	Maître de Conférences	<i>En stage depuis février 2023</i>
30.	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
31.	AYISSI EYEBE Guy François Valérie	Chargé de Cours	En poste
32.	CHAMANI Roméo	Chargé de Cours	En poste
33.	DJIOTANG TCHOTCHOU Lucie Angennes	Chargée de Cours	En poste
34.	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
35.	KAMENI NEMATCHOUA Modeste	Chargé de Cours	En poste
36.	LAMARA Maurice	Chargé de Cours	En poste
37.	NGA ONGODO Dieudonné	Chargé de Cours	En poste
38.	OTTOU ABE Martin Thierry	Chargé de Cours	<i>Directeur Unité de production des réactifs/IMPM</i>
39.	TEYOU NGOUPO Ariel	Chargé de Cours	En poste
40.	TOGUEU MOTCHEYO Alain Bertrand	Chargé de Cours	En poste
41.	WANDJI NYAMSI William	Chargé de Cours	En poste
42.	SOUFFO TAGUEU Merimé	Assistant	En poste

### 11- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (34)

1.	EKOMANE Emile	Professeur	<i>Chef Div./Uté Ebolowa</i>
2.	GANNO Sylvestre	Professeur	En poste

3.	NDJIGUI Paul-Désiré	Professeur	<i>Vice-Doyen /DPSAA</i>
4.	NGOS III Simon	Professeur	En poste
5.	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
6.	ONANA Vincent Laurent	Professeur	<i>Chef de Département/Uié. Eb.</i>
7.	YENE ATANGANA Joseph Q.	Professeur	<i>Chef Div. /MINTP</i>
8.	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Chef de Département</i>
9.	Elisé SABABA	Maitre de Conférences	En poste
10.	EYONG John TAKEM	Maître de Conférences	En poste
11.	FUH Calistus Gentry	Maître de Conférences	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT(ai)</i>
12.	MBIDA YEM	Maitre de Conférences	En poste
13.	MBESSE Cécile Olive	Maitre de Conférences	En poste
14.	METANG Victor	Maître de Conférences	En poste
15.	NGO BIDJECK Louise Marie	Maître de Conférences	En poste
16.	NGUEUTCHOUA Gabriel	Maître de Conférences	<i>CEA/MINRESI</i>
17.	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
18.	TCHAKOUNTE Jacqueline épouse NUMBEM	Maître de Conférences	<i>Chef. Cell /MINRESI</i>
19.	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
20.	TEMGA Jean Pierre	Maître de Conférences	En poste
21.	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>
22.	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
23.	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
24.	MAMDEM TAMTO Lionelle Estelle, épouse BITOM	Chargée de Cours	En poste
25.	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
26.	NGO'O ZE ARNAUD	Chargé de Cours	En poste
27.	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
28.	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargée de Cours	En poste
29.	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de Cours	En poste
30.	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
31.	FEUMBA Roger	Chargé de Cours	En poste
32.	MBANGA NYOBE Jules	Chargé de Cours	En poste

33.	KOAH NA LEBOGO Serge P.	Assistant	En poste
34.	TENE DJOUKAM Joëlle Flore, épouse KOUANKAP NONO	Assistante	En poste

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

NOMBRE D'ENSEIGNANTS						
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres Conférences	de Chargés de Cours	de Assistants	Total	
BCH	08 (01)	22 (13)	08 (03)	06 (04)	<b>44</b>	<b>(20)</b>
BPA	11 (01)	19 (09)	16 (05)	03 (01)	<b>49</b>	<b>(16)</b>
BPV	06 (01)	10 (02)	14 (07)	02 (00)	<b>32</b>	<b>(10)</b>
CI	07 (01)	14 (03)	05 (01)	01 (00)	<b>27</b>	<b>(05)</b>
CO	06 (01)	14 (05)	11 (03)	02 (00)	<b>33</b>	<b>(09)</b>
ER	01 (00)		/	/	<b>01</b>	<b>(0)</b>
IN	02 (00)	02 (00)	15 (01)	03 (00)	<b>22</b>	<b>(01)</b>
MAT	01 (00)	08 (00)	20 (01)	05 (01)	<b>34</b>	<b>(02)</b>
MIB	03 (01)	07 (03)	09 (05)	05 (02)	<b>24</b>	<b>(11)</b>
PHY	17 (01)	12 (04)	12 (01)	01 (00)	<b>42</b>	<b>(06)</b>
ST	07 (00)	14 (03)	11 (03)	02 (01)	<b>34</b>	<b>(07)</b>
<b>Total</b>	<b>69 (07)</b>	<b>122 (42)</b>	<b>121 (30)</b>	<b>30 (09)</b>	<b>342</b>	<b>(88)</b>

Soit un total de **342 (88)** dont :

- Professeurs **69 (07)**
- Maîtres de Conférences **123 (41)**
- Chargés de Cours **120 (30)**
- Assistants **30 (09)**

( ) = Nombre de Femmes **88**

## ENSEIGNANTS SOUS CONTRAT DE COLLABORATION

1.	BELL JOSEPH MARTIN	547019U	17/06/1957	Sakbayeme	M	10/11/1986	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
2.	DJOUFAC WOUFMO EMMANUEL	547069Z	09/01/1957	Ngaoundéré	M	04/05/1990	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
3.	ELIMBI ANOINE.	546958X	30/11/1955		M		RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
4.	FOMENA ABRAHAM	546778X	10/11/1958	Batcham	M	01/12/1986	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
5.	GHOGOMU TIH RAPH	547004-K	23/12/1956	BAMBALANG	M	13/10/1982	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
6.	KAMTCHOUING PIERRES	143299X	13/09/1955	Nkongsamba	M	01/10/1988	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
7.	LAMINSI SAMUEL	143149J	30/12/1953		M		RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
8.	NGADJUI TCHALEU BONAVENTURE	546959-G	15/09/1953	FONTSIGA	M	12/08/1982	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
9.	NGO BILONG ANASTASIE épouse TIH	546164-I	27/12/1955	MBANGA	F	28/07/2000	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	MC
10.	NKENGFAK EPHRAIM AUGUSTIN	546948-F	17/06/1955	YAOUNDE	M	01/09/1983	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
11.	NDIKONTAR MAURICE KOR	169784G	09/05/1958	Mbaa	M	10/01/1991	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION-EN COURS DE SIGNATURE	PR
12.	NJIOKOU FLOBERT	547321H	11/06/1958	Nkongsamba	M	03/05/1993	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION-EN COURS DE SIGNATURE	PR
13.	BENG NEE NINTCHOM PENLAP VERONIQUE	546643B	07/01/1957	Melong I	F	02/10/1992	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION	PR
14.	FOKOU ELIE	546725J	08/06/1957	Fiéla-Bamendjinda	M	01/04/1988	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION EN COURS DE FINALISATION	PR
15.	TCHOUANKEU JEAN CLAUDE	547295-E	06/01/1959	Douala	M	01/12/1989	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION EN COURS DE FINALISATION	PR
16.	BOYOMO ONANA						CONTRATS TRAITES LORS DU CONSEIL D'UNIVERSITE DU 12 JUILLET 2024	MC
17.	WANDJI JEAN	162242M	09/06/1958	Bangou	M			UYI
18.	YOUMBI EMMANUEL	547332Z	12/02/1959	Bangou	M	Bangou		PR
19.	NGODO MELINGUI JEAN	500475X	05/09/1958	Endoum		20/10/2005		MC
20.	KOFANE TIMOLEON CREPIN							PR
21.	NGAMENI EMMANUEL	547277-C	24/04/1959	Mbanga	M			PR
22. R	BITOM DIEUDONNE	547050X	23/11/1958	Ambam	M			PR

## DÉDICACE

À  
La mémoire de mes défunts parents ÉLÉLÉ Xavérie & MBANG À ZOCK Célestin partis très  
tôt !

## REMERCIEMENTS

Il me paraît approprié de rappeler ici qu'une trajectoire universitaire est un héritage de la qualité et des compétences de personnes qu'on a eues la chance de côtoyer. Elle repose davantage sur la chaleur environnementale dans laquelle le travail a été accompli. Cette thèse traduit la richesse de circonstances entremêlées tout au long de cette trajectoire d'étudiant.

À cet effet, elle est l'aboutissement d'un rêve que j'ai eu alors que je n'étais qu'en classe de seconde. Elle n'aurait pu commencer, n'aurait pu se dérouler et s'achever sans le soutien inconditionnel de nombreuses personnes. Des personnes qui m'ont écouté et m'ont permis de trouver des solutions quand j'étais confus et parfois m'ont donné tort ou raison ou simplement ont été présentes. C'est avec un immense plaisir que je tiens à leur manifester ma plus vive reconnaissance.

- Dans l'ordre des choses, je commencerai par remercier l'Université de Yaoundé I (UYI), via le Professeur AMBANG Zachée, Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales (CDBPV), pour ses conseils, suggestions et diligences administratives.
- Le Pr MBARGA BINDZI Marie Alain pour m'avoir accordé sa confiance, pour m'avoir guidé et initié mon travail en Master, dont certaines perspectives ont été explorées pour l'élaboration de cette thèse avec une immense patience. Merci pour son investissement consenti ; ses conseils, ses encouragements et sa grande disponibilité durant toutes ces années de recherche passées sous ses ailes. Il m'a appris beaucoup, en termes de rigueur scientifique, le sens rigoureux de la synthèse et les bases méthodologiques qu'il m'aura apportées pour essayer de parfaire ce travail. Même s'il n'aura jamais cessé de me rappeler que toute œuvre est perfectible. Il ne fait plus de doute qu'il a élevé le voile de ma vision dans ce domaine fort et fascinant qu'est l'écologie forestière. Professeur, par ces mots, je vous exprime toute ma reconnaissance ;
- Au Professeur YOUMBI Emmanuel, qui n'a cessé de prendre les nouvelles sur l'évolution de ce travail. Professeur, je vous témoigne toute ma gratitude ;
- Au Pr BIYE Elvire Hortense, pour ses encouragements continus, la motivation et les orientations qui ont contribué à relever qualitativement ce travail ;
- Merci au Dr KONO Léon pour ses multiples conseils et pour la place de grand frère qu'il a su prendre, pour l'éveil scientifique et pour les orientations et visions visant à mieux cerner les différents contours de cette recherche. C'était avec fierté que je me suis abreuvé de connaissances à chaque fois qu'on échangeait.

- Je suis très reconnaissant à tous les enseignants du Département de Biologie et Physiologie végétales (DBPV), qui m'ont appris et ont aiguisé les bases de la méthodologie de recherche ;
- À tous les membres de l'Unité de recherche en Écologie Forestière du Département de Biologie et Physiologie Végétales de l'UYI ;

Aux bailleurs de fonds et aux Institutions :

- À la Fondation Américaine Idea Wild Small Grants pour le don en matériel de terrain (Laptops, drone, vidéos projecteur, GPS & appareils photo numérique) ;
- Aux Membres Fondateurs de l'Association camerounaise Réseau Biotope (Centre d'Appui à la Conservation de la Biodiversité et à la Restauration des Écosystèmes, au service du développement) pour l'accompagnement et la prise en charge des équipes sur le terrain pendant les phases de collecte de données ;
- Au Fonds National de l'Emploi (FNE) à travers son Directeur Général pour avoir soutenu ce travail dès ma sélection en 2020. Ce soutien m'aura permis de pouvoir effectuer les premiers voyages et commencer les observations de terrain ;
- À l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) qui m'aura permis de bénéficier d'un atelier de formation pendant un mois intitulé « utilisation du numérique pour les publications en sciences fondamentales » au Campus Numérique Francophone de Yaoundé ;
- Au CIFOR-ICRAF pour l'atelier d'écriture scientifique à l'attention des postdocs du projet RESSAC et des doctorants d'Afrique centrale ;
- À tous mes frères de sciences, les Docteurs AMBOMBO ONGUENE M.E. de regretté mémoire, ENDELE, qui n'ont cessé de m'inciter à cultiver et à multiplier fréquemment la lecture, à mieux cerner les différents axes d'orientation de cette thèse, et pour la relecture du manuscrit. Monsieur MVONDO EFFA Ulrich d'Assise dont les contributions ont permis la finalisation de cette thèse, mais aussi pour sa disponibilité ;
- Je ne saurai terminer sans remercier ces personnes qui m'ont soutenu et m'ont aussi chargé les idées durant cette course marathon qu'est une thèse. Merci à mes amis, avec un clin d'œil particulier au Dr Japhet MIAGOTAR, je souhaite que tu trouves ici toute ma reconnaissance. À Rostand TCHAMEDZEU, merci à ma famille adorée, mes frères et sœurs OLANGUENA Stéphane Landry, Sylviane ASSEN, ma Cousine NYA TCHOUNDJA Blanche et son époux TCHAKOUNTE Xavier ;
- À celle qui avait pris la place de ma mère, GWARACK À BITOP Rachel pour son immense amour et pour tout son accompagnement durant toutes mes années d'études ;

- À mes oncles ASSIANG Meimouda, NOAH Nestor et TOUNDE Richard ;
- Un merci particulier à ma famille naturelle, Mr BABAN À BISCENE et ELELE Léon Claude pour leur soutien constant et inconditionnel depuis plusieurs années. Vous m'avez encouragé à persévérer dans la voie que j'avais choisie, tout en me démontrant au quotidien que l'essentiel est ailleurs. Que dire, à part vous témoigner toute ma profonde reconnaissance pour votre disponibilité pendant tous les moments de doute.
- Mme KPOLOM Pierrette et Mme NDIFFO Christine qui ont accepté de réceptionner aux États-Unis, les différents équipements fournis par la Fondation Américaine Idea Wild Small Grants et les acheminer à chaque fois au Cameroun. Nous vous disons profondément merci ;
- Je témoigne toute ma gratitude aux chefs des villages Ouami, Haman, Déoulé, Deng-Deng, Lom-Pangar village et à leurs populations pour leur accueil chaleureux, leurs contributions en tant que guides et aides pour l'installation des parcelles d'échantillonnage et la réalisation des observations sur le terrain ;
- Au colonel MEKA Jean Josselin, Ingénieur des Eaux et Forêts et Conservateur du PNDD, qui s'est montré diligent en nous facilitant l'accès au PNDD juste après avoir vu l'accusé de réception de la demande d'accès adressée par le Doyen de la faculté des Sciences au Ministre des Forêts et de la Faune ;
- Aux écogardes du PNDD, Mlle BETSI Rose et Mr DJONMO Gaston, pour leur accompagnement pendant la collecte de données dans le PNDD ;
- À Monsieur KAKULE MASIVI Héritier, pour le temps consenti pendant la phase d'apprentissage du Data training. La formation gratuite sur l'utilisation des logiciels d'analyse de données m'a permis d'être autonome dans l'exploitation rationnelle de mes données. Je vous suis grandement reconnaissant pour l'immense patience que vous avez su faire montre afin que je sois capable de conduire à bien mes analyses.

## SOMMAIRE

DÉDICACE.....	xvii
REMERCIEMENTS .....	xviii
SOMMAIRE .....	xxi
LISTE DES FIGURES .....	xxvii
LISTE DES TABLEAUX.....	xxx
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	xxxii
RÉSUMÉ.....	xxxii
ABSTRACT .....	xxxv
CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS .....	1
I.1. Introduction.....	2
I.1.1. Problématique .....	4
I.1.2. Questions de recherche .....	5
I.1.4. Objectifs de l'étude .....	6
I.1.4.1. Objectif général.....	6
I.1.4.2. Objectifs spécifiques .....	6
I.1.5. Plan de la thèse.....	6
I.2. Revue de la littérature .....	7
I.2.1. Fondements théoriques de la biodiversité.....	7
I.2.1.1. La théorie du « dispersal assembly » .....	8
I.2.1.2. Théorie de la niche écologique .....	9
I.2.1.3. Perturbations naturelles.....	10
I.2.2. Les grands enjeux autour des forêts tropicales .....	12
I.2.3. États des connaissances sur les trois espèces-clés .....	19
I.2.3.1. Taxonomie et distribution .....	19
I.2.3.2. Description botanique .....	22
I.2.3.3. Écologie et sylviculture.....	26
I.2.3.4. Phénologie et diamètre de fructification .....	29
I.2.3.5. Autres usages .....	32

I.2.3.6. Vulnérabilité et statut UICN .....	33
I.2.3.7. Dissémination et régénération naturelle.....	38
I.2.3.8. Relations avec l'entomofaune .....	40
I.2.4. Présentation de la zone d'étude.....	42
I.2.4.1. Localisation, cadre administratif et politique.....	42
I.2.4.2. Milieu Physique .....	44
I.2.4.2.1. Géologie et sols.....	44
I.2.4.2.2. Topographie .....	44
I.2.4.2.3. Sols.....	45
I.2.4.2.4. Hydrographie .....	45
I.2.4.2.5. Climat.....	46
I.2.4.3. Milieu Biologique .....	47
I.2.4.3.1. Végétation et flore.....	47
I.2.4.3.2. Faune.....	48
I.2.4.3.3. Agro-biodiversité .....	49
I.2.4.4. Cadre socioéconomique .....	50
I.2.4.4.1. Population, ethnies et habitat .....	50
I.2.4.4.2. Activités économiques .....	50
I.2.4.4.2.1. L'agriculture .....	50
I.2.4.4.2.2. La pêche .....	51
I.2.4.4.2.3. L'élevage.....	52
I.2.4.4.2.4. La chasse .....	53
I.2.4.4.2.5. Exploitation des produits forestiers non-ligneux .....	53
I.2.4.4.2.6. L'artisanat .....	54
I.2.4.4.2.7. Exploitation minière.....	54
I.2.4.4.2.8. Commerce .....	55
I.2.4.4.2.9. L'exploitation du bois .....	55
I.2.5. Définition des terminologies et concepts .....	56
I.2.5.1. Régénération naturelle .....	56

I.2.5.2. Vulnérabilité .....	57
I.2.6. Principaux facteurs de vulnérabilité des espèces-clés .....	58
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	63
II.1. Matériel.....	64
II.1.1. Site d'étude .....	64
II.1.1.1. Choix de la zone d'étude .....	64
II.1.1.2. Localisation de la zone d'étude et justification .....	64
II.1.1.3. Contexte socioéconomique.....	66
II.1.2.1. Matériel biologique.....	66
II.1.2.2. Matériel de terrain .....	66
II.2. Méthodes .....	67
II.2.1. Collecte des données secondaires.....	67
II.2.2. Méthodes d'inventaire .....	68
II.2.2.1. Échantillonnage .....	68
II.2.3. Méthode de caractérisation de la structure forestière et du potentiel en espèces ligneuses .....	70
II.2.3.1. Méthode de détermination des types de tiges.....	72
II.2.3.2. Méthode de mise en place du dispositif expérimental.....	72
II.2.4. Méthode décrivant la dynamique de la végétation de la zone d'étude .....	73
II.2.4.1. Inventaire de régénération naturelle .....	73
II.2.4.1.1. Méthode de mécanisme de régénération naturelle .....	75
II.2.4.1.2. Méthode d'évaluation des phénomènes naturels .....	75
II.2.4.2. Évaluation des paramètres influençant le lit de germination et l'échappement des semis .....	76
II.2.4.3. Modèle de distribution spatiale.....	76
II.2.5. Méthode d'analyse de la variabilité temporelle de la mortalité et du recrutement des individus en zone protégée et zone anthropisée.....	76
II.2.6. Méthode de détermination des types chorologiques et de la phénologie fruitière .....	77
II.2.6.1. Affinité biogéographique.....	77
II.2.7. Méthode de cartographie des semenciers des trois espèces-clés.....	78

II.2.7.1. Facteurs de vulnérabilité.....	79
II.2.8. Analyse des données et logiciels utilisés.....	80
II.2.8.1. Analyse des données sur la caractérisation de la structure forestière et le potentiel en espèces ligneuses en zone protégée et en zone anthropisée .....	80
II.2.8.1.1. Richesse floristique.....	80
II.2.8.1.2. Indices de caractérisation botanique.....	80
II.2.8.1.2.1. Données dendrométriques .....	80
II.2.8.1.3. Principaux indicateurs de la structure du peuplement.....	83
II.2.8.1.3.3. Disponibilité des espèces-clés .....	85
II.2.8.1.4. Régression linéaire simple.....	86
II.2.8.2. Les analyses statistiques .....	86
II.2.8.2.1. Analyse des données sur la dynamique de la végétation de la zone d'étude.....	86
II.2.8.2.2. Indices de diversité alpha. ....	86
II.2.8.2.3. Analyse Factorielle des Données Mixtes.....	88
II.2.8.2.4. Test de significativité du coefficient de corrélation .....	89
II.2.8.2.5. Méthode de comparaison des moyennes .....	89
II.2.8.2.6. Matrice de corrélation.....	89
CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	91
III.1. Résultats .....	92
III.1.1. Caractéristiques de la structure forestière .....	92
III.1.1.1. Composition floristique.....	92
III.1.1.2. Caractérisation de la distribution floristique .....	93
III.1.1.3. Valeur d'importance des espèces rencontrées dans la zone d'étude.....	94
III.1.1.4. Évaluation de la disponibilité des espèces-clés.....	95
III.1.1.5. Caractéristiques dendrométriques .....	98
III.1.1.5.1. Structures en hauteur et en diamètre .....	98
III.1.1.5.2. Caractéristiques structurales des trois espèces dans la zone d'étude ...	100
III. 1.1.5.3. Structure globale du peuplement à la PBLP.....	101
III. 1.1.5.4. Corrélation diamètre-hauteur des trois espèces.....	102

III.1.1.5.5. Corrélations cumulées diamètre-hauteur des trois espèces .....	103
III.1.2. Description des systèmes d'affectation des terres .....	104
III.1.2.1. Caractérisation des types d'occupation du sol à la PBLP .....	104
III.1.2.2. Diversité spécifique des système d'affectation des terres .....	104
III.1.2.3. Caractérisation de la densité des trois stades d'observation des espèces-clés .....	105
III.1.2.3.1. Valeurs moyennes des indices de diversité .....	105
III.1.2.3.2. Densité des espèces-clés.....	105
III.1.2.4. Stades de développement des espèces-clés .....	106
III.1.2.5. Caractérisation de l'épaisseur de la litière sur la distribution des plantules des trois espèces-clés .....	107
III.1.2.5.1. Régénération naturelle des espèces clés .....	108
III.1.2.5.2. Modélisation de la régénération naturelle .....	108
III.1.2.6. Corrélation entre l'épaisseur de la litière et la distance du semencier .....	110
III.1.2.7. Degré de corrélation entre disponibilité des plantules et les paramètres dendrométriques .....	112
III.1.3. Analyse de la variabilité temporelle du recrutement dans les deux sites d'étude .....	113
III.1.3.1. Répartition des populations des trois-espèces par type d'occupation du sol .....	113
III.1.3.2. Structure d'occupation du sol et stades de développement des espèces-clés .....	115
III.1.3.3. Statut social des espèces-clés à la périphérie du barrage de Lom-Pangar ..	117
III.1.4. Analyse des types chorologiques et détermination de fructification des espèces- clés.....	118
III.1.4.1. Spectre des types biologiques des trois espèces rencontrées .....	118
III.1.4.2. Spectre des types phytogéographiques.....	119
III.1.4.3. Caractérisation des modes de dissémination des espèces rencontrées .....	120
III.1.4.4. Tempérament des espèces rencontrées.....	120
III.1.5. Cartographie et facteurs de vulnérabilité des trois espèces-clés .....	121

III.1.5.1. Cartographie des individus matures des trois espèces-clés.....	121
III.1.5.2. Facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité des espèces-clés.....	123
III.1.5.2.1. Facteurs endogènes de vulnérabilité .....	123
III.1.5.2.2. Facteurs endogènes de vulnérabilité .....	124
III.1.5.3. Statut UICN des espèces rencontrées à la périphérie du barrage de Lom-Pangar.....	125
Légende : CR : En danger critique d’extinction ; LR/lc : préoccupation mineure ; LR/lc ; VU : Vulnérable .....	126
III.2. Discussion .....	127
III.2.1. Composition floristique.....	127
III.2.2. Variation de la structure des trois espèces à la périphérie du barrage de Lom-Pangar.....	127
III.2.3. Diversité spécifique.....	129
III.2.4. Relation et distance du premier semencier.....	131
III.2.5. Déterminisme des caractéristiques environnementales.....	132
III.2.6. Caractéristiques floristiques, répartition spatiale et dynamique à la périphérie du barrage de Lom-Pangar .....	132
III.2.7. Facteurs de vulnérabilité des espèces-clés à la PBLP .....	133
CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	135
IV.1. Conclusion .....	136
IV.2. Perspectives.....	139
BIBLIOGRAPHIE .....	140
ANNEXES .....	164
PUBLICATION .....	176

## LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Perte de la couverture forestière mondiale.....	13
Fig. 2. Évolution des surfaces cultivées dans les régions tropicales .....	14
Fig. 3. Distribution de <i>Triplochiton scleroxylon</i> en Afrique.....	20
Fig. 4. Répartition géographique des principales espèces commerciales du genre <i>Entandrophragma</i> . Source : .....	21
Fig. 5. Répartition géographique des espèces du genre <i>Entandrophragma</i> .....	22
Fig. 6. Principales parties et inflorescences d' <i>Entandrophragma cylindricum</i> .....	24
Fig. 7. Principales parties et inflorescences de <i>Mansonia altissima</i> .....	25
Fig. 8. Principales parties et inflorescences de <i>Triplochiton scleroxylon</i> .....	26
Fig. 9. Production évaluée par essence en 2008 dans le Bassin du Congo .....	37
Fig. 10. Feuilles de <i>M. altissima</i> .....	42
Fig. 11. Données pluviométriques du Lom et Djerem en 2019. ....	47
Fig. 12. Opération de fabrication des pirogues au débarcadère de Ouami .....	59
Fig. 13. Schéma conceptuel des interactions trophiques .....	62
Fig. 14. Zones exploitables à la périphérie du barrage de Lom-Pangar.....	64
Fig. 15. Carte de localisation de la zone d'étude .....	65
Fig. 16. Carte de sondage .....	69
Fig. 17. Disposition de l'étude structurale verticale de la végétation. ....	71
Fig. 18. Dispositif d'inventaire botanique .....	74
Fig. 19. Prise des paramètres dendrométriques chez des individus de <i>Mansonia altissima</i> ....	76
Fig. 20. Représentation graphique d'un résultat type de la k de Ripley .....	79
Fig. 21. Répartition du nombre d'espèces par famille .....	92
Fig. 22. Valeurs moyennes des surfaces terrières .....	93
Fig. 23. Proportion des espèces rencontrées par site d'étude.....	94
Fig. 24. Répartition des espèces en fonction de leur vulnérabilité dans la zone d'étude.....	96

Fig. 25. Classification ascendante hiérarchique des espèces rencontrées dans la zone d'étude en fonction de leur vulnérabilité.....	97
Fig. 26. Hauteur des trois espèces-clés respectives dans le PNDD et les FNP .....	99
Fig. 27. Structures diamétriques des trois espèces-clés respectives dans le PNDD et les FNP .....	100
Fig. 28. Structures de l'ensemble des hauteurs et des diamètres des trois espèces-clés rencontrées dans le PNDD et les FNP .....	101
Fig. 29. Structures de l'ensemble des espèces issues des inventaires .....	102
Fig. 30. Relation entre le diamètre et la hauteur des trois espèces dans le PNDD et la FNP	103
Fig. 31. Équations de régression globales diamètre-hauteur.....	104
Fig. 32. Caractérisation des différents stades des trois espèces rencontrée .....	106
Fig. 33. Nuage de points du lit de germination en fonction de l'épaisseur de la litière et la distance au semencier des espèces-clés .....	108
Fig. 34. Nuage des points et modélisation du lit de germination en fonction de l'épaisseur de la litière .....	109
Fig. 35. Régression de la variable distance du semencier-épaisseur de la litière .....	110
Fig. 36. Moyenne épaisseur de la litière et distance du semencier .....	111
Fig. 37. Analyse en composantes principales .....	113
Fig. 38. Diagrammes d'éboulis présentant les principales composantes .....	114
Fig. 39. Diagramme d'éboulis des trois espèces-clés .....	115
Fig. 40. Typologie des habitats rencontrés à la périphérie du barrage de Lom-Pangar et abondance des espèces .....	117
Fig. 41. Répartition des populations des espèces-clés en fonction du statut social .....	118
Fig. 42. Répartition des types biologiques pour chaque stade de développement.....	119
Fig. 43. Spectre brute des types phytogéographiques.....	120
Fig. 44. Types chorologiques des espèces rencontrées .....	120
Fig. 45. Tempérament des espèces rencontrées à la Périphérie du barrage de Lom-Pangar .	121

Fig. 46. Carte de répartition spatiale des individus matures des trois espèces rencontrées dans le PNDD .....	122
Fig. 47. Carte de répartition spatiale des individus matures des trois espèces rencontrées dans les FNP PNDD .....	123

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Phénologie d' <i>Entandrophragma cylindricum</i> observées en Afrique de l'Ouest ....	30
Tableau II. Principales espèces cultivées dans la zone d'étude .....	49
Tableau III. Principales espèces utilisées pour la fabrication des pirogues et pagaies à la périphérie du barrage de Lom-Pangar.....	54
Tableau IV. Classification des types biologiques .....	78
Tableau V. Classes de formes de régénération .....	84
Tableau VI. Valeur d'interprétation du coefficient de corrélation selon Ricco .....	90
Tableau VII. Distribution des espèces dans la zone d'étude.....	94
Tableau VIII. Espèces ayant les plus grandes valeurs d'importance .....	95
Tableau IX. Valeurs de quelques indices calculés, des espèces rencontrées et des principales familles par niveau d'occupation du sol .....	105
Tableau X. Valeurs des indices de diversité dans chaque site d'étude .....	105
Tableau XI. Caractérisation des différents stades des trois espèces rencontrées .....	106
Tableau XII. Caractérisation des formes de régénération des espèces-clés dans la FNP .....	107
Tableau XIII. Caractérisation des formes de régénération des espèces-clés dans la PNDD .....	107
Tableau XV. Analyse de la variance distance du semencier.....	111
Tableau XVI. Proportion des espèces par type d'occupation du sol dans le PNDD.....	113
Tableau XVII. Proportion des espèces par type d'occupation du sol dans le FNP.....	114
Tableau XVIII. Proportion des espèces-clés par type d'habitat en fonction du stade de développement .....	116
Tableau XIX. Proportion des types biologiques par site d'étude.....	119
Tableau XX. Statut de quelques espèces rencontrées et leur abondance lors de la période d'étude.....	126

## **LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

AIB	: Agriculture Itinérante sur Brûlis
AHA	: Activités Halieutiques Artisanales
APG	: Angiosperm Phylogeny Group
ANAFOR	: Agence National d'Appui au Développement Forestier
ATIBT	: Association Technique Internationale des Bois Tropicaux
BHLP	: Barrage Hydro-Électrique de Lom-Pangar
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDB	: Convention sur la Diversité Biologique
CIFOR	Centre de Recherche Forestière Internationale
CITES	: Convention on International Trade in Endangered Species
COMIFAC	: Commission des Forêts d'Afrique centrale
DFR	: Diamètre de Fructification Régulière
DHB	: Diamètre à Hauteur de Poitrine
DME	: Diamètre Minimal d'Exploitation
DMF	: Diamètre Minimal de Fructification
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FASA	: Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles
FDHS	: Forêt Dense Humide Sempervirente
GIEC	: Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
ICRAF	Centre International pour la Recherche en Agroforesterie
PNFL	: Produit Forestier non Ligneux
FTH	: Forêt Tropicale Humide
GPS	: Global Positioning System
MINFOF	: Ministère des Forêts et de la Faune
MINEPDED	: Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable
PBLP	: Périphérie du Barrage de Lom-Pangar
PGES	: Plan de Gestion Environnemental et Social
PIB	: Produit Intérieur Brute
PNDD	: Parc National de Deng-Deng
OFAC	: Observatoire des Forêts d'Afrique centrale

OIBT	: Organisation Internationale des Bois Tropicaux
RCA	: République Centrafricaine
RDC	: République Démocratique du Congo
REDD+	: Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation
RESSAC	Recherche Appliquée en Écologie et en Sciences Sociales
SIG	: Système d'Information Géographique
SND30	: Stratégie Nationale de Développement 2020-2030
STB	: Sommet des Trois Bassins
UFA	: Unité Forestière d'Aménagement
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UTO	: Unité Technique Opérationnelle
WCS	: Wildlife Conservation Society

## **RÉSUMÉ**

Le potentiel forestier ligneux de la périphérie du Barrage de Lom-Pangar, à l'instar des autres essences du Bassin du Congo, régresse de manière irréversible à cause de la demande toujours croissante des populations riveraines pour leurs multiples activités, principalement pour la fabrication des pirogues, sagaies, fumage du poisson et sciage. Ainsi, certaines espèces considérées comme étant des espèces à forte valeur d'usage ou espèces-clés dans les activités halieutiques, sont menacées d'extinction dans cette zone. Dans la perspective de déterminer la durabilité de ces espèces dans leur milieu, une étude portant sur les potentialités de régénération naturelle sous l'influence des facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité de trois espèces-clés utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar a été effectuée. Les espèces suivantes ont été retenues pour conduire l'étude : *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*. 20 transects de 5 km x 20 m, équidistants de 200 m l'un de l'autre, ont été installés dans la zone d'étude, dont 10 dans le Parc National de Deng-Deng et 10 dans les forêts non protégées. Le long de chaque transect, 20 placettes de 250 m x 20 m ont été délimités afin de dénombrer tous les individus ligneux présents. Une évaluation du potentiel de régénération des trois espèces a été effectuée dans 400 sous-placettes de superficie 25 m x 20 m. Cette étude a mis l'accent sur la structure et la dynamique des populations de ces espèces ainsi que sur l'influence des paramètres qui déterminent le recrutement des individus autour de chaque semencier. Les types de couverture végétale traversés le long de chaque transect ont été caractérisés. Les résultats montrent 3 types de couvertures végétales à l'intérieur des FNP et 4 dans le PNDD. La densité, la dominance, la surface terrière, la fréquence ainsi que les indices de valeur d'importance et de répartition spatiale de ces espèces ont pu être calculés afin de caractériser la composition floristique. La densité des individus, la surface terrière et les indices de diversité ont pu être calculés afin d'analyser la structure et l'hétérogénéité des peuplements de chaque communauté végétale. Un total de 24861 individus a été dénombré à savoir : 1907 *T. scleroxylon*, 2018 *M. altissima* et 350 *E. cylindricum* adultes. Ces 24861 individus appartiennent à 48 espèces, 42 genres et 24 familles. Tous diamètres confondus, les trois espèces-clés renferment 11363 individus, soit 45,71 % de l'ensemble des individus inventoriés dans le site, parmi lesquels 4275 individus adultes (37,62 %). La surface terrière moyenne est de  $5,97 \pm 1,43$  m<sup>2</sup>/ha dans le PNDD contre  $4,40 \pm 0,7$  m<sup>2</sup>/ha dans les FNP. *T. scleroxylon* présente la plus forte valeur de surface terrière par rapport à la moyenne dans le PNDD, avec une  $ST=54,33 \pm 13,01$  m<sup>2</sup>/ha, contre  $17,97 \pm 4,30$  m<sup>2</sup>/ha dans les FNP. Les caractéristiques structurales (diamètre et hauteur) de ces trois espèces sont étroitement liées aux systèmes d'affectation des terres au niveau desquels leurs valeurs sont plus élevées dans le PNDD que la FNP. Du point de vue régénération, seule l'espèce *E.*

*cylindricum* montre une régénération relativement difficile aux stades plantules (0,42 %) et intermédiaire (3,44 %) dans les SAT concernés par cette étude. Ces résultats indiquent que *M. altissima* est l'espèce la plus abondante en régénération aussi bien dans le PNDD (2380 plantules) que dans les forêts non protégées (615 plantules). Cette régénération est particulièrement abondante dans les éclaircies où le développement des semis est observé même sur du bois en décomposition. L'analyse de toutes les populations des trois espèces-clés rencontrées a été utilisée afin de caractériser les principaux types biologiques rencontrés. Le spectre des formes biologiques détaillées des sous-types des phanérophytes montre les types biologiques les plus dominants à savoir : les nanophanérophytes avec 78,2 % de l'ensemble des individus des trois espèces dans les FNP, contre 48,3 % dans le PNDD. Ils sont suivis des Mésophanérophytes dont les pourcentages respectifs sont de 20,3 % et 43,5 % dans les FNP et le PNDD. Pour l'ensemble des deux sites, les Mégaphanérophytes sont faiblement représentés 0,4 % dans les FNP, contre 3,3 % dans le PNDD. De plus, la présence de quatre types biologiques distincts dans chaque site est justifiée par la diversité des types de végétation qui y existent. Du point de vue phytogéographique, les espèces Omni-guinéocongolaises sont les espèces dominantes rencontrées à la PBLP 58,33 %. Elles sont suivies des espèces Bas-guinéocongolaises (12,5 %) et des Afro-tropicales. La géolocalisation permet de remarquer un gradient d'anthropisation variable d'un habitat à un autre. Ces résultats soutiennent l'idée que la conservation et la gestion durable des trois espèces-clés préférentiellement utilisées dans les activités halieutiques requièrent une approche intégrée, prenant en compte les facteurs écologiques, socio-économiques et environnementaux. Ainsi, cette étude offre des perspectives d'acquérir des données fiables et précieuses pour l'aménagement forestier.

**Mots-clés :** Espèces-clés, PNDD, FNP, régénération naturelle, semencier, vulnérabilité

## ABSTRACT

The woodland potential around the Lom-Pangar dam, like that of other species in the Congo Basin, is declining irreversibly because of the ever-increasing demand from local people for their various activities, mainly for making dugout canoes, assegais, smoking fish and sawing. As a result, certain species considered to be of high use value or key species in fishing activities are threatened with extinction in this area. With a view to determining the sustainability of these species in their environment, a study of the potential for natural regeneration under the influence of exogenous and endogenous vulnerability factors of three key species used in fishing activities on the periphery of the Lom-Pangar dam was carried out in the land use systems. The following species were selected for the study: *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* and *Triplochiton scleroxylon*. 20 transects measuring 5 km x 20 m, equidistant from each other by 200 m, were set up in the study area, including 10 in the Deng-Deng National Park and 10 in unprotected forests. Along each transect, 20 plots measuring 250 m x 20 m were set up to count all the woody individuals present. An assessment of the regeneration potential of the three species was carried out in 400 sub-plots measuring 25 m x 20 m. This study focused on the structure and dynamics of the populations of these species, as well as on the influence of the parameters that determine the recruitment of individuals around each seedbed. The habitats traversed along each transect were characterized. The analyses carried out enabled us to characterize 3 types of plant cover within the FNPs and 4 in the PNDD. Density, dominance, basal area, frequency and value indices of importance and distribution were calculated to characterize the floristic composition. The density of individuals, basal area and diversity indices were calculated to analyse the structure and heterogeneity of the stands of each plant community. A total of 24861 individuals were counted, including 1907 adults of *T. scleroxylon*, 2018 adults of *M. altissima* and 350 adults of *E. cylindricum*. These individuals belong to 48 species, 42 general and 24 families. All diameters combined, these three species contain 1,136 individuals, or 45.71% of all the individuals inventoried on the site, including 4,275 adult individuals (37.62%). The average basal area is  $5.97 \pm 1.43$  m<sup>2</sup>/ha in the PNDD compared with  $4.40 \pm 0.7$  m<sup>2</sup>/ha in the FNP. *T. scleroxylon* had the highest basal area relative to the mean in the PNDD, with an  $ST=54.33 \pm 13.01$  m<sup>2</sup>/ha, compared with  $17.97 \pm 4.30$  m<sup>2</sup>/ha in the FNP. The structural characteristics (diameter and height) of these three species are closely linked to land-use systems, where their values are higher in the PNDD than in the FNP. From the point of view of regeneration, only the species *E. cylindricum* showed relatively difficult regeneration at the seedling (0.42%) and intermediate (3.44%) stages in the SATs concerned by this study.

These results indicate that *M. altissima* is the most abundant species of regenerating both in the PNDD (2380 seedlings) and in unprotected forests (615 seedlings). This regeneration is particularly abundant in clearings, where seedling development is observed even on decomposing wood. Analysis of all the populations of the three key species encountered was used to characterize the main biological types encountered. The spectrum of detailed biological forms of the phanerophyte subtypes shows the most dominant biological types: nanophanerophytes with 78.2% of all individuals of the three species in the NPF, compared with 48.3% in the PNDD. They are followed by mesophanerophytes, with respective percentages of 20.3% and 43.5% in the NPF and PNDD. For the two sites, Megaphanerophytes are poorly represented, at 0.4% in the NPF, compared with 3.3% in the NDPD. In addition, the presence of four distinct biological types at each site is justified by the diversity of vegetation types found there. From a phytogeographical point of view, Omni-Guinéocongolais species are the dominant species found at PBLP (58.33%). They are followed by Bas-Guinéocongolais (12.5%) and Afro-tropical species. The spatial distribution of used individuals of the three species was based on GPS geolocation of mature individuals ( $H > 11.9$  m) found in the PNDD and in the FNP. These maps show the distribution of individuals of the three species inventoried over an area of 200 ha for both sites. Geolocation reveals a gradient of entronization that varies from one habitat to another. These results support the idea that the conservation and sustainable management of the three key species preferentially used in fishing activities requires an integrated approach, considering ecological, socio-economic and environmental factors. This study therefore offers the prospect of acquiring reliable and valuable data for forest management.

**Key words:** key species, PNDD, FNP, natural regeneration, seed tree, vulnerability

# **CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS**

## **I.1. Introduction**

Les forêts tropicales occupent seulement 7% des surfaces forestières terrestres (OFAC, 2007 ; Engone, 2015). Tout de même, elles comportent plus de la moitié de la diversité biologique de la planète (Wilson, 1988). Selon Koubouana *et al.* (2018) les forêts tropicales sont définies par leur richesse tant floristique que faunique, leurs structures verticales et horizontales et par des relations symbiotiques complexes entre divers compartiments. Le Sommet des Trois Bassins rapportait en 2023 que ces régions abritent à elles seules 80 % des forêts mondiales et les deux tiers de la biodiversité terrestre, jouant un rôle essentiel dans la régulation du bilan du carbone (STB, 2023). Cependant, selon FAO (2018) les écosystèmes forestiers tropicaux sont menacés par des changements d'utilisation des terres, la pollution, l'introduction des espèces envahissantes et la surexploitation, mais aussi par les changements climatiques (Guariguata *et al.*, 2008 ; Vignola *et al.*, 2009).

En revanche, les forêts d'Afrique centrale qui couvrent 180 millions d'hectares (Bele *et al.*, 2015 ; Gourlet-Fleury *et al.*, 2013) sont réparties sur sept pays à savoir : la République Démocratique du Congo, la République du Congo, la République Centrafricaine, le Cameroun, le Gabon, la Guinée Équatoriale et une partie de l'Angola. Ces pays ont mis en place une volonté commune de gestion raisonnée de la forêt, en créant notamment un organe commun, la COMIFAC, Commission des Forêts d'Afrique centrale (Abernethy *et al.*, 2013). La région Guinéo-Congolaise qui renferme les forêts du Cameroun héberge le second plus grand massif de forêts tropicales (Droissart *et al.*, 2018). Malgré tout, entre 2010 et 2020, en moyenne 3,9 millions d'hectares de forêts africaines ont été déforestés (FAO, 2020). 75 % de la perte de ce couvert forestier est liée au changement d'affectation des sols, notamment l'agriculture, qui constitue la plus grande cause de la déforestation. La SND30 (2020) a rapporté que l'agriculture au Cameroun représente 19,7 % du produit intérieur brut (PIB) et emploie plus de 50 % de la population active de la nation, mettant en exergue les moteurs d'appauvrissement de la biodiversité qui sont liés au système de son économie, elle-même dépendant des ressources naturelles. Cette déforestation est accentuée par les activités anthropiques perturbant la structure et la composition des forêts avec pour conséquence une perte de la biomasse et des services écosystémiques fournis (UICN, 2021).

D'après Biwolé (2015), l'exploitation du bois d'œuvre dans le Bassin du Congo représente un enjeu économique considérable. Toutefois, la dégradation à un rythme inquiétant des écosystèmes forestiers sous les tropiques a pour conséquence directe la fragmentation des formations végétales (Dourma *et al.*, 2012). L'immense patrimoine naturel que constituent les forêts du Bassin du Congo est de plus en plus menacé par un certain nombre de facteurs anthropiques, au premier rang desquels figure la coupe hyper sélective des essences de bois.

Ces facteurs anthropiques accentuent la régression de nombreuses espèces ligneuses (Traoré *et al.*, 2020). Cependant, les stratégies de gestion à long-terme des forêts tropicales nécessitent de mieux comprendre les différents processus de la dynamique forestière (FAO, 2018). Cette situation est préoccupante pour le devenir des espèces en raison de la diminution drastique de leurs populations par certaines activités.

En plus, les niveaux de perturbations anthropiques et les changements du paysage sont reconnus comme des facteurs de fortes modifications de la structure des populations végétales et des taux démographiques (Mensah *et al.*, 2014 ; Selwood *et al.*, 2014). Les réponses démographiques des espèces confrontées aux changements du paysage dus aux perturbations anthropiques donnent une indication plus proximale de la façon dont les perturbations anthropiques affectent la viabilité de la population et contribuent au risque d'extinction (Selwood *ibid.*). Théoriquement et empiriquement, le risque d'extinction est plus élevé dans les petites populations (Ellstrand et Elam, 1993 ; Volis et Deng, 2019).

Il est probable que les changements d'utilisation des terres dans les habitats forestiers entraînent souvent des changements dans la taille de la population végétale, une diminution de la densité de régénération et des perturbations dans les services de pollinisation en raison de changements dans l'écologie spécifique des pollinisateurs pouvant mettre en mal, la structure de la végétation et donc de la régénération (Klank *et al.*, 2010).

Ainsi, la régénération des arbres comprend l'établissement et la croissance des semis (Klopčič *et al.*, 2015). L'abondance des semis et des gaules diminuent généralement avec leur âge et peut s'expliquer par certains facteurs tels que la disponibilité réduite des ressources, l'augmentation de la concurrence de la couche herbacée ou de la compétition intra et interspécifique et les facteurs de mortalité exogènes (Klopčič, *ibid.*). La régénération naturelle des arbres est un processus majeur de la dynamique forestière. Cependant, l'absence d'informations quantitatives sur l'abondance et la distribution des arbres tropicaux demeurent un problème pour la conservation de la biodiversité et la gestion durable des forêts (Tiokeng *et al.*, 2015). Sa compréhension est indispensable à la modélisation de la dynamique des populations d'arbres et des forêts, qu'elles soient vues comme un réservoir de biodiversité ou comme un puits de carbone (Bullock, 1997).

En effet, une évaluation de la structure démographique et des facteurs qui affectent la démographie et la viabilité des petites populations dans les habitats en évolution est une priorité pour la biologie de la conservation (Volis et Deng, 2019). Selon Chagneau *et al.* (2009) les modèles de la dynamique forestière reposent sur trois grands processus biologiques : la croissance, la mortalité et le recrutement. Les processus de régénération naturelle des essences

forestières étant mal connus, la modélisation du recrutement reste l'un des points faibles de ces modèles.

En outre, l'absence d'informations quantitative sur l'abondance et la distribution des organismes tropicaux demeure jusqu'ici un problème pour la conservation de la biodiversité et la gestion durable des écosystèmes forestiers (Tiokeng *et al.*, 2015). Lisingo (2016) précise également qu'il se pose en Afrique centrale le problème du manque de données quantitatives nécessaires à l'estimation de la diversité des écosystèmes forestiers et à la comparaison de la composition floristique et de la richesse spécifique. Il en est de même des données structurales qui sont importantes pour apprécier l'état de la dynamique de dégradation des écosystèmes et définir les options d'aménagement appropriées (Adjonou *et al.*, 2016). En absence de ces informations vitales pour le maintien de l'équilibre des écosystèmes, il devient difficile de savoir l'espèce la plus menacée (Kenfack *et al.*, 2006).

Ainsi, la dégradation des habitats naturels et des espèces forestières à l'Est-Cameroun à la PBLP est liée à l'augmentation croissante de la taille de la population (Zock *et al.*, 2024a). Or, la démographie galopante contribue à faire peser des menaces potentielles sur la diversité ligneuse et la disparition de certaines espèces. Les activités halieutiques induites par la richesse ichtyologique des eaux de la retenue constituent la cause majeure de la dégradation de son massif forestier périphérique (Zock *et al.*, 2024b).

### **I.1.1. Problématique**

La dégradation des écosystèmes à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (PBLP) pose des problèmes environnementaux et socio-économiques importants. Les activités humaines telles que l'agriculture, l'exploitation forestière et la démographie galopante entraînent une perte de biodiversité et une réduction des capacités de régénération des écosystèmes.

Cependant, le développement économique du Barrage de Lom-Pangar met en mal la convention sur la diversité biologique élaborée à Rio de Janeiro au Brésil en 1992 qui souligne la nécessité de prendre des mesures adéquates pour la protection et la conservation des écosystèmes (Dimobe *et al.*, 2012). Malgré tout, la situation est particulièrement préoccupante pour les espèces commerciales héliophiles dont la régénération observée jusqu'ici est très souvent déficiente (Sepulchre *et al.*, 2008 ; Schwartz *et al.*, 2017 ; Kasongo *et al.*, 2018 ; Kasongo *et al.*, 2019). Du fait de leur importance socioéconomique avérée, certaines de ces espèces se révèlent être vulnérables à la suite d'une surexploitation.

Tout ceci peut se justifier par l'échelle de menace d'extinction que représentent certaines espèces végétales en raison de la fragmentation, de la dégradation et de la destruction

de leurs habitats (Tang *et al.*, 2011). Il est d'ailleurs reconnu que la fragmentation peut avoir de graves conséquences comme la perte d'habitat viable pour les espèces végétales tolérantes à l'ombre, la réduction de la diversité génétique et les extinctions locales d'espèces indigènes (Laurance *et al.*, 2009 ; Mendoza *et al.*, 2005). Onana et Check (2011) ont rapporté que 815 espèces sont menacées d'extinction au Cameroun ; en 2013, 379 espèces étaient inscrites sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (Anonyme, 2014a).

### **I.1.2. Questions de recherche**

La présente étude vise à répondre à la question de recherche générale suivante : comment la fragmentation de l'habitat sous l'action des facteurs exogènes et endogènes peut-elle influencer la régénération naturelle de ces trois espèces-clés et compromette leur conservation ? Plus précisément, elle vise à répondre aux questions de recherche suivantes :

- Quels sont les types de végétation rencontrés dans la zone d'étude ?
- lesquels des facteurs biotiques et abiotiques influencent le plus la régénération naturelle des trois espèces étudiées ?
- quelles sont les modalités de l'action anthropique qui régissent l'abondance des jeunes tiges des trois espèces ?
- comment les paramètres chorologiques et de fructification des espèces agissent sur l'abondance des jeunes tiges ?
- quel type d'affectation des terres abrite le plus grand nombre semencier des trois espèces ?

### **1.1.3. Hypothèses de recherche à vérifier**

L'hypothèse générale de cette recherche est que la fragmentation de l'habitat dans la PBLP entraîne une altération significative des processus écologiques essentiels à la régénération naturelle des trois espèces-clés. Spécifiquement, elle se décline en cinq hypothèses :

- Les zones protégées présentent une diversité et une abondance d'espèces-clés que les zones anthropisées ;
- il existe des facteurs biotiques et abiotiques prédominants dans la régénération naturelle des trois espèces ;
- l'action anthropique réduit l'abondance des jeunes tiges et affecte la structure forestière des trois espèces dans les zones anthropisées ;
- l'abondance des jeunes tiges des trois espèces est positivement corrélée avec la proximité des semenciers et leur niveau de fructification ;

- les semenciers des trois espèces-clés sont plus abondants dans les zones protégées que dans les zones anthropisées.

#### **I.1.4. Objectifs de l'étude**

##### **I.1.4.1. Objectif général**

L'objectif général de la présente étude vise à évaluer les potentialités de régénération naturelle sous l'influence des facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité de trois espèces à forte valeur d'usage dans les activités halieutiques à la périphérie du PBLP.

##### **I.1.4.2. Objectifs spécifiques**

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Caractériser la structure forestière, notamment le potentiel en espèces à la PBLP ;
- décrire la dynamique de la végétation de la zone d'étude en évaluant la croissance, la mortalité et le recrutement des individus des espèces-clés ;
- analyser la variabilité temporelle de la mortalité et du recrutement des individus en zone protégée et en zone anthropisée ;
- déterminer les types chorologiques et la phénologie fruitière ;
- cartographier les semenciers de ces trois espèces-clés en indiquant les facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité.

#### **I.1.5. Plan de la thèse**

Cette thèse comprend quatre chapitres s'articulant ainsi qu'il suit :

- le premier chapitre porte sur les généralités dont l'introduction générale (cette partie incluse) et la revue de la littérature. L'introduction générale pose les bases de cette thèse tout en mettant l'accent sur le contexte dans lequel s'inscrivent l'étude et la problématique. Elle se termine par l'énumération des questions de recherche et des objectifs de recherche. La seconde partie de ce chapitre présente la revue de la littérature, articulée en six sections.
- le deuxième chapitre est consacré à la présentation des matériaux et des méthodes employés pour atteindre chaque objectif de cette étude.
- le troisième chapitre présente dans sa première section les résultats obtenus en cohérence avec les méthodologies utilisées, tandis que la deuxième est réservée à la discussion des principaux résultats.
- le quatrième chapitre, enfin, est réservé à la conclusion et aux perspectives. Les références et les annexes clôturent le présent document.

## **I.2. Revue de la littérature**

### **I.2.1. Fondements théoriques de la biodiversité**

Plusieurs théories ont été énoncées pour aborder la question de la diversité floristique des forêts tropicales humide (FTH) peuvent être stratifiées selon deux grandes approches. La première regroupe les processus environnementaux et biologiques dans une hiérarchie spatiotemporelle, tandis que la seconde aborde cette question en fonction des classes des forces génératrices à l'origine de la création et du maintien de la diversité (Hill et Hill, 2001).

Cependant, la première approche théorique se réfère à la hiérarchie spatiale qui avait été proposée par (Whittaker, 1972). Cette approche théorique distingue la biodiversité selon trois principales échelles spatiales (diversité alpha, bêta et gamma). La diversité alpha concerne le nombre d'espèces dans de petits habitats homogènes. Les processus qui agiraient pour maintenir la diversité alpha sont la diversification de la niche selon la variation micro-spatiale de l'environnement, l'interaction biologique et la dynamique des trouées après perturbation. La diversité bêta décrit la diversité entre habitats ou le changement des espèces le long des gradients environnementaux. À ce niveau, les mécanismes opérationnels-clés seraient la diversification selon le contrôle topographique et géologique. Cependant, la diversité Gamma quant à elle décrit la diversification régionale ou continentale résultant de la spéciation allopatrique et sympatrique sous différents climats et environnements physiques (Tracy et Brussard, 1994). Même si l'échelle spatiotemporelle peut être considérée comme un cadre intéressant pour la compréhension des théories sur la biodiversité, la hiérarchie des échelles et leur frontière semblent complexes. Hill et Hill (ibid) proposent alors une seconde approche plus simplifiée axée sur quatre types de processus-clés qui gouverneraient la biodiversité : la différence génétique, le changement de l'environnement, la niche/diversification de l'habitat et l'interaction biotique. Les théories associées à cette typologie de processus font l'objet d'une littérature importante (Connel et Orias, 1964 ; Federov, 1966 ; Haffer, 1969 ; Janzen, 1970 ; Connell, 1971 ; Endler, 1982 ; Crane et Lidgards, 1989 ; Richards, 1996 ; Morin, 2000). Tout en réalisant l'intérêt de ces diverses théories pour la compréhension de la diversité des forêts tropicales, nous nous en tenons à trois d'entre elles directement rattachées aux questions traitées dans le cadre de cette thèse.

De manière globale, deux théories principales ont cours en écologie des communautés de forêts tropicales pour expliquer la diversité et la coexistence des espèces d'arbres : la « dispersal assembly » et la « niche assembly » (Potts *et al.*, 2002 ; Hardy et Sonké, 2004). À celle-ci peut s'ajouter le paradigme de la niche de régénération naturelle associée aux perturbations naturelles par chablis ou tout autre facteur pouvant influencer l'occurrence des

semis. Dans la présente thèse, l'objet de cette recherche n'est de de décrire dans leur entièreté les différentes facettes de cette théorie. De telles descriptions peuvent être consultées dans des ouvrages plus spécialisés, à l'instar des travaux de Schoener (1989), Hubbel (2001) et Brokaw (1985a ; 1985b). Il convient tout de même de donner une brève synthèse de ces différents courants de pensée, comme cadre conceptuel dans lesquels s'insère cette étude.

### **I.2.1.1. La théorie du « dispersal assembly »**

Les problématiques reliées à la répartition spatiale et à la coexistence des espèces d'arbres en forêt tropicale se réfèrent à un contexte théorique plus global associé à la théorie neutre de la biodiversité. L'un des postulats du monde neutre repose sur le fait que les propriétés de chaque individu dans la population sont identiques (Hubbell, 2001). Les individus seraient équivalents sur le plan écologique, vu que les interactions au sein d'un même niveau trophique sont indépendantes de l'espèce. Ce faisant, les espèces seraient relativement insensibles aux différences de conditions environnementales, tant que les ressources ne sont pas trop limitatives. La dissémination devient alors la principale limitation spatiale de la colonisation des sites ; c'est elle qui détermine la probabilité de recrutement (Hubbell *et al.*, 1999 ; Condit *et al.*, 2000). Dans cet ordre d'idées, Condit *et al.* (2012) pensent que l'un des processus-clés qui déterminent la coexistence des espèces en forêt tropicale est la limitation par le recrutement. La présence ou l'absence d'une espèce dans un écosystème ne serait pas due à la préférence pour les conditions environnementales particulières, mais plutôt à la capacité à atteindre la maturité dans un site, ayant été dispersée à partir d'un autre site. Ainsi, la capacité limitée des espèces à coloniser les habitats favorables serait liée à un facteur explicatif majeur de leur répartition hétérogène, l'échec du recrutement d'une espèce pouvant subvenir dans un milieu ayant les conditions environnementales favorables à sa survie (Chave, 2008). Vu sous cet angle, la communauté d'espèces est surtout perçue comme un assemblage ouvert d'espèces présentes pour les raisons historiques et de dispersion aléatoire, ou d'un assemblage accidentel d'espèces occupant pour un instant donné des sites proches. Plusieurs travaux ont conforté cette théorie. Pyke *et al.* (2001) ont mis en évidence au Panama le rôle de la limitation de la dispersion dans la répartition des arbres. Hubbell (1979), Condit (1995), Condit *et al.* (2000) et Condit *et al.* (2012) ont étudié les déterminants de distribution de plusieurs espèces d'arbres dans les forêts du Costa Rica, de Pasoh et Lambir (Malaisie), de l'île de Colorado (Panama), de Huai Kha Khaeng (Thaïlande), de Mudumalai (Inde) et de Maquipucucuna (Équateur). Leurs résultats montrent une forte limitation du recrutement liée à la dispersion.

### **I.2.1.2. Théorie de la niche écologique**

L'explication traditionnelle pour justifier les déterminants de distribution, l'abondance et la coexistence des espèces, est que chaque espèce est adaptée pour exploiter une niche unique. Ce point de vue déterministe est associé au paradigme de la niche écologique. Le concept de niche a été forgé dans le cadre d'une explication de la coexistence des espèces malgré leur tendance, par principe, à s'exclure : les différences de niche interviennent comme des facteurs stabilisant la coexistence (Pocheville, 2010).

Il convient de souligner que très tôt, le mot « niche » a été utilisé pour désigner la place occupée par les espèces dans leur milieu naturel (Johnson, 1910). Ensuite, Grinnell (1904, 1913 et 1917) décrit les niches d'un certain nombre d'espèces pour comprendre le rôle de l'environnement sur la distribution des espèces. Grinnell désigne par « niche », tout ce qui conditionne dans un environnement donné, l'existence d'une espèce à un endroit donné, à savoir les facteurs abiotiques (climatiques) et biotiques (compétiteurs, prédateurs, la nourriture). La niche est alors perçue comme la place ou un ensemble de facteurs écologiques, qui justifient l'exclusion des espèces ou leur évolution dans un environnement donné. Pour expliquer la répartition et les propriétés des espèces, Grinnell (1928) propose aussi une hiérarchie écologique qui subdivise la répartition des facteurs biotiques et abiotiques en régions, zones de vie, aires fauniques, associations végétales et niches écologiques. Ainsi, la niche devient l'unité d'association entre espèces, ce faisant dans une zone géographique, chaque espèce aurait sa niche. En filigrane, du fait des limitations géographiques ou des dispersions, certaines niches peuvent ne pas être comblées dans certaines zones géographiques. Même s'il considère d'autres facteurs tels que l'habitat, Elton (1927) pour sa part définit surtout la niche par la place qu'occupent les espèces dans les chaînes trophiques (herbivores, carnivores, etc.). Hutchinson (1957, 1959, 1978) pour sa part conçoit la niche, non plus comme un attribut de l'environnement, mais plutôt de l'espèce.

Il décrit la niche dans un espace de variables biotiques et abiotiques ; les limites de viabilité de l'espèce pouvant être comprises entre certains seuils de ces variables. Ainsi, il distingue la niche fondamentale ou région incluse dans ces seuils, où l'espèce vivrait indéfiniment et la niche réalisée, celle réellement occupée par l'espèce, où elle n'est pas exclue par ses compétiteurs. Grubb (1977) façonne une compréhension plus large de la niche qui intègre la niche d'habitat, la niche phénologique et la niche de régénération naturelle et les formes de vie. Cette dernière est celle abordée dans cette étude. Il est à souligner que la niche de régénération est la différenciation des espèces dans leurs gammes de germination, de production des diaspores et la variabilité temporelle de celle-ci, de dispersion dans le temps et

dans l'espace, etc. Les différences dans la niche de régénération seraient d'un grand intérêt pour les plantes, car permettent leur coexistence (Schoener, 1989).

Selon Crawley (1997), le concept de la niche écologique appliquée à la végétation réfère aux attributs écologiques multidimensionnels d'une espèce, incluant la tolérance abiotique, le maximum du taux de croissance, la phénologie, la susceptibilité aux ennemis et l'habileté relative à compétir avec les autres espèces. En écologie végétale, ces théories admettent que les différentes espèces de plantes occupent différentes niches, en d'autres termes elles se sont adaptées pour survivre dans un environnement qui leur est approprié en exploitant les ressources disponibles (Li *et al.*, 2009). Ce faisant, les espèces ne sont pas réparties au hasard. Le contrôle environnemental expliquerait la répartition spatiale des plantes. La composition floristique est déterminée par les caractéristiques édaphiques, topographiques ainsi que d'autres conditions de l'environnement (Tuomisto *et al.*, 2003a ; 2003b ; 2003c). Chave (2008) a rapporté l'existence chez les plantes de deux genres de mécanismes associés à la niche, qui agiraient comme filtres sur les espèces et détermineraient leur présence à un site donné : le filtre physiologique et le filtre biotique. Au sens de Grime (2001), le filtre physiologique freine d'une plante qui ne présente pas une adaptation à la composition chimique du sol, à la disponibilité de l'eau, à la lumière. On y rangerait par exemple les milieux tels que les sols trop acides, les sols inondés en permanence ou de manière saisonnière, etc. Ces types de milieu ne peuvent être colonisés que par les plantes qui parviennent à développer une adaptation particulière de manière à se spécialiser. Le filtre biotique agit quant à lui par le biais de la compétition interspécifique pour les ressources disponibles, notamment les nutriments et l'eau du sol (Tilman, 1990 ; 1994).

Ainsi, la théorie de la niche laisse entrevoir la possibilité d'une dominance intra-site des espèces les plus compétitives au sein des communautés et l'apparition des similarités résulterait d'une diversité élevée.

### **I.2.1.3. Perturbations naturelles**

Le chablis a été reconnu comme mécanisme pouvant jouer un rôle dans le maintien de la diversité floristique en forêt tropicale (Hubbell *et al.*, 1999), par le fait qu'il génère des niches de régénération naturelle favorables aux espèces d'arbres (Sagar *et al.*, 2003). Cette théorie assume que l'ouverture de la canopée par ce type de perturbation naturelle survient certainement dans une forêt au bout d'un certain temps. Les trouées provoquées très souvent dans le couvert forestier par la chute d'un ou plusieurs arbres créent des conditions (lumière, température, humidité) différentes de la forêt environnante (Yamamoto, 1992). La régénération des espèces de lumière se poursuit dans les trouées ; certains sujets de ces espèces finissent par occuper la canopée. La forêt tropicale est alors perçue comme une mosaïque spatiale de phases

de développement variées qui changent de manière cyclique dans le temps (Watt, 1947 ; Whitmore, 1975 ; Mueller-Dombois, 1991). Les caractéristiques telles que la taille de la trouée, la fréquence et le mode de création ainsi que les phénomènes dynamiques associés déterminent alors la complexité floristique et structurale (Yamamoto, *ibid.*). D'après Runkle (1992), les chablis génèrent diverses phases de développement de la forêt aux caractéristiques structurales variées et qui peuvent influencer la diversité floristique.

Plusieurs études confirment en forêt tropicale l'influence du régime de perturbations par chablis sur la composition et la structure des communautés d'arbres (Strong, 1977 ; Orians, 1982 ; Pickett et White, 1985 ; Schupp *et al.*, 1989 ; Denslow, 1995 ; Puega-Piñero *et al.*, 2013). La taille de la trouée influence les conditions micro environnementales telles que la lumière, l'humidité et l'hygrométrie (Denslow, 1987). Ainsi, les trouées issues de la chute de plusieurs arbres reçoivent un fort taux de lumière ; ce qui les différencie de celles générées par la chute d'une branche ou d'un arbre, qui reçoivent très peu de lumière. Les grandes trouées favorisent les espèces héliophiles ; plusieurs espèces de plantes dépendent de ces différents milieux pour leur germination, leur croissance et leur survie (Grubb, 1977 ; Hartshorn, 1978). La fréquence des chablis et le taux de renouvellement de la forêt ont aussi un effet sur la structure et la composition de la forêt.

Le processus de régénération naturelle au sein des trouées de chablis a également fait l'objet de plusieurs travaux, dont ceux de Brokaw (1985a), Swaine et Whitmore (1988), Whitmore (1989), Martins et Rodrigues (2002), Seka *et al.* (2018), pour lesquels la régénération préétablie est faite d'espèces primaires, de celles d'espèces dépendantes des chablis qui, souvent, s'implantent après perturbation. Pour Bomann et Likens (1979), la première catégorie, dite « persistante », est capable de germer et de rester sous le couvert, afin d'atteindre une couverture pour accélérer sa croissance, pour s'insérer dans le peuplement et atteindre avec le temps la canopée. Mais, on observe aussi dans ce groupe, les espèces de sous-bois qui n'atteignent jamais la canopée. Le second type de régénération se constitue d'espèces dont les sujets dépendent exclusivement des chablis pour persister dans les peuplements forestiers. Ces espèces héliophiles ne sont pas capables de se régénérer sous le couvert forestier et les jeunes sujets ne sont présents que dans les trouées de chablis. Ainsi, dans les deux cas, les chablis apportent à ces arbres différentes niches de régénération qui permettent la coexistence d'espèces. Dans ce sens, les travaux de Denslow (1980) ainsi que de Brown et Jennings (1998) fortifient l'idée d'un positionnement de la niche favorable aux espèces sciaphiles. Mais on n'a qu'un nombre limité de démonstrations de l'existence d'un tel phénomène (Clark *et al.*, 1993 ; Zanne et Chapman, 2005). Hubbel *et al.* (1999) ont même trouvé que la variation du régime de perturbations n'expliquerait pas la richesse spécifique. Dans leur étude, la composition des

trouées n'était pas prédictible, même pas pour les espèces pionnières. L'hypothèse de l'existence des facteurs de vulnérabilité qui influenceraient la disponibilité des semis trouve sa justification dans la présente étude.

## **I.2.2. Les grands enjeux autour des forêts tropicales**

L'importance des écosystèmes forestiers tropicaux pour le bon fonctionnement de la planète est devenue évidente depuis des décennies. Ils jouent un rôle primordial en termes de services écologiques (habitats pour la biodiversité, régulation du cycle du carbone et de l'eau, protection des sols), économiques (commerce du bois, source de produits forestiers non ligneux, sources d'emplois), sociales (fournitures des aliments, de médicaments, usages récréatifs et besoins spirituels), et esthétiques (Bonan, 2008). Les forêts tropicales contiennent également les plus grandes réserves de carbone de la planète, avec plus de 50 % du carbone terrestre (Pan *et al.*, 2011) et comptent pour 33 % de la productivité primaire nette du carbone séquestré annuellement (Bonan *ibid* ; Beer *et al.*, 2010). Au fil du temps, l'importance de ces forêts se reflète dans les accords multilatéraux sur l'environnement tels que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la Convention sur la diversité biologique (CDB) (Mayaux *et al.*, 2005). Dès lors, la Communauté internationale est plus que jamais préoccupée par le devenir des forêts tropicales (Foley *et al.*, 2005), dans le contexte où les changements démographiques, économiques et sociaux exercent une pression sans cesse grandissante sur le couvert forestier relevant ainsi leur fragilité (Achard *et al.*, 2002 ; Wright, 2005). Le Sommet des Trois Bassins (STB) sur la Biodiversité, les Écosystèmes et les Forêts Tropicales, qui a réuni les dirigeants des régions de l'Amazonie, du Congo et de Bornéo-Mékong-Asie du Sud-Est au Congo Brazzaville du 26 au 28 octobre 2023, sous les auspices des Nations Unies et de l'Union Africaine (STB, 2023), a confirmé cet intérêt.

Au cours de la décennie 2000 à 2010, les régions tropicales ont enregistré un taux de déforestation annuel estimé à 0,4 %, ce qui représente une déforestation de 5,4 millions d'hectares par an (Fig. 1) (Hansen *et al.*, 2010 ; FAO, 2011). Cette situation porte à son paroxysme l'impact de ces changements sur le cycle global du carbone et du climat (Brodie *et al.*, 2012). Dans ce sens, l'ère géologique actuelle est désignée d'« Anthropocène » (Crutzen, 2002). Ce qualificatif aura donc motivé les Nations Unies à mobiliser l'humanité pour former une coalition mondiale, en qualifiant la décennie 2021-2030 pour la restauration des écosystèmes face à l'urgence environnementale et climatique qui menace notre précieuse planète (STB *ibid*).

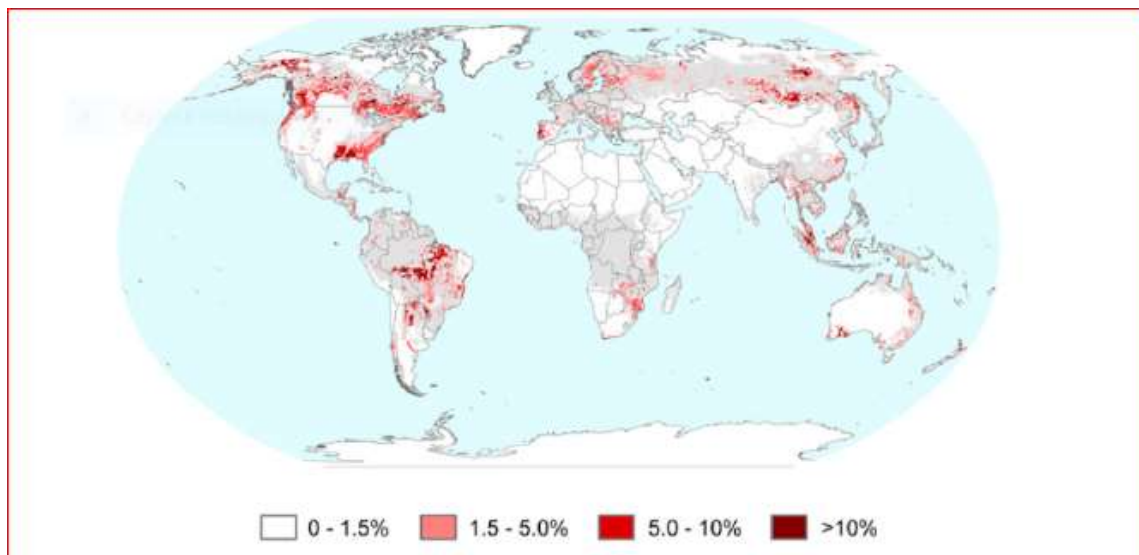


Fig. 1. Perte de la couverture forestière mondiale entre 2000 et 2005 (Source : Hansen *et al.*, 2010)

Si plusieurs causes indexées agissent indépendamment ou de concert participent à la déforestation et à la dégradation des forêts tropicales (Geist et Lambin, 2001 ; Laurance *et al.*, 2004 ; Laporte *et al.*, 2007 ; Anonyme, 2014b), l'expansion des terres agricoles (Fig. 2) est considérée comme la principale menace qui pèse sur le couvert forestier tropical (Gibbs *et al.*, 2010 ; Phalan *et al.*, 2013). Selon Niessen *et al.* (2004), les surfaces agricoles ont doublé ces trois dernières décennies pour atteindre 100 millions d'hectares. L'essentiel de la déforestation profite à l'agriculture en Amérique latine (Fargione *et al.*, 2008 ; DeFries *et al.*, 2013), alors qu'en Afrique et en Asie, les parcelles défrichées sont destinées à l'agriculture de subsistance et commerciale (Hosonuma *et al.*, 2012 ; Masters *et al.*, 2013). Cette situation tend à s'intensifier au cours de cette décennie et pourrait s'accroître au cours des décennies à venir à cause de la croissance démographique et de l'essor des biocarburants (DeFries *ibid* ; Laurance *et al.*, 2014). L'expansion des cultures d'exportation (Hosonuma *ibid* ; DeFries *ibid*) et le phénomène sous-jacent d'accaparement des terres décrit dans les régions tropicales (Vermeulen, 2013) constitueraient déjà des signaux d'alarme.

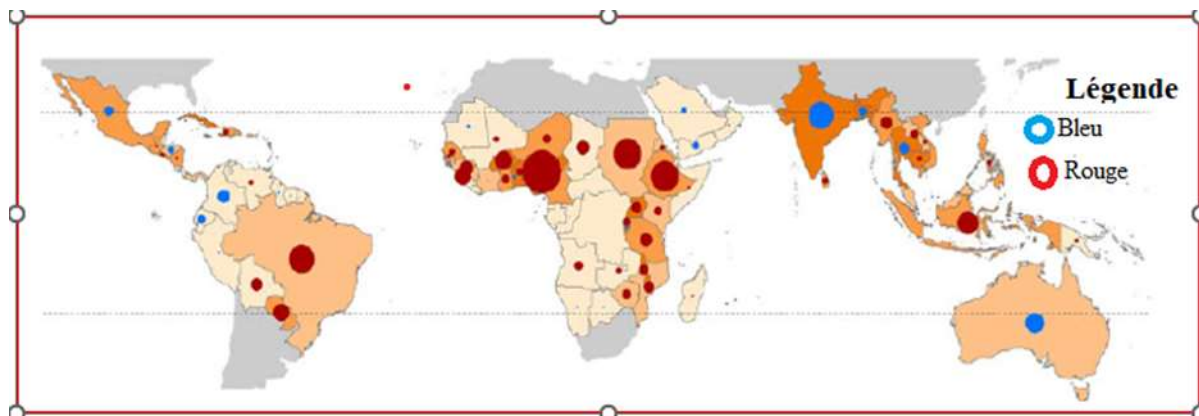


Fig. 2. Évolution des surfaces cultivées dans les régions tropicales entre 1999 et 2008 : source Phalan *et al.* (2013)

Tout de même, il est à noter que l'aménagement des forêts de production combine actuellement exploitation forestière, diverses interventions sylvicoles et des mesures visant à réduire divers impacts négatifs de l'exploitation forestière. Il est censé être un outil majeur permettant d'assurer la productivité soutenue et la préservation de la forêt (Laurance, 1999). L'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT) estime actuellement à 183 millions d'hectares la superficie des forêts aménagées ou exploitées dans les régions tropicales (Blasser *et al.*, 2011). Ce concept d'aménagement durable est maintenant renforcé par l'intégration d'autres services écologiques à l'instar de la séquestration du carbone (Kremen *et al.*, 2000), qui ouvrent la voie à de nouvelles possibilités de conservation des forêts fondées sur les initiatives des financements telles que la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation (REDD+) (Miles et Kapos, 2008). Même si les chances de succès de l'aménagement des forêts denses humides tropicales (FDHT) ont fait l'objet de vifs débats (Rice *et al.*, 1997 ; Niessen et Rice, 2004), il devient, dès lors, plus qu'urgent de mettre en œuvre des solutions spécifiques adaptées aux contextes écologiques et socioéconomiques (Nasi et Guéneau, 2007), lesquelles doivent être basées sur une connaissance suffisante de la ressource exploitée (Clark *et al.*, 2009).

En plus, l'effet de l'exploitation du bois sur les cycles phénologiques est peu connu. Pourtant, l'exploitation y exerce une influence par la modification de la structure des peuplements et de l'environnement immédiat des individus non exploités (Abakar *et al.*, 2021). L'exploitation forestière a conduit à la rareté ou encore à la vulnérabilité de certaines espèces (Tieguhong et Ndoye, 2007). Ceci suppose la nécessité de combler urgemment le manque de connaissances scientifiques de divers ordres caractérisant les ressources ligneuses et donc des espèces qui font l'objet d'un prélèvement préférentiel dans les forêts du Bassin du Congo en général et plus spécifiquement dans les écosystèmes forestiers au Cameroun. Pour une meilleure gestion et une conservation des espèces-clés comme d'autres, une analyse des

principaux facteurs de vulnérabilité pouvant influencer la disponibilité des semis et donc la régénération naturelle est indispensable.

Ainsi, l'agriculture, l'exploitation du bois et des produits forestiers non ligneux (fruits, plantes médicinales et aromatiques) sont les sources importantes de revenus augmentant pour les populations rurales et par conséquent d'amélioration de leurs conditions de vie. Cependant, certaines espèces subissent une pression humaine croissante ; d'autres sont en danger du fait de leur surexploitation, ou du manque de régénération naturelle par semis, ou simplement du fait de la disparition de leurs milieux écologiques (Wedjangnon *et al.*, 2016b). Parmi ces espèces, *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague (Meliaceae), *Mansonia altissima* A. Chev. (Sterculiaceae) et *Triplochiton scleroxylon* K. Schum (Sterculiaceae-Malvaceae) occupent une place de choix dans les activités halieutiques (AHAs) à la PBLP.

La présente étude est consacrée aux facteurs de vulnérabilité de trois espèces-clés à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (PBLP) et dans le PNDD située à l'Est-Cameroun et appartenant à la forêt humide semi – caducifoliée à Sterculiaceae et Ulmaceae du domaine Guinéo-Congolais (Letouzey, 1985b). Son écosystème est donc crucial à la fois pour le développement national et les moyens de subsistance d'environ 9000 habitants locaux (WCS, 2013). Mais, selon les autorités traditionnelles de la localité, cette population aurait quintuplé à la suite de la mise en eau du barrage favorisée par la richesse ichtyologique des eaux de la retenue (Zock et Mbarga, 2020). La construction du barrage ayant entraîné une forte croissance démographique, son massif forestier périphérique est soumis à une pression intense, aux activités d'exploitation illicite de chasse et de pêche qui exercent un impact écologique diversifié sur les écosystèmes forestiers.

Malgré tout, la politique forestière camerounaise a adopté des règles de gestion durable depuis la décennie précédente, par rapport aux cadres juridiques et institutionnels c'est ce qui peut justifier la création et l'organisation du Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable. Sur le plan normatif, plus de 20 textes réglementaires (décrets ou arrêtés) ont été publiés. La superficie des aires protégées a augmenté de 8 % grâce à la création de 10 nouveaux parcs nationaux. Cette tendance qui traduit les efforts du gouvernement du Cameroun est globalement positive quant à la connaissance et la protection des groupes taxonomiques végétaux.

Pourtant ces ingrédients de conservation de la biodiversité lèvent le voile d'une gestion durable des ressources naturelles forestières apparaissant comme la meilleure voie pour préserver les forêts camerounaises.

Dès lors, l'estimation des caractéristiques démographiques (mortalité et recrutement) et de la croissance permet d'aborder l'évolution de la biomasse du peuplement forestier qui est déterminée par le bilan démographique (mortalité *versus* recrutement) et la croissance en surface terrière, généralement assez bien corrélée à la biomasse (Madeleine-Antin, 2009). D'une part, cette démarche apporte un éclairage sur le rôle controversé de puits ou de source des forêts tropicales dans le cycle du carbone, dans un contexte de changement climatique (Malhi et Phillips, 2004 ; Lewis *et al.*, 2009). D'autre part, Condit *et al.* (2006) mettent en avant l'hypothèse d'un rôle de la diversité des caractéristiques démographiques dans le maintien et la coexistence d'un grand nombre d'espèces en forêt tropicale (théorie de la niche démographique).

Pourtant, la somme des savoirs accumulés est importante et la diversité interspécifique et intraspécifique des écosystèmes restent essentielles pour une conservation et une gestion durable des ressources forestières (Hunter, 1999). Toutefois, les menaces globales telles que les changements climatiques, la destruction des forêts pour les besoins en terres cultivables, la fabrication des pirogues et pagaies, construction des maisons entraînent une coupe hyper sélective des essences forestières et la cueillette de produits forestiers contribuent à la diminution des peuplements arborescents, d'où le besoin urgent pour les actions de conservation et de protection.

Les facteurs de déforestation des forêts parmi lesquels, la construction des infrastructures à l'instar du barrage de retenue dans la localité de Lom-Pangar à l'Est-Cameroun a entraîné une forte croissance démographique à l'origine des prélèvements hyper sélectifs de sa ressource forestière ligneuse (Zock *et al.*, 2024a).

Ces éléments factuels mettent en mal l'effort de gestion durable consenti depuis plus de deux décennies dans les forêts denses humides africaines, dans le Bassin du Congo et au Cameroun en particulier. Leurs écosystèmes continuent d'être confrontés à l'insuffisance des connaissances. Ce qui pourrait constituer un frein dans l'atteinte de l'objectif du développement durable numéro 15 des Nations Unies qui vise à préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, tout en mettant fin à l'appauvrissement de la biodiversité. Selon Biwolé *et al.* (2015), l'écologie des essences ligneuses peu étudiée rend difficile toute possibilité de gestion durable sur le long terme. Face à la menace d'extinction de certaines espèces, le gouvernement camerounais dans le cadre de sa Stratégie Nationale de Développement 2020-2030 entend intensifier les actions visant à assurer la protection des espèces et des écosystèmes représentatifs, en améliorant l'information sur l'état de la ressource forestière (SND, 2020).

Dans un contexte de pression anthropique croissante, l'évaluation de la vulnérabilité des espèces-clés à régénération difficile répertoriées dans cette liste rouge s'avère un impératif majeur pour permettre d'assurer la préservation et adapter des mesures de conservation et de gestion durable de ces ressources forestières en déclin. La compréhension des réponses post-perturbation devrait permettre d'adapter les mesures de gestion et de conservation dans la périphérie du barrage de Lom-Pangar, voire dans le Parc national de Deng-Deng (PNDD).

Outre ces deux espèces, un intérêt est aussi porté sur *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiaceae). Gorel (2012) rapporte que *Triplochiton scleroxylon* (Ayous) est une espèce ligneuse tropicale pionnière héliophile des forêts semi-décidues humides d'Afrique occidentale et centrale à haute valeur commerciale. L'Ayous est l'essence la plus exploitée au Cameroun : 480 360 m<sup>3</sup> ont été exploités en 2009 d'après l'Observatoire des Forêts d'Afrique centrale (OFAC). Le prix du bois d'Ayous scié a fluctué autour de 250 €/m<sup>3</sup> entre 2005 et 2010 (Anonyme, 2011b). Comme la plupart des espèces de ce tempérament, *T. scleroxylon* présente actuellement un déficit de régénération (Martini *et al.*, 1998 ; Sepulchre *et al.*, 2008, Zock et Mbarga, 2020). Dans la périphérie elle est préférentiellement utilisée pour la fabrication des pirogues monoxyles et le fumage du poisson. Par ailleurs, cet arbre est l'hôte d'une espèce de chenille comestible très prisée par les populations locales.

À ce titre, ces trois espèces ligneuses constituent une source de nombreux produits utilisés sur le plan alimentaire, médicinale, bois-énergie, par l'exploitant forestier et dans la fabrication des pirogues et des pagaies par les populations locales. Toutes ces formes d'utilisation constituent une pression qui modifie la structure des populations de ces espèces utiles, davantage accentuée par des prélèvements frauduleux de bois de sciage dans les aires protégées.

Les niveaux de perturbations anthropiques et les changements du paysage sont reconnus comme des facteurs de fortes modifications de la structure des populations végétales et des taux démographiques (Mensah *et al.*, 2014 ; Selwood *et al.*, 2014). Les réponses démographiques des espèces confrontées aux changements du paysage dus aux perturbations anthropiques donnent une indication plus proche de la façon dont les perturbations anthropiques affectent la viabilité de la population et contribuent au risque d'extinction (Selwood *et al.* *ibid*). Théoriquement et empiriquement, le risque d'extinction est plus élevé dans les petites populations (Ellstrand et Elam, 1993 ; Volis et Deng, 2019). Il est probable que les changements d'utilisation des terres dans les habitats forestiers entraînent souvent des changements dans la taille de la population végétale, une diminution de la densité de régénération et des perturbations dans les services de pollinisation en raison de changements dans l'écologie spécifique des pollinisateurs (Klank *et al.*, 2010). La régénération des arbres comprend l'établissement et la

croissance des semis (Klopčič *et al.*, 2015). L'abondance des semis et des gaules diminue généralement avec leur âge et peut s'expliquer par certains facteurs tels que : i) la disponibilité réduite des ressources ; ii) l'augmentation de la concurrence de la couche herbacée ou de la compétition intra et interspécifique et les facteurs de mortalité exogènes (Klopčič *et al.*, *ibid*). La connaissance des risques auxquels font face les petites populations et des processus qui conduisent à une diminution de leur abondance et de leur seuil de viabilité permet aux praticiens de la conservation d'intervenir pour éviter l'extinction et maintenir la viabilité des populations. Par conséquent, une évaluation de la structure démographique et des facteurs qui affectent la démographie et la viabilité des petites populations dans les habitats en évolution est une priorité pour la biologie de la conservation (Volis et Deng, *ibid*). L'évaluation et le suivi des habitats forestiers établis sont des priorités essentielles pour la restauration de l'habitat car ils permettent d'informer le succès ou l'échec des interventions et aident à corriger la trajectoire de restauration grâce à une gestion adaptative (Reis *et al.*, 2019).

D'après Kasongo *et al.* (2018), le genre *Entandrophragma* renferme 11 espèces qui sont toutes prisées pour la qualité de leur bois et leurs nombreux usages traditionnels, ces espèces font l'objet d'une intense exploitation susceptible de compromettre leur durabilité en l'absence de stratégies appropriées de gestion durable. Selon Owona Ndongo *et al.* (2009), tous les individus d'*Entandrophragma cylindricum* observés au Cameroun présentent de nombreuses difficultés dues à des piqûres d'insectes notamment lors de leur croissance juvénile, ce qui expliquerait leur retard initial de croissance. Par ailleurs, Tabi *et al.* (2017) mentionnent que la sylviculture d'*E. cylindricum* n'en est qu'à ses débuts. Dans ce contexte, la pérennisation des populations des espèces exploitées devrait passer par une sylviculture adaptée prenant en compte leur écologie et les facteurs influençant leur régénération (Debroux, 1998 ; Doucet, 2003). Contrairement à *E. cylindricum*, *Mansonia altissima* (Sterculiaceae) est une espèce à valeur économique rencontrée dans les forêts humides semi-décidues d'Afrique tropicale (Wédjangnon *et al.*, 2020). Une étude menée par Wédjangnon *et al.* (2016b) révèle que l'espèce est rencontrée dans la forêt tropicale africaine depuis la Guinée et la Côte d'Ivoire jusqu'à la République Centrafricaine et le nord du Congo. Au Bénin, cette espèce est endémique locale dans la zone guinéenne et se trouve exclusivement dans la forêt pluviale semi-décidue d'Adakplamè. Yedomonhan *et al.* (2017) ont rapporté que *M. altissima* est une espèce en danger critique. Au Cameroun, cette espèce a une aire de répartition très faible. Dans la zone de Deng-Deng où se trouve une frange non négligeable de sa population, elle est signalée par l'UICN comme étant une espèce en danger d'extinction avec un risque très élevé d'extinction (Anonyme, 2011a). Son utilisation préférentielle dans les AH à la périphérie du barrage de Lom-Pangar pour la fabrication des pagaies (Zock *et al.*, 2024a) la rend davantage

vulnérable. Dans la localité de Lom-Pangar, *M. altissima* a été signalée comme étant en danger critique d'extinction (Anonyme, 2014a).

### **I.2.3. États des connaissances sur les trois espèces-clés**

#### **I.2.3.1. Taxonomie et distribution**

- *Triplochiton scleroxylon*

Le genre *Triplochiton* (Sterculoideae-Malvaceae) est endémique en Afrique tropicale (Terada et Suzuki, 1998). Il est composé de deux espèces (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum à l'Ouest et au Centre de l'Afrique et *Triplochiton zambesiacus* Milne-Roux au Sud-Est de l'Afrique. L'Ayous est une espèce grégaire d'Afrique occidentale et centrale de Sierra Léone à la République Démocratique du Congo. On le retrouve en bouquets de plus ou moins grande taille dans les forêts remaniées.

*T. scleroxylon* porte divers noms vernaculaires d'une région à une autre. Il est connu sous le nom pilote ATIBT Obéché, prenant différents noms commerciaux (Longman et Leakey, 1995) : Abachi (Allemagne) ; Bado (République Centrafricaine) ; Ayous (Cameroun, France, Gabon, Guinée Équatoriale, République Centrafricaine, Royaume-Uni) ; Obéché (Guinée-Équatoriale, Nigéria, République Démocratique du Congo) ; Samba (Côte d'Ivoire).

L'Ayous est une espèce naturellement répartie dans la plupart des pays de l'Afrique équatoriale. Elle est localement abondante dans les forêts semi-décidues d'Afrique centrale (Bayol *et al.*, 2012) et également répandue en Afrique de l'Ouest (Bongers *et al.*, 1999). En Afrique de l'Ouest, elle est typique de la région d'endémisme Guinéo-congolaise et présente quelques populations dans la zone de transition soudano-guinéenne (Ganka *et al.*, 2021) (Fig.3).

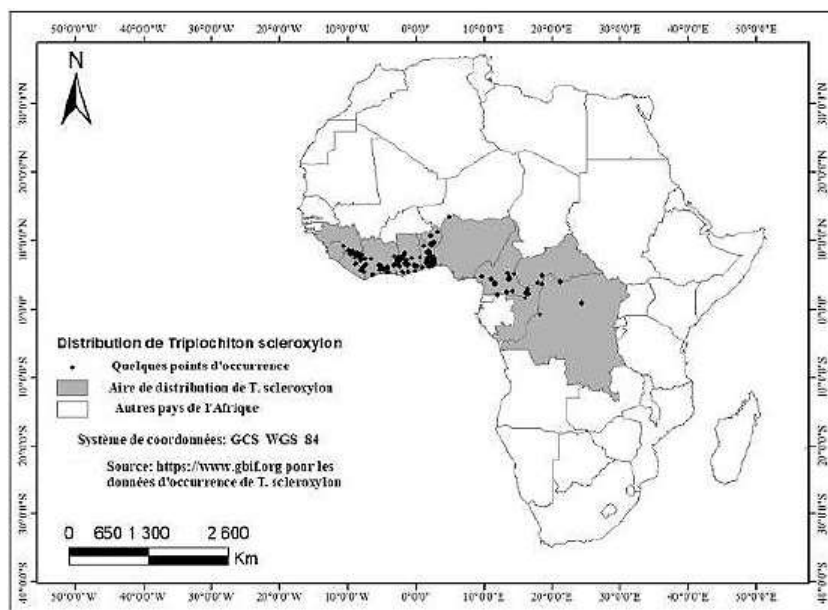


Fig. 3. Distribution de *Triplochiton scleroxylon* en Afrique (Source : Ganka *et al.* (2021))

- *Mansonia altissima*

*M. altissima* A. Chev. (Malvaceae) est rencontrée dans la forêt tropicale africaine depuis la Guinée et la Côte d'Ivoire jusqu'à la République Centrafricaine et le nord du Congo. Mais selon Akindele *et al.* (2010 in Keay, 1989) *M. altissima* est présent naturellement dans les zones sèches des forêts pluviales de plaine en Afrique de l'Ouest, c'est-à-dire en Sierra Leone, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Bénin, au Nigéria et au Cameroun. Au Cameroun où elle est présente, l'espèce est rencontrée dans les trois types de formation forestière représentées dans le sud du Cameroun (Foahom, 1990), à savoir : la forêt dense humide sempervirente de basse altitude, la forêt dense humide semi-caducifoliée, où il présente son maximum d'abondance, et la forêt dense humide de transition de moyenne altitude (Letouzey, 1968 et 1985 a et b). Mais sa densité y est partout faible, de l'ordre de 0,62 tiges/ha seulement en forêt semi-décidue (Vivien et Faure, 1985). Anonyme (2011a) a signalé qu'au Cameroun où se trouve une infime frange de ses populations, cette espèce présente une aire de répartition très faible. Dans la zone de Deng-Deng où se trouve une frange non négligeable de sa population, l'espèce est signalée comme étant en danger critique d'extinction (Anonyme, 2014a). En revanche au Bénin, cette espèce est endémique locale dans la zone guinéenne et se trouve exclusivement dans la forêt pluviale semi-décidue d'Adakplamè.

- *Entandrophragma cylindricum*

Kasongo *et al.* (2018) ont rapporté que *E. cylindricum* (Sprague) Sprague est une espèce de la famille des Meliaceae appartenant à la tribu des Swietenieae A. Juss., et au genre *Entandrophragma* C. DC., il est apparenté aux genres *Lovoa* Harms, *Khaya* A. Juss, *Pseudocedrela* Harms (Lemmens, 2008) et *Cedrela* P. Browne (Koenen *et al.*, 2015). Au sein

de la famille des Meliaceae, ce genre est le plus riche en espèces forestières précieuses exploitées comme bois d'œuvre (Tailfer, 1989). *Entandrophragma* est le seul genre de la famille des Meliaceae dont cinq espèces sont exploitées en forêts denses humides africaines (Staner et Gilber, 1958 ; Bayol *et al.*, 2012) (Fig. 4).

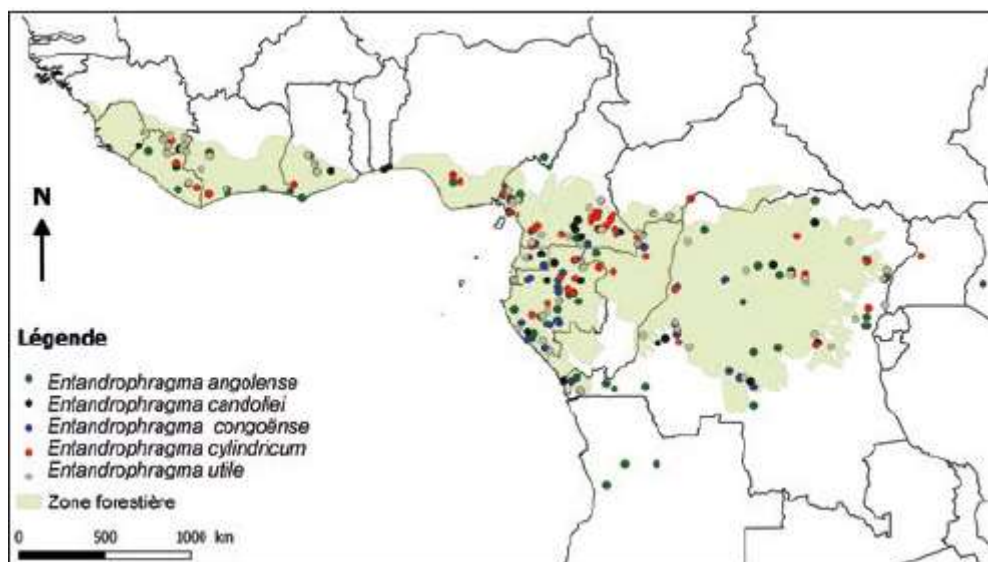


Fig. 4. Répartition géographique des principales espèces commerciales du genre *Entandrophragma*. Source : (carte adaptée d'après la base de données « Rainbio » (Dauby *et al.*, 2016))

Selon Tabi *et al.* (2017), Kasongo *et al.* (2018), Kasongo *et al.* (2019) le genre *Entandrophragma* compte 10 à 12 espèces d'arbres africaines distribuées exclusivement en Afrique tropicale. Ainsi, *E. cylindricum* et 5 autres espèces de ce genre sont répandues dans la région guinéo-congolaise, contre 5 espèces dans les régions zambézienne et afro montagnarde. Le genre *Entandrophragma* est caractérisée par une évolution taxonomique qui s'est traduite par une importante synonymie spécifique des noms d'espèces (36 à 44 espèces) (Louis et Fouarge, 1947 ; Hall, 2008 ; The Plant List, 2015). Louis et Fouarge (*ibid*) ont répertorié à l'espèce *E. cylindricum* quatre synonymes spécifiques à savoir :

- *E. angolense* Auct. Non C.DC. ;
- *E. rufum* A.Chev. (1909)
- *E. tomentosum* A.Chev. ex Hutch. et Dalziel (1928) ;
- *E. lebrunii* Staner (1930).

L'espèce *E. cylindricum* comme les espèces du genre *Entandrophragma* présente des limites des entités géographiques et climatiquement homogènes généralement utilisées (région, sous-région, domaine etc.) par chaque auteur (e.g. Louis et Fouarge, *ibid* ; White, 1986),

dépendent du degré (dimension spatiale) et de la nature (dimension temporelle) des distributions observées sur la base des données floristiques et écologiques disponibles. Louis et Fouarge (ibid) utilisent le terme « domaine » (e. g. zambézien, oriental, etc.) pour désigner l'aire de distribution des espèces du genre *Entandrophragma*, tandis White (ibid) préfère le terme de « région » et Sepulchre *et al.* (2008), celui de « sub-région ». Même si les espèces du genre *Entandrophragma* présentent deux principales distributions géographiques à savoir, (Fig. 5) :

- Une distribution guinéo-congolaise (6 espèces dont *E. cylindricum*) (Fig.5b) et ;
- une distribution zambézienne et afro montagnarde (5 espèces, Fig.5a) (Kasongo ibid).

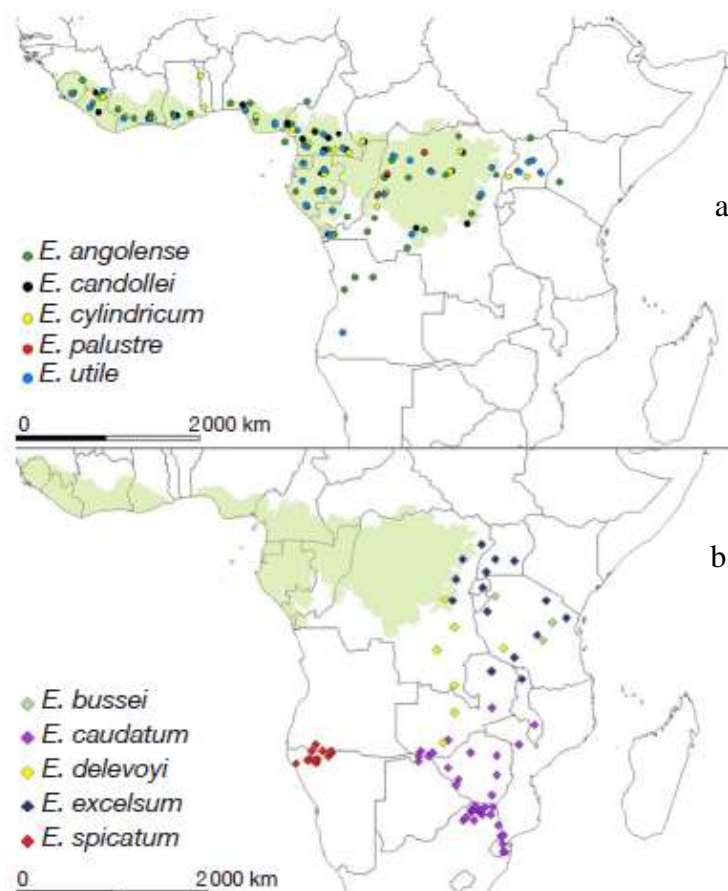


Fig. 5. Répartition géographique des espèces du genre *Entandrophragma* (a et b) (carte adaptée d'après la base de données des Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève qui assimile *E. congoense* à *E. angolense*) (Source : Kasongo *et al.* (2018))

### I.2.3.2. Description botanique

- *Entandrophragma cylindricum* (Dawe et Sprague) Sprague

*Entandrophragma cylindricum* de son nom commercial Sapelli, porte divers noms vernaculaires d'une région à l'autre : *Aboudikro* (Côte d'Ivoire), *Penkwa ou sapele* (Nigéria et Ghana), *Assié* ou *Asi* (Cameroun, Gabon), *M'boyo* (République Centrafricaine et Nord-Congo),

*Libuyu* (République Démocratique du Congo) et *Muyuvo* (Ouganda) (Aubréville, 1959 ; Vivien et Faure, 1985).

La description botanique d'*Entandrophragma cylindricum* repose sur la synthèse établie sur la base des publications Sprague (1910), Staner (1941), Aubréville (1959), Vivien et Faure (1985), Pala *et al.* (2002), Insidewood (2004), Kémeuzé (2008), Meunier *et al.* (2015), De Wild (2015), Tabi *et al.* (2017), *E. cylindricum* est un arbre pouvant atteindre 60 m de haut. Son fut est droit et cylindrique jusqu'aux premières grosses branches (Fig.6a). Il peut mesurer 2 m de diamètre et présente souvent des empattements ou contreforts parallélépipédiques et épaissis à la base. L'écorce a 2 à 8 cm d'épaisseur et est de couleur gris argenté ou brin grisâtre. Elle comporte de grosses lenticelles et se desquame en plaques irrégulières. Sa tranche à l'état frais est de couleur rose, elle présente un aspect non fibreux, assez tendre, devenant brun-cannelle en séchant en l'air et dégageant une forte odeur parfumée. La cime est arrondie. Les jeunes rameaux, côtelés vers le sommet, sont veloutés, pubérulents et ponctués de nombreuses lenticelles brunâtres.

Les feuilles sont généralement imparipennées rarement paripennées, à pétiole élargi et aplati à la base (Fig.6b). Les 10 à 18 folioles sont pétiolulées. Le limbe est elliptique ou lancéolé, généralement dissymétrique à la base, brillant à la face supérieure, de 6 à 15 cm de long et 2 à 5 cm de large, aigu ou obtus au sommet. Souvent sont perceptibles des touffes de poils jaunâtres à l'aisselle des nervures latérales et parfois de fines pubérulentes sur les nervures médianes et latérales. Les nervures sont au nombre de 6 à 10 paires, anastomosées en arc vers le bord, proéminentes à la face inférieure.

L'inflorescence est en amples panicules groupées au sommet des rameaux, à rachis et ramuscules pubérulents. Les fleurs hermaphrodites et régulières, de couleur vert tendre, ont un léger parfum. Le calice est déprimé à l'insertion des pédicelles, à 5 lobes largement triangulaires. Les 5 pétales sont étalés à l'anthèse avec des extrémités recourbées inférieurement en crochets. Le tube staminal est urcéolé, de 1,5 à 2 mm de longueur à bord légèrement denté. Les anthères sont lancéolées se terminant en une pointe. L'ovaire est conique et surbaissé, surmonté d'un style presque nul et d'un stigmate épais.

Le fruit est une capsule fusiforme de 7 à 15 cm de long et de 2,5 à 3 cm de large, subaigüe ou mucronulée au sommet (Fig.6d). La déhiscence est apicale et comporte cinq valves oblongues lancéolées, de consistance ligneuse et de couleur d'un gris brunâtre luisant à l'intérieur (Fig.6c). La columelle est plus ou moins pentagonale, de couleur jaune paille. La vingtaine de graines ailées, soit 3 à 4 par lobes, ont 1,5 à 2 cm de large et 6 à 11 cm de long. Les plantules ont une germination épigée, l'hypocotyle et l'épicotyle sont légèrement couverts

de poils, les cotylédons sont épais et aplatis, les deux premières feuilles sont simples, opposées de couleur vert-foncé avec 4 à 8 paires de nervures et le pétiole est duveteux.

Le bois est composé de l'aubier et du duramen. L'aubier se distingue par sa couleur blanchâtre d'une épaisseur de 4 à 8 cm. Le duramen cependant, est constitué de plusieurs fibres de parenchymes cloisonnées et non cloisonnées. La succession de ces fibres de parenchyme donne un aspect rubané au bois (une succession de fils et de contrefils) qui s'observe lors du tranchage ou du sciage du bois.



Fig. 6. Principales parties et inflorescences d'*Entandrophragma cylindricum* : (a) tronc ; (b) feuilles ; (c) fruit déhiscent ; (d) capsule (Source : Photos Zock (2022) (a &b) ; (c et d) UICN (2020))

- *Mansonia altissima*

Selon Wédjangnon *et al.* (2016a) *M. altissima* de la famille des Malvaceae est un arbre sempervirent de taille moyenne assez grande, atteignant 20 à 40 m de haut ; fût dépourvu de branches sur une hauteur jusqu'à 30 m, atteignant 100 à 150 cm de diamètre (Fig.7a & c). Les feuilles sont caduques, alternes, simples, palmatinervées à la base, offrant sur le même arbre une

variabilité de symétrie de dimension et de symétrie selon leur position sur la branche. Elles sont souvent consommées par des chenilles. Légèrement pointues au sommet, les bords sont petites dents et ondulés. Le dessous des feuilles est énormément recouvert de poils doux (Fig.7b). Les inflorescences sont situées à l'extrémité des rameaux. Les fleurs sont blanches et odorantes. Les boutons floraux sont ovoïdes. Les fruits sont des samares avec une aile développée au-dessus de la graine. Les graines sont ovoïdes (en forme d'œuf (Fig.7d)) de couleur marron. L'écorce, brun-clair, fissuré longitudinalement est assez épaisse (1 à 1,5 cm). L'aubier bien distinct est de couleur blanchâtre, de 2 à 5 cm d'épaisseur. Le bois de cœur varie de brun jaunâtre à brun gris foncé à reflet violacés de veinage plus ou moins apparent. Ils sont insérés par 2 à 5 au sommet d'un pédoncule commun (Foahom, 1990 ; Ohene-Coffie, 2008).

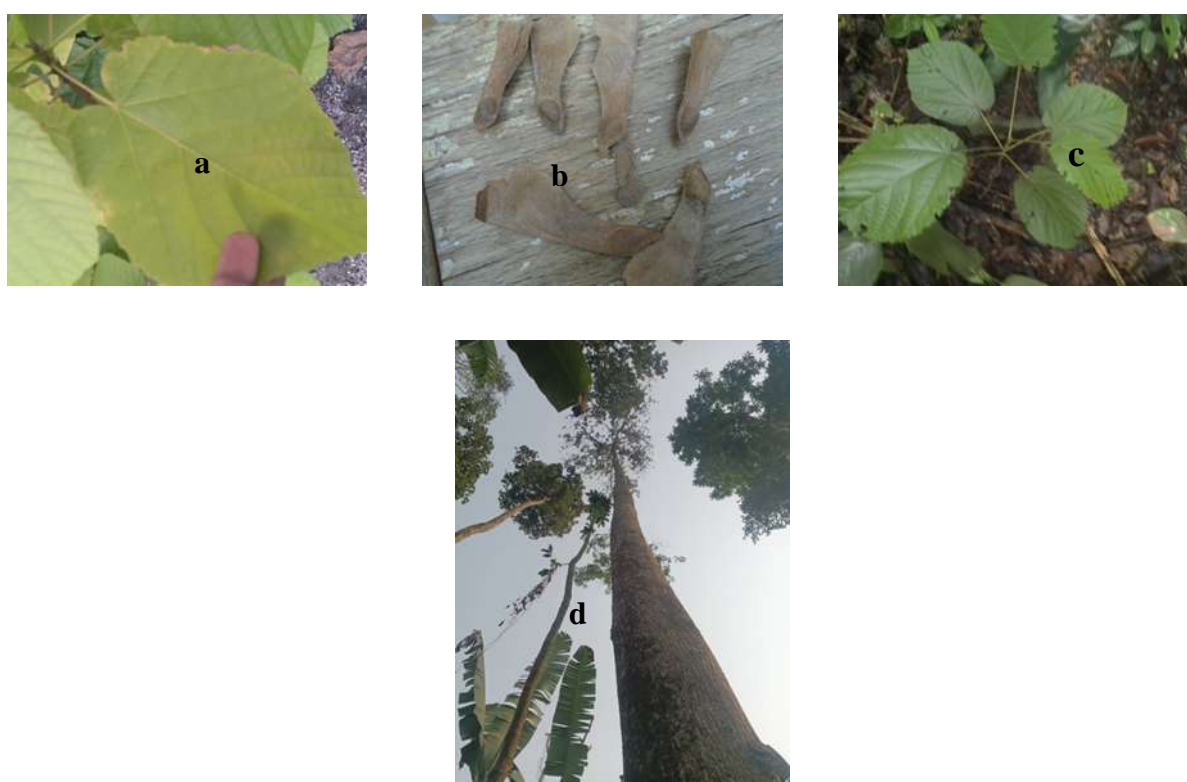


Fig. 7. Principales parties et inflorescences de *Mansonia altissima* : (a) feuille ; (b) samares ; (c) plantule ; (d) individu mature (Source : Photos Zock (2023))

- *Triplochiton scleroxylon*

*T. scleroxylon* est un grand arbre de l'étage dominant des forêts semi-décidues, capable de dépasser 50 m de haut et muni de puissants contreforts (Akouégninou *et al.*, 2006).

C'est une espèce caducifoliée dont les feuilles alternes, simples, palmatilobées avec 5 ou 7 lobes sont souvent de 10 à 20 cm de long (Akouégninou *ibid*). Les fleurs sont hermaphrodites, à parfum et se présentent en cimes paniculées. Ces fleurs sont à calice penta lobées avec plus de 30 étamines d'environ 7 à 30 m d'épaisseur. Les jeunes individus ont une

écorce blanchâtre, gris cendre à brun jaune, lisse et très écaillée et rugueuse. Les chocs physiques engendrent l'écoulement d'une gomme du bois, mais la cicatrisation est rapide (Palla et Louppe, 2002). Le houppier a la forme d'un fuseau qui semble dessiner la couronne sphérique au jeune âge et un cône renversé à l'âge adulte (Fig.8) (Ganka *et al.*, 2021).

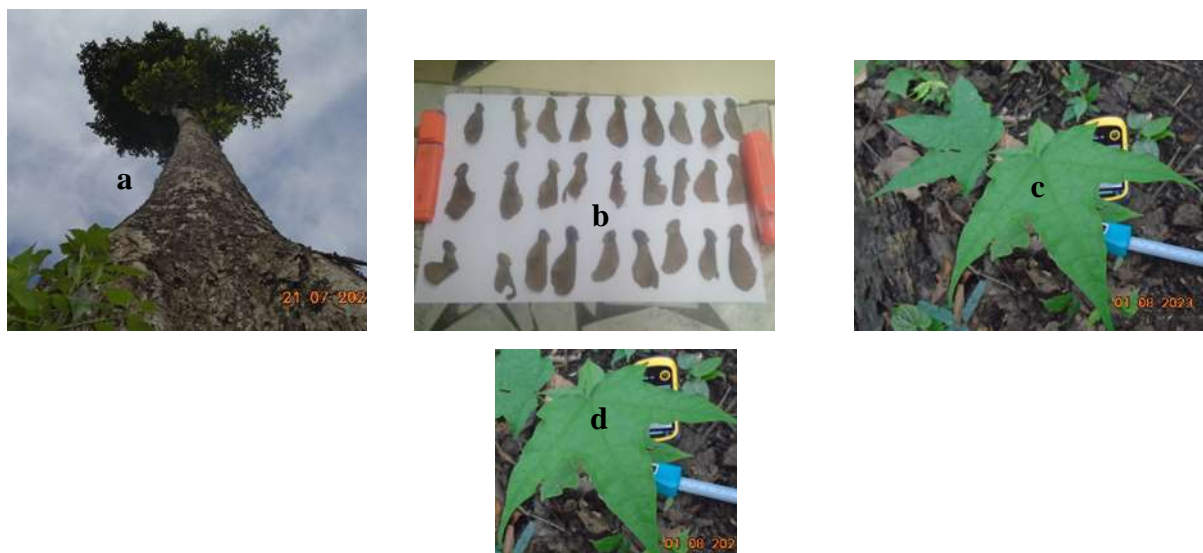


Fig. 8. Principales parties et inflorescences de *Triplochiton scleroxylon* : (a) individu mature de *T. scleroxylon* ; (b) samares ; (c) plantule ; (d) feuille (Source : Photos Zock (2023))

### I.2.3.3. Écologie et sylviculture

- *Entandrophragma cylindricum*

*E. cylindricum*, à l'instar des autres espèces du genre *Entandrophragma* les plus exploitées (Tiama blanc, Sipo et Kossipo) dans les forêts denses humides, est une espèce tolérante à l'ombre au stade juvénile (Kasongo *et al.*, 2018). Elles sont donc qualifiées de sciaphiles (Louis et Fourges, 1947), tolérantes à l'ombre (Hall *et al.*, 2003) ou de semi-héliophiles (Meunier *et al.*, 2015 ; Doucet *et al.*, 2016). À priori, un consensus vers une certaine tolérance à l'ombrage (le tempérament semi-héliophile d'*E. cylindricum* est actuellement admis). Il a été relevé par certains auteurs des nuances établies. À cet effet, Beeckman (2016) a rapporté que ces nuances de besoin en lumière peuvent aussi être vérifiées par une étude plus détaillée des traits ligneux par la quantification des diamètres des vaisseaux de la moelle à l'écorce du bois d'*E. cylindricum*.

Cependant, tout comme *E. cylindricum*, il est souligné une connaissance insuffisante du tempérament de chacune des espèces du genre *Entandrophragma* qui freine la mise en œuvre de techniques sylvicoles, par exemple pour optimiser les reboisements (Kasongo *et al.*, 2018). Toutefois, des expériences conduites par Hall (2008) en République Centrafricaine (RCA) et par Doucet *et al.* (2016) au Cameroun montrent que les techniques sylvicoles utilisées pour la

régénération de cette espèce, tout comme pour les autres espèces de son genre sont confrontées à des taux de mortalité élevé. Plusieurs techniques sylvicoles, à savoir : la méthode de régénération naturelle par coupe d'enrichissement et d'abri unique ; la méthode des layons et celle d'enrichissement par semis direct appliquées pour le renouvellement de *E. cylindricum* et d'autres espèces du genre *Entandrophragma*, n'ont pas donné des résultats très satisfaisants. En revanche, d'autres techniques pour améliorer leur régénération ont été testées comme la création des petites trouées de taille intermédiaire dans les forêts exploitées et l'apport des semences afin d'obtenir une meilleure régénération (Hall *et al.*, 2003 ; Makama et Thomas, 2004). Néanmoins, la pertinence de ces méthodes a été remise en question par de nouvelles études dont les résultats n'ont pas été satisfaisants avec ses espèces (Fayolle *et al.*, 2015 ; Doucet *et al.*, 2016). Owona Ndonga *et al.* (2009) ont rapporté que tous les sapellis présentaient de nombreuses difficultés dues à des piqûres d'insectes lors de la croissance juvénile, ce qui expliquerait donc leur retard initial de croissance. Selon Tabi *et al.* (2017), la sylviculture d'*Entandrophragma cylindricum* n'en est qu'à ses débuts.

- *Mansonia altissima*

*M. altissima* (Bété) est une espèce des forêts semi-décidues denses humides sempervirentes (Foahom, 1990 ; Wédjangnon *et al.*, 2016a). Les jeunes plantules apprécient un léger ombrage pour se développer (Wédjangnon *et al.*, 2016b).

Selon Wédjangnon *et al.* (2016b), les feuilles de *M. altissima* sont caduques, alternes, simples, palmatinervées à la base, offrant sur le même arbre une variabilité de symétrie de dimension et de symétrie selon leur position sur la branche. Elles sont souvent consommées par des chenilles. Légèrement pointues au sommet, les bords sont petites dents et ondulés. Le dessous des feuilles est énormément recouvert de poils doux. Les inflorescences sont situées à l'extrémité des rameaux. Les fleurs sont blanches et odorantes. Les boutons floraux sont ovoïdes. Les fruits sont des samares avec une aile développée au-dessus de la graine. Les graines sont ovoïdes (en forme d'œuf) de couleur marron. L'écorce, brun-clair, fissurée longitudinalement est assez épaisse (1 à 1,5 cm). L'aubier bien distinct est de couleur blanchâtre, de 2 à 5 cm d'épaisseur. Le bois de cœur varie de brun jaunâtre à brun gris foncé à reflets violacés de veinage plus ou moins apparent. Ils sont insérés par 2 à 5 au sommet d'un pédoncule commun (Foahom, 1990 ; Ohene-Coffie, 2008).

- *Triplochiton scleroxylon*

Les patrons de formation de l'espèce *T. scleroxylon* sont influencés par le gradient climatique. Ainsi, du fait de son endémisme des régions tropicales où la constance du régime thermique n'est relativement pas prisee, la pluviométrie apparaît comme un facteur

prépondérant favorisant le développement de l'espèce (Bellefontaine, 2018). *T. scleroxylon* préfère des sols ferrugineux bien drainés et riches. La vitesse de croissance d'Ayous serait positivement corrélée avec le ratio/sable en faveur de l'argile du sol. L'azote et le PH exerceraient une influence mineure. Toutefois, l'Ayous s'adapte facilement sur de nombreux types de sols (Palla et Louppe, 2002). Les habitats de *T. scleroxylon* se distingueraient par des propriétés physicochimiques du sol. Veenendaal *et al.* (1996) ont rapporté que la productivité des populations d'Ayous est conditionnée par le niveau de fertilité des stations qui les abritent. Elles sont plus abondantes dans les sols bien drainés, ferrugineux et fertiles, souvent à des altitudes inférieures à 500 m et jamais au-dessus de 900 m. Ses populations ont une préférence pour les régions des précipitations comprises entre 1100 mm et 1800 mm et une température comprise entre 20° et 35° C (Ligot *et al.*, 2019).

*T. scleroxylon* est une espèce anémochore et ses graines peuvent être disséminées sur 100 à 150 m de distance (Palla et Louppe, 2002). C'est une graine à téguments relativement fragiles qui perd son pouvoir germinatif au bout de quelques jours dans les conditions ambiantes (Ligot *et al.*, 2019). Cependant, avec une production de 14 % de leur taux d'humidité, ses graines peuvent rester viables pendant au moins 18 mois en chambre froide à 18° (Bowen *et al.*, 1977). Elles peuvent rester aussi viables pendant 2 mois dans les conditions ambiantes (Boadu et Siaw, 2019).

Le faible pouvoir germinatif des graines de l'Ayous, l'infection par les nuisibles, une fructification imprévisible et tardive et irrégulière, une floraison supra annuelle sont autant de raisons pouvant expliquer qu'il rare de raconter une abondance régénération naturelle de l'espèce. Au Bénin, le niveau de régénération constaté pour l'espèce est très faible pour toutes les populations pendant qu'on assiste à la dégradation poussée de ses populations naturelles qui se réduisent de plus en plus aux ilots des forêts sacrées du fétiche *Orisha oru* (Ganka *et al.*, 2021).

La structure diamétrique de *T. scleroxylon* semble traduire une distribution erratique, caractéristique des essences typiques de lumière. Certains travaux ont rapporté que le diamètre (DBH) est un prédicateur de la taille du Samba et du diamètre de la couronne (Onilude, 2019). Toutefois, selon Ligot *et al.* (2019), il n'existe pour *T. scleroxylon* aucune relation entre la croissance en diamètre et la taille de l'arbre.

L'Ayous a une floraison irrégulière. Les premières floraisons interviennent souvent vers 16 ans (Palla et Louppe, 2002). Le jaunissement et la chute des feuilles de *T. scleroxylon* se font simultanément pendant la saison sèche tandis qu'au début de la saison des pluies, la chute est brève et la reprise est immédiate. La défeuillaison commence timidement en novembre et

prend de l'ampleur en avril. La chute des feuilles de l'espèce commence par les branches sommitales tandis que la refeuillaison suit un cheminement inverse. Toutefois, cette observation contraire est à celle de Lowe (1968) qui rapporte que la défoliation et la réfoliation suivent le même cheminement. Malgré tout, d'autres études rapportent des défoliations occasionnelles (Adedeji *et al.*, 2018). L'Ayous a une fructification irrégulière et supra annuelle (3 à 4 ans parfois 5 ans). Les fruits font souvent l'objet d'importantes attaques d'insectes et de champignons pathogènes, ce qui constitue un frein pour sa régénération naturelle (Palla et Louppe *ibid*).

L'Ayous est une espèce pionnière (Ganka *et al.*, 2021). Elle colonise facilement les zones ouvertes et se régénère dans les zones de successions précoces, mais échouent souvent à se régénérer (perturbations) dans les forêts non exploitées et exploitées (Karsenty, 2010). Les bonnes fructifications sont irrégulières et supra annuelles (Palla et Louppe, 2002), ce qui constituerait une entrave à sa régénération naturelle. La croissance en diamètre de *T. scleroxylon* a une périodicité annuelle marquée pouvant aller jusqu'à 1,82 cm (Ligot *et al.*, 2019).

En revanche, les individus qui atteignent les grandes tailles grandissent plus vite que les juvéniles (Ligot *et al.*, *ibid*). L'espèce semble avoir un fort potentiel pour accélérer sa croissance, et peut probablement développer et adapter sa couronne pour augmenter la capture de la lumière et maximiser sa croissance (Poorter *et al.*, 2006). On observe chez les populations de cette espèce, une certaine vigueur des sujets dans le jeune âge, caractéristique des essences héliophiles qui, à la faveur d'une trouée émergent rapidement en atteignant la canopée supérieure. Cependant, Ligot *et al.* (*ibid*) ont suggéré que l'Ayous devrait bien réagir à des ouvertures périodiques du couvert forestier à tous les stades de son développement. Par conséquent, l'exploitation forestière a généralement été un outil pour promouvoir la croissance et la survie des arbres de taille moyenne. Pourtant, l'interaction entre la taille des arbres et les traitements sylvicoles n'a jamais été jugée significative pour l'Ayous. Il est donc important de lever cette équivoque et tester cette interaction dans les conditions spécifiques (Ganka *et al.* *ibid*).

#### **I.2.3.4. Phénologie et diamètre de fructification**

- *Entandrophragma cylindricum*

Louis et Fourges (1947) ont rapporté qu'en République Démocratique du Congo (RDC) les *Entandrophragma* des forêts denses humides (*E. angolense*, *E. candollei*, *E. cylindricum*, *E. palustre* et *E. utile*) sont reconnues comme étant caducifoliées, à l'exception d'*E. palustre* qui est sempervirente. La période de défeuillaison chez *E. cylindricum* correspond

approximativement à la saison de fléchissement des précipitations (début de la grande saison sèche). Dans les forêts d’Afrique de l’Ouest, des études phénologiques (Taylor, 1960 ; Voorhoeve, 1965 ; Poorter *et al.*, 2004) décrivent les périodes de floraison et fructification des sapellis (Tableau I).

Tableau I. Phénologie d’*Entandrophragma cylindricum* observées en Afrique de l’Ouest (principalement en Côte d’Ivoire, Libéria et Ghana) source : (Taylor, *ibid* Voorhoeve, *ibid*)

Espèce	<i>Entandrophragma cylindricum</i>
Nom commercial	Sapelli
Feuillage	Décidu (septembre-novembre)
Période de floraison	Décembre
Période fructification	Mai-août

La phénologie des *Entandrophragma* est à priori variable selon les régions. En Afrique centrale et spécifiquement en République du Congo (RC), Gillet *et al.* (2008) renseignent que *E. cylindricum* (semi-décidue) effectue le renouvellement de son capital foliaire en août (Tabi *et al.*, 2017) et en septembre, après l’attaque des chenilles comestibles *Imbrasia oyemensis* (Gillet *et al.*, *ibid*).

En revanche, les données quantitatives concernant le diamètre minimal de fructification (DMF) et le diamètre de fructification régulière (DFR) de l’ensemble des espèces du genre *Entandrophragma* des forêts denses humides en général et spécifiquement celles de l’espèce *E. cylindricum* demeurent encore fragmentaires. Le DMF est celui considéré comme le seuil à partir duquel on observe les premières floraisons et fructifications qui se traduisent néanmoins par une faible production des diaspores. Ce diamètre est aussi appelé diamètre minimum de fertilité. Le DFR est celui à partir duquel on assiste à une fructification efficace et régulière (Sépulchre *et al.*, 2008). Ce dernier diamètre est surtout un outil d’aide de détermination du diamètre minimal d’exploitabilité d’une essence (DME) (Menga *et al.*, 2012). Les diamètres minimums légaux d’exploitation sont donc un outil fondamental durable qui tient compte de la structure diamétrique des populations des arbres d’*E. cylindricum* et de la nécessité de préserver de l’abattage la fraction de semenciers devant assurer la régénération (Durrieu de Madron *et al.*, 1998 ; Tabi *et al.*, 2017). Dans ce cas, le DME peut alors être comparé au DMF et au DFR dès lors que l’on s’intéresse à la gestion raisonnée des populations d’une ou plusieurs espèces. Le DME des principales espèces d’*Entandrophragma* à l’instar d’*E. cylindricum* ont été établis sur des bases empiriques par des administrations forestières nationales car ils varient fortement d’un pays à l’autre. Le DME du sapelli est de 80 cm, contre 75 cm pour son DFR en RCA.

Ainsi, le DFR varie de 55 cm à 85 cm, contre 60 cm à 110 cm pour le DME pour l'ensemble de ces pays (RCA, Ouganda, Gabon Côte d'Ivoire, Ghana, Libéria, RC, RDC et Cameroun) (Petrucci *et al.*, 1995 ; Plumptre, 1995 ; Yalibanda, 1999 ; Palla *et al.*, 2002 ; Durrieu de Madron et Daumeurie, 2004 ; Sepulchre *et al.*, 2008).

- *Mansonia altissima*

*M. altissima* est une espèce héliophile non-pionnière, qui se développe aussi bien en forêt non perturbée qu'en forêt perturbée (Louppe *et al.*, 2008). Au stade de vie juvénile, l'espèce a une distribution agrégée, qui devient aléatoire au stade de vie adulte (Wédjangnon *et al.*, 2020). C'est une espèce hermaphrodite (Keay, 1989) et ses fruits ailés (samares) sont facilement dispersés par le vent. Bien qu'il n'y ait pas eu de documentation spécifique sur la biologie de la pollinisation et la phénologie de cette espèce, elle est soupçonnée d'être pollinisée par des insectes en raison de ses fleurs parfumées. En ce qui concerne le statut de succession, *M. altissima* est classé comme un demandeur de lumière non-pionnier (Gyimah et Nakao, 2007). On sait que les graines de *M. altissima* germent à l'ombre, mais leurs semis sont exigeants en lumière. L'essence a une valeur élevée de bois en raison de sa durabilité naturelle et des bonnes propriétés de résistance de son bois (Akindele *et al.*, 2010).

- *Triplochiton scleroxylon*

Plusieurs espèces forestières à l'instar de *T. scleroxylon* se distinguent par leur écophysiologie, leur tempérament et leurs caractéristiques idiosyncratiques (Oldeman et Van Dijk, 1991). Une connaissance insuffisante du tempérament et de l'écophysiologie de *T. scleroxylon* peut constituer un frein à la mise en œuvre des techniques sylvicoles appropriées pour optimiser les travaux de reboisements de l'espèce. Les données quantitatives concernant les diamètres minimums de fructification (DMF), et d'exploitabilité (DME) demeurent pratiquement inexistantes sur *T. scleroxylon* en Afrique de l'Ouest. Dans certains cas le DMF est un estimateur acceptable du DME des arbres (Menga *et al.*, 2012). Le DME est outil de base de l'aménagement durable des forêts et peut aussi être utilisé dans les prises de décision pour préserver la fraction des semenciers devant assurer la régénération de l'espèce (Tabi *et al.*, 2017). Ganka *et al.* (2021) ont rapporté qu'une comparaison du DME et DMF mérite d'être faite sur *T. scleroxylon* afin de définir les seuils de l'exploitation pour une utilisation rationnelle de l'espèce. Palla et Louppe (2002) ont noté une variation du DME d'un pays à un autre. Il est de 60 cm en Côte d'Ivoire, 80 cm au Cameroun, 90 cm au Libéria et 110 cm au Ghana. En revanche, le DMF de *T. scleroxylon* est de 45 cm (Ouédraogo *et al.*, 2018).

### I.2.3.5. Autres usages

- *Entandrophragma cylindricum*

D'autres usages reconnus pour *E. cylindricum* (Sapelli) sont liés aux propriétés chimiques de son écorce. Il a été rapporté que les portions à base d'infusion de l'écorce étaient utilisées par les peuples forestiers d'Afrique centrale pour le traitement des affections pulmonaires et pour faciliter l'accouchement difficile chez les femmes (Palla *et al.*, 2002 ; Kémeuzé, 2008). Ces propriétés seraient liées à la présence des terpènes dont six molécules ont déjà été isolées (3-hydroxy-copa-2-en, 2 $\alpha$ -hydroxy-copa-3-en, 10-hydroxy-trans-calamenene, T-cadinol, ledol et mustacon). Ces molécules jouent aussi un rôle dans la défense de l'arbre contre les attaques des insectes xylophages tels que *Tragoderma granarium*, *Tribolium confusum* et *Sitophilus ganarius* (Daniewski *et al.*, 1996). Par ailleurs, l'acide cis-vaccénique, un acide gras majeur contenu dans les graines de Sapelli, pourrait être utilisé pour la fabrication d'une forme industrielle de plastique (Kémeuzé *ibid*). D'après Kémeuzé (*ibid*), Dibong *et al.* (2011), Lisingo *et al.* (2012), Mate *et al.* (2013) et Jagoret *et al.* (2014), l'arbre est utilisé dans le système agroforestier comme arbre d'alignement, d'ornement et d'ombrage. Il est aussi l'hôte des chenilles comestibles. Son bois est utilisé comme instruments de musique, sculptures, jouets, articles de fantaisie, fabrication de pirogues monoxyles (Zock *et al.*, 2024a), bois de feu et charbon de bois.

Son écorce est utilisée pour des décoctions ou des macérations contre la bronchite, les affections pulmonaires, les rhumes, les œdèmes, le paludisme et comme antalgique. La pulpe contre les furoncles et les plaies. Ses écorces servaient jadis comme protecteur du maïs stocké. Ses feuilles sont comestibles et hôte du papillon *Imbrasia oyemensis*. Ses graines sont source d'huile (d'environ 45 % de teneur).

- *Mansonia altissima*

*M. altissima* a été signalée comme ayant diverses utilisations en dehors des utilisations médicinales, construction et emballage. L'espèce est utilisée dans l'aménagement et la régénération des forêts du sud-Cameroun (Foahom, 1990), dans la chasse (Portères, 1935), en médecine traditionnelle au Ghana (Sandermann et Dietrichs, 1959 ; Ohene-Coffie, 2008 ; Adéoti *et al.*, 2010), en Côte d'Ivoire dans l'alimentation des poulets (Ogbamgba *et al.*, 2006) et enfin comme substitut du noyer noir américain en menuiserie et fabrication des instruments de musique (Ohene-Coffie *ibid*). Au Bénin Wedjangnon *et al.* (2016a) ont rapporté que les hommes et les femmes sont impliqués dans la recherche de l'écorce pour traiter la fièvre pendant la dentification chez les enfants, la lèpre et est aussi utilisée comme tonifiant.

- *Triplochiton scleroxylon*

L'espèce *T. scleroxylon* est appréciée pour d'autres usages autres que son bois. Ses feuilles sont cuisinées en légumes ou sauce. Selon Bowen *et al.* (1977), l'ombrage de ses grands arbres est apprécié dans les plantations de cacao. Son écorce est employée pour couvrir les toits ou les murs des habitations traditionnelles. En médecine traditionnelle, on l'utilise pour traiter des œdèmes et calmer la douleur. C'est aussi un arbre sacré en Afrique de l'Ouest, où, en milieu animiste, il y a souvent, dans chaque village, un arbre remarquable qui fait l'objet d'un culte. C'est notamment le cas pour *Triplochiton scleroxylon* au Bénin (Akindele *et al.*, 2010). Son bois est léger et à usage lisse, peu durable, vulnérable aux champignons et aux termites. Il est assez facile à travailler à la main ou à la machine et ses usages sont très nombreux, tels que : petite menuiserie, lambris, boîtes, sculptures, allumettes, crayons, poteaux. Avec le bois des contreforts, on réalise des portes, des récipients, des sandales ; avec le fût, des embarcations monoxyles Bowen (*ibid*). Sa pulpe sert à fabriquer du papier d'embarcation moyenne. En occident, il est également utilisé dans la construction des saunas puisqu'il ne retient pas la chaleur et ne produit pas d'échardes. Il est aussi employé en lutherie (Akindele, *ibid*).

#### **I.2.3.6. Vulnérabilité et statut UICN**

D'après la FAO (2018), la satisfaction des besoins en bois d'énergie et en bois d'œuvre constitue avec l'agriculture itinéraire sur brûlis (AIB), les causes majeures de la dégradation et de la régression des forêts tropicales. Ceci se justifie par le fait qu'en Afrique, plus particulièrement en Afrique centrale, plus de deux tiers de la population dépendent des ressources forestières pour leurs moyens de subsistance (Yaovi *et al.*, 2021).

De plus, l'augmentation de la croissance de la population humaine couplée au développement économique est reconnue comme des facteurs indirects derrière beaucoup de menaces. Selon Tieguhong et Ndoye (2007), l'exploitation forestière a conduit à la rareté ou encore à la vulnérabilité de certaines essences. Actuellement, les limites de connaissances biologiques et écologiques sur la plupart des essences concernées en général, constitue un grand handicap pour le développement des stratégies d'utilisation et de conservation durable (Fandohan *et al.*, 2008). Ainsi, les moteurs directs de l'appauvrissement de la biodiversité sont liés au système de l'économie qui dépend de ces ressources naturelles et le changement d'affectation des terres qui exige une conversion croissante des écosystèmes (Anonyme, 2014b). Ce qui entraîne la vulnérabilité des essences forestières à forte valeur d'usage.

Un taxon est dit vulnérable lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il répond, à des degrés bien précis, à l'un des cinq critères suivants: (i) réduction de la population, (ii) répartition géographique (zone d'occurrence et zone d'occupation) fragmentée ou en déclin,

(iii) population de petite taille et en déclin (nombre d'individus matures), (iv) population très petite ou restreinte et (v) probabilité d'extinction de plus de 50 % sur 10 ans ou trois générations (Sépulchre *et al.*, 2008).

Dès lors, la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) constitue une base précieuse pour l'évaluation de la menace pouvant peser sur les espèces animales et végétales, au niveau mondial en général, à l'échelle régionale dans le Bassin du Congo, et plus particulièrement au Cameroun. Cette liste classe les espèces ligneuses en trois catégories suivant le niveau de menace : vulnérable, en danger et en danger critique d'extinction (Sépulchre *et al.*, 2008). Cette méthodologie proposée par l'UICN est en partie remise en question par Sépulchre *et al.* (2008) puisque certains critères, difficilement quantifiables, proviennent d'estimations portant sur des individus adultes au niveau global (Kasongo *et al.*, 2019).

Ainsi, la satisfaction axée sur l'exploitation des tiges de qualité supérieure d'un nombre réduit d'espèces peut conduire à un écrémage génétique de ces espèces (Nanson, 2004). Dans le Bassin du Congo, Doucet et Koudio (2007) précisent que le marché du bois est aussi très sélectif et qu'en conséquence l'exploitation est limitée aux plus grands et plus beaux arbres de quelques espèces de forte valeur marchande.

Malgré tout, la situation est particulièrement préoccupante pour les espèces commerciales héliophiles dont la régénération observée jusqu'ici est très souvent déficiente (Schwartz *et al.*, 2017). Du fait de leur importance socioéconomique avérée, certaines de ces espèces se révèlent être vulnérables à la suite d'une surexploitation. C'est ce qui suscite des inquiétudes quant aux risques de disparition qui pèsent sur les espèces de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2020). Ce qui peut entraîner le déclin de ces essences forestières natives des écosystèmes africains est également favorisé par l'absence dans le développement d'itinéraires sylvicoles et de mesures actives de restauration/conservation, contrairement à leurs homologues exotiques comme c'est le cas de *Tectona grandis* (Fandohan *et al.*, 2008).

Plusieurs travaux ont mis en exergue une kyrielle d'espèces forestières menacées d'extinction en Afrique tropicale (Sépulchre *et al.*, 2008 ; Adomou *et al.*, 2011 ; Schwartz *et al.*, 2017 ; UICN, 2020). En revanche, l'élaboration de listes rouges régionales et/ou sous régionales a été envisagée par l'UICN (Sépulchre *et al.*, 2008) ; elles permettraient une meilleure évaluation du risque pesant localement sur les espèces (Kasongo *et al.*, 2019). Ainsi, suivant le statut de l'UICN figurent *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*.

- *Entandrophragma cylindricum*

*E. cylindricum* figure parmi les cinq espèces du genre *Entandrophragma* les plus exploitées qui croissent dans les forêts denses humides sempervirentes (FDHS) et semi-décidues (Meunier *et al.*, 2015 ; Kasongo *et al.*, 2018), où elles ont fait l'objet de prélèvements d'une importance telle que les régénérations naturelles n'ont pu permettre de reconstituer les populations dans leurs états initiaux. Cette exploitation opère à des fins industrielles depuis des décennies (Lebacqz et Istas, 1950), en raison de l'excellente qualité de leur bois convenant à divers usages, notamment en ébénisterie. Lescuyer *et al.* (2012 in De Wasseige *et al.*, 2010) montrent que ces espèces font aussi l'objet d'une exploitation artisanale. Selon Louppe *et al.* (2015) l'exploitation excessive et le commerce peuvent conduire à la disparition de leur habitat et de leur extinction. En plus, *E. cylindricum* qui présente une régénération naturelle déficiente (Lemmens, 2008) peut engendrer de sérieuses inquiétudes quant aux risques de conservation qui pèsent sur ses espèces inscrites comme vulnérables sur la liste rouge de l'UICN (UICN, 2012). L'enjeu sociétal autour de cette espèce est lié au fait que son écorce est utilisée en médecine traditionnelle (Kémeuzé, 2008), mais surtout au fait que cette écorce héberge saisonnièrement une chenille comestible très prisée par les populations locales, *Imbrasia oyemensis* (Rougeot, 1955) (Saturniidae).

Le double intérêt que représente *E. cylindricum* (bois d'œuvre et source alimentaire au travers de la chenille) lui confère le statut d'essence concurrentielle, c'est-à-dire une espèce végétale recherchée à la fois par les populations et les exploitants forestiers (Vermelen *et al.*, 2009). Ce qui le met au centre des préoccupations sociétales du fait de son importance, d'une part pour l'industrie du bois d'œuvre et, d'autre part, comme source alimentaire pour les populations forestières (Chupezi et Ndoye, 2007). L'exploitation intensive d'*E. cylindricum* en Afrique centrale pourrait, tout comme en Afrique de l'Ouest, compromettre la pérennité de ses populations (Tabi *et al.*, 2017).

L'exploitation commerciale sélective a conduit à une surexploitation des populations d'*Entandrophragma cylindricum* (Karsenty, 2010). Cette extraction sélective couplée à la faiblesse de la régénération, aux faibles vitesses de croissance à la maturité tardive des semenciers ainsi qu'à la médiocre dispersion des graines, entraîne une érosion génétique chez cette espèce qui menace la qualité de ses populations (Lemmens *et al.*, 2010). Lourmas *et al.* (2007) ont montré que la réduction du nombre de semenciers, à la suite de l'exploitation, entraîne davantage un déficit de régénération. Dans ce contexte, il conviendrait de réaliser les études écologiques sur la régénération d'*E. cylindricum*. Le défaut de connaissances sur la régénération naturelle évoquée par Catinot (2018), lesquelles sont encore mal maîtrisées à ce

jour (Doucet *et al.*, 2016), est l'un des obstacles aux techniques extensives de renouvellement et d'enrichissement du capital forestier naturel.

Selon Owona Ndonga *et al.* (2009), tous les individus d'*Entandrophragma cylindricum* observés au Cameroun ont présenté de nombreuses difficultés dues à des piqûres d'insectes notamment lors de leur croissance juvénile, ce qui expliquerait leur retard initial de croissance. Cependant, les expériences conduites par Hall (2008) en RCA et Doucet *et al.* (2016) au Cameroun montrent que les techniques sylvicoles utilisées pour la régénération des espèces d'*Entandrophragma* sont confrontées à des taux de mortalité élevés. Néanmoins, la pertinence de ces méthodes de régénération est remise en question par de nouvelles études dont les résultats n'ont pas été satisfaisants avec cette espèce (Fétéké *et al.*, 2015 ; Doucet *et al.*, 2016). Mais selon Tabi *et al.* (ibid) la sylviculture d'*E. cylindricum* n'en est qu'à ses débuts. Ce qui suscite de sérieuses inquiétudes quant aux risques de disparition qui pèsent sur ces espèces inscrites comme vulnérables sur la liste rouge de l'UICN (UICN, 2020).

Au regard de cette situation, Monthe *et al.* (2018) ont rapporté que *Entandrophragma cylindricum* est classée comme vulnérable sur la liste rouge de l'UICN (UICN, 2012). Cependant, l'espèce n'est pas inscrite à l'annexe I de la CITES qui « comprend toutes les espèces menacées d'extinction » (CITES, 1983) ou à l'annexe II qui « comprend toutes les espèces qui pourraient être menacées d'extinction si le commerce des spécimens de ces espèces n'était pas soumis à la réglementation stricte » (CITES *ibid*). Un taxon est dit vulnérable lorsque les meilleures données disponibles (Sépulchre *et al.*, 2008) indiquent qu'il répond, à des degrés bien précis, à l'un des cinq critères suivants : réduction, répartition géographique (zone d'occurrence et zone d'occupation) fragmentée ou en déclin, population de petite taille et en déclin (nombre d'individus matures), population très petite ou restreinte, probabilité d'extinction de plus de 50 % sur 10 ans ou trois générations.

Au début des années 2010, le Congo et le Cameroun étaient les principaux producteurs de bois d'*Entandrophragma* (Bayol *et al.*, 2012 *in* De Wasseige *et al.*, 2010). L'historique d'exploitation du sapelli illustre très bien l'ampleur de son exploitation. En Afrique de l'Ouest, l'exploitation a totalement réduit les populations de Sapelli, si bien que son exploitation s'est déplacée vers l'Afrique centrale, principal pôle de production actuelle (Tabi *et al.*, 2017) où il s'agit de l'espèce d'Acajou de loin la plus exploitée en 2008 (Bayol *ibid*) (Fig. 9).

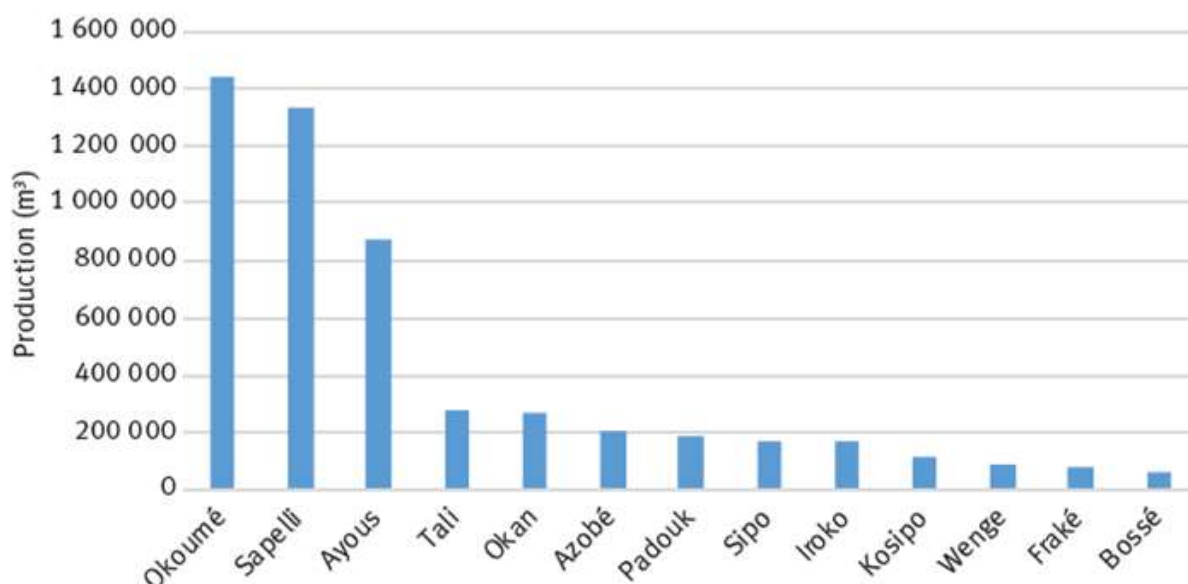


Fig. 9. Production évaluée par essence en 2008 dans le Bassin du Congo source : (Bayol *et al.*, 2002)

- *Triplochiton scleroxylon*

Une évaluation basée sur les critères de l’UICN indique qu’au Bénin *T. scleroxylon* (Samba, Obéché) est en danger critique d’extinction (Adomou *et al.*, 2011) à cause de son utilisation irrationnelle par les populations locales. De manière générale, l’UICN (2020) considère l’Ayous comme peu menacé (catégorie LR/lc). D’un côté, son aire tend à s’étendre, tandis que de l’autre, elle est surexploitée, même dans les petits diamètres, notamment au Nigéria où elle est utilisée pour la fabrication des allumettes. Ainsi, Sepulchre *et al.* (2008) rapportent que *T. scleroxylon* malgré une aire de distribution assez étendue, présente des courbes diamétriques qui le range nettement parmi les essences avec « maintien sur le long terme compromis ». Par ailleurs, le fait de présenter une fructification très irrégulière pourrait en faire une essence qui présente une vulnérabilité particulière face à l’exploitation. En plus, avec le stress dû aux changements climatiques et le déclin de ses populations à travers toute son aire de distribution accentuent davantage sa vulnérabilité. Cependant, il est indiqué que l’espèce fait face à une sévère fragmentation de sa population, à un déclin continu des individus matures et à une réduction spatio-qualitative de ses habitats (African Regional Workshop, 1998). Par ailleurs, son statut qui le range comme espèce de préoccupation mineure n’a pas été révisé depuis 1996. Ces différents éléments indiquent qu’il s’agit d’une espèce menacée à l’échelle internationale (Ganka *et al.*, 2021).

- *Mansonia altissima*

Bien que *M. altissima* ait le statut de préoccupation mineure (Botanic Gardens Conservation International & UICN SSC Global Tree Specialist Group, 2018), *Mansonia*

*altissima* var. *altissima* A. Chev., est une variété surexploitée et en danger de valeur économique (Atelier régional africain, 1998). Au Bénin, cette espèce endémique locale dans la zone guinéenne se trouve exclusivement dans la forêt pluviale semi-décidue d'Adakplamè. Au Bénin, Wédjangnon *et al.* (2016a) rapportent également que *M. Altissima* est en danger d'extinction (EN) et en danger critique d'extinction (CR). Elle pousse naturellement dans les forêts humides semi-décidues d'Afrique tropicale.

La superficie sur lesquelles se trouvent les peuplements favorables au développement de cette espèce est fortement réduite et continue de diminuer en raison des empiètements de l'agriculture et de l'abattage incontrôlé du bois.

L'espèce est connue pour ses usages économiques, sociaux, culturels, médicaux et pharmacologiques. Compte tenu de l'importance et des différentes menaces perceptibles d'extinction de cette espèce au Bénin, des actions prioritaires ont été recommandées sur l'espèce. Au Cameroun, *M. altissima* a une aire de répartition très faible. Dans la zone de Deng-Deng (DD) où se trouve une frange non négligeable de sa population, l'espèce présente un risque très élevé d'extinction, d'après les critères de l'UICN (Anonyme, 2011a).

Sa forte valeur d'usage dans les activités halieutiques contribue davantage à rendre vulnérable les populations de cette espèce dans cet écosystème Zock *et al.*, 2024a).

Les extraits de l'espèce sont utilisés dans les domaines thérapeutiques et médicaux (Adeoti *et al.*, 2016). Au Bénin, on ne le trouve que dans une seule forêt semi-décidue humide où il est en danger critique d'extinction (Wédjangnon *et al.*, 2016b) en raison des activités humaines et des conflits de propriété foncière. La vulnérabilité récente est liée à sa popularité, pour diverses utilisations dans la construction des maisons (Wédjangnon *et al.*, 2016a), la menuiserie ainsi que l'écorce. Selon Zock *et al.* (2024a) l'espèce est préférentiellement utilisée dans les AHAs pour la fabrication des pagaies à la PBLP. Il est donc urgent de prendre en compte les formes de vie, en prenant la classe de diamètre comme substitut du stade de vie (Li *et al.*, 2008 ; Ledo, 2015 ; Omelko *et al.*, 2018), afin de répondre aux études qui ont été recommandées sur l'écologie de l'espèce et le processus de régénération naturelle.

#### **I.2.3.7. Dissémination et régénération naturelle**

- *Entandrophragma cylindricum*

*E. cylindricum* a une dissémination anémochore comme l'ensemble des espèces de son genre (Louis et Fouarge, 1947 ; Medjibe et Hall, 2002 ; Poorter *et al.*, 2004 ; Doucet *et al.*, 2016). Ses fruits capsulaires sont à déhiscence septifrage en cinq valves ligneuses. Les fruits contiennent une aile unique qui se dispersent en tournoyant sous l'effet du vent (Louis et

Fouarge *ibid*) la quasi-totalité des graines issues des graines sont de type « planeur lourd » et tombent généralement à proximité immédiate des semenciers (Medjibe et Hall, *ibid*). Cependant la dispersion des samares pour l'ensemble des espèces d'*Entandrophragma* devrait être vérifiée par de nouvelles mesures de dispersion (identification de plantules installées). En effet, une étude récente basée sur des méthodes moléculaires montre que la dispersion de ces samares par le vent est plus importante que ce que l'on pensait ( $\pm 600$  m) (Monthe *et al.*, 2017). Cette étude montre que les samares qui se trouvent proches du pied mère à la suite d'une faible dispersion subiraient peut-être une plus forte prédation. Cette dernière est occasionnée par des insectes foreurs *e.g.* *Hypsipila* (Poorter *et al.*, 2004 ; De la Mensbruge, 1966), par des rongeurs et/ou ongulés (Poorter *et al.*, *ibid*) attirés notamment par la forte teneur en huile des graines d'*Entandrophragma cylindricum* (Louis et Fouarge *ibid*). En revanche, la faiblesse du pouvoir germinatif des graines de l'ensemble des espèces du genre *Entandrophragma* (De la Mensbruge, 1966), leur prédation (Louis et Fouarge *ibid*, De la Mensbruge *ibid*), une fructification quelque peu imprévisible au cours d'une année (Hall, 2011), une floraison qui semble rythmique supra-annuelle avec des années de meilleures fructifications (Gillet *et al.*, 2008) sont autant de raisons pouvant expliquer qu'il est rare de rencontrer une abondance de régénération naturelle d'*Entandrophragma cylindricum* (Lemmens, 2008).

- *Mansonia altissima*

*M. altissima* est une espèce hermaphrodite à graines ailées et sont facilement dispersées par le vent (Keay, 1989). Une sous-espèce de *M. altissima* var. *altissima*, est originaire des zones perturbées et des clairières des forêts humides des basses terres. (Gosline *et al.*, 2023). D'après la Base de données sur les plantes tropicales (consulté le 10 décembre 2024), les semis sont plus courants sur les sols fertiles des sites plus secs, ils sont assez résistants à la sécheresse. Au cours des premières années après la germination, une légère ombre stimule la croissance et la formation des feuilles saines. Les feuilles sont tenues verticalement dans les conditions exposées, plus horizontalement à l'ombre. Après deux ans, la régénération acquise a besoin du plein soleil et a été classé comme demandeur de lumière non-pionnier. Les semis ont atteint une hauteur de 1 à 2 m en 4 ans lorsqu'ils poussaient en forêt naturelle et 6 mètres en 4 dans les zones exploitées. En revanche, à Kumasi (Ghana), le stade intermédiaire ou régénération acquise ont atteint un diamètre de fût de 6,5 à 16 cm et une hauteur de 8 à 15 mètres en 10 ans. Pour les plantations au Cameroun, une croissance plus rapide a été enregistrée, les arbres poussant de 2 mètres de hauteur par an après 2 ans diminuant à 1,3 mètre par an après dix ans. En Côte d'Ivoire, la croissance annuelle moyenne du diamètre du fût des arbres de l'espèce *M. altissima* était de 2,5 à 7 mm. La croissance moyenne pour la classe de diamètre 30 à 50 cm

était de 5,1 mm par an. Bien qu'il n'y ait pas eu de documentation spécifique sur la biologie de la pollinisation de cette espèce, elle est soupçonnée d'être pollinisée par des insectes en raison de ses fleurs parfumées (Akindele *et al.*, 2010). Sa germination commence après environ dix jours et peut prendre une semaine, mais une période de dormance de plusieurs mois a également été observée. Toutefois, les régénérations sont plus abondantes en forêt dense humide semi-décidue à cause de la physionomie plus ou moins fermée de ladite formation végétale (Vitoekpon *et al.*, 2018). L'espèce offre un parfait ombre aux semis pour la stimulation de leur croissance suivent la germination (Foahom, 1990). Les plantules de *M. altissima* sont victimes des attaques des insectes défoliateurs (*Zonocerus variegatus* L.). La dormance a causé peu de perte de viabilité des graines. La germination se produit à la fois dans des conditions de lumière et d'obscurité, mais est fortement réduite dans les grandes clairières de la forêt (Base de données sur les plantes tropicales *ibid*). En ce qui concerne le statut de succession, l'espèce *M. altissima* est classée comme un demandeur de lumière non-pionnier (Wedjangnon *et al.*, 2016a).

- *Triplochiton scleroxylon*

Palla et Louppe (2002) ont rapporté que les graines de *T. scleroxylon* sont disséminés par le vent sur des distances pouvant atteindre 100 à 150 m. elles perdent leur pouvoir germinatif en quelques jours. On compte 3300 graines ou 5500 graines désaillées par kilo. Sa germination est de type épigé, elle intervient entre 6 et 21 jours. L'Ayous est décrit comme étant une espèce nettement héliophile, les plantules ne supportent un couvert que pendant les deux ou trois premières années. Les années de grandes fructifications, on observe dans les sites dégradés des brosses de semis très dense dont la mortalité est très élevée les années suivantes. En forêt naturelle, il est noté une amélioration de sa régénération naturelle et de sa croissance lorsque les arbres de plus 80 cm sont exploités.

#### **I.2.3.8. Relations avec l'entomofaune**

- *Entandrophragma cylindricum*

À l'instar des autres espèces appartenant à la famille des Meliaceae, *E. cylindricum* subit des attaques d'insectes appartenant au genre *Hypsipyla*, lépidoptère de la famille des pyralidae (Tabi *et al.*, 2017). Les deux espèces bien connues comme étant des ravageurs chez les espèces de la sous-famille des Swietenioideae sont *Hypsipyla grandella* (zeller), notamment chez *Swietenia macrophylla* (king) et *Cedrella odorata* L. en Amérique et *Hypsila robusta* (Moore) chez *Chukrasia tabularis* A. Juss., et *Tooma ciliata* M. Roem., en Assie/Australie (Grijpma et Gara, 1970 ; Cunningham *et al.*, 2005). Les études sur *H. robusta* ont été approfondies en Afrique sur les autres espèces du genre *Entandrophragma*, notamment *E. angolense* et *E. utile*, ainsi que celles sur le genre *Khaya*, notamment *Khaya ivorensis* et *Khaya anthotheca* (Opuni-

Frimpong *et al.*, 2008a). *Hypsipyla robusta* est un foreur de jeunes pousses dont les attaques sur les plans de 4 à 5 ans exposés en plein soleil entraîneraient des répercussions négatives sur la croissance et la conformation de l'arbre ; il est noté une perte de croissance en hauteur de 50 % des cas. Au-delà de 19 ans, les attaques de l'insecte ont des effets nettement atténués (Brunk et Mallet, 1993). Tout de même, il a été démontré l'existence des composés organiques volatils émis par les plantes hôtes et à l'origine de l'attraction de l'espèce *H. robusta* (Abraham *et al.*, 2014). Cet insecte semble même être un obstacle au succès des plantations monospécifiques (Opuni-Frimpong *et al.*, 2008b). D'autres papillons de la famille des Pyralidae attaquent aussi d'autres parties de l'arbre, notamment les espèces *Catopyla dysorphaena* et *Mussidia nigrivenella*, dont les larves se nourrissent des graines (Palla *et al.*, 2002).

*Entandrophragma cylindricum* (sapelli) est aussi l'arbre hôte de la chenille saisonnière *Imbrasia oyemensis*, un papillon appartenant à la famille des Saturniidae qui présente comme particularité d'être comestible à l'état de chenille et qui consomme spécifiquement ses feuilles (Pala *et al.*, 2002 ; Van Huis, 2013). Ainsi, l'intérêt que revêt le sapelli pour l'industrie forestière et les populations locales pourrait en faire une ressource « concurrentielle » (Vermelen *et al.*, 2009). La même chenille se retrouverait aussi sur d'autres espèces du genre *Entandrophragma* (Lisingo *et al.*, 2010).

- *Mansonia altissima*

Foahom (1990) a rapporté que les plantules de *M. altissima* sont victimes des attaques des insectes défoliateurs (*Zonocerus variegatus* L.) pour la simple raison que les jeunes feuilles sont plus tendres, donc faciles à grignoter par ceux-ci (Fig. 10).

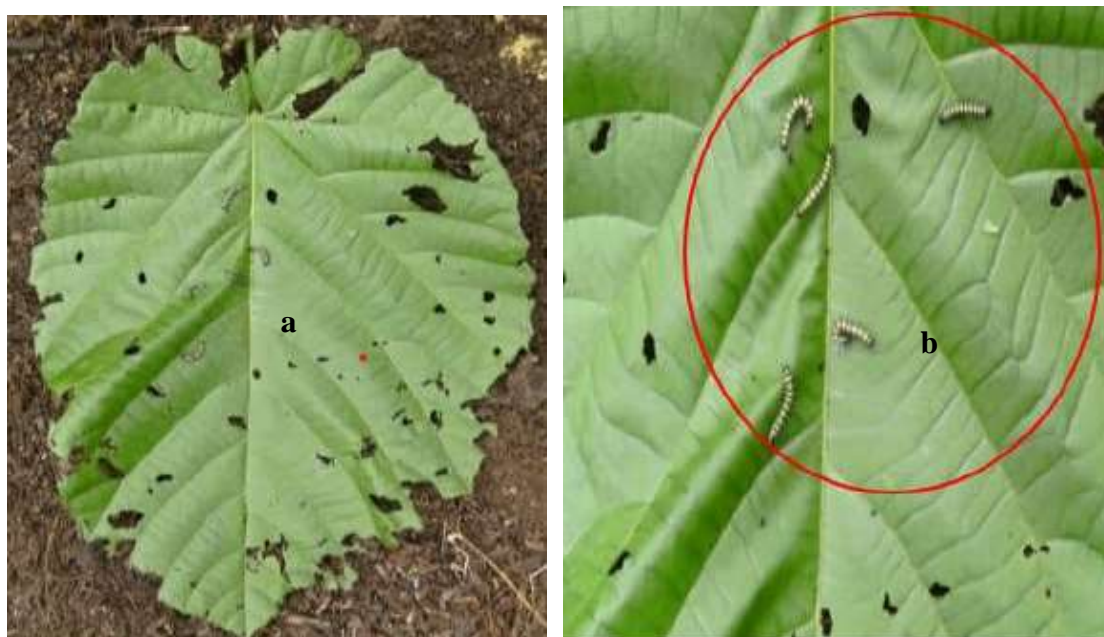


Fig. 10. Feuilles de *M. altissima* : (a) Feuilles endommagées par les chenilles ; (b) vue de *Zonocerus variegatus* chenilles défoliatrices des feuilles. Source : Vitoekpon *et al.* (2018)

- *Triplochiton scleroxylon*

Palla et Louppe (2002) ont rapporté que les chenilles d'*Anache venata* envahissent souvent le feuillage de l'espèce. Ses chenilles sont recherchées pour l'alimentation en raison de leur teneur en protéines brutes qui est supérieure à toute autre alimentation animale. Ces protéines sont riches en fer et contiennent six des huit acides aminés essentiels pour l'Homme.

#### **I.2.4. Présentation de la zone d'étude**

##### **I.2.4.1. Localisation, cadre administratif et politique**

Le Cameroun dispose d'une grande diversité d'habitats naturels. Ces derniers renferment une biodiversité riche et abondante ainsi que de nombreuses espèces endémiques, tant végétales que fauniques (Doumenge *et al.*, 2015). Afin de sauvegarder et de valoriser cette biodiversité, une pléthore de lois et de textes d'applications a été établie au niveau national. Il s'agit entre autres de la loi N° 94/01 du 20 janvier 1994 portant régime forestier, faune et pêche, complétée par le décret n°95/531/PM du 20 août 1995 fixant les modalités d'application du régime forestier. En plus, face à la menace d'extinction de certaines espèces, le gouvernement camerounais, dans le cadre de sa Stratégie Nationale de Développement 2020-2030, se propose d'intensifier les actions visant à assurer la protection des espèces et des écosystèmes représentatifs, en améliorant l'information sur l'état de la ressource forestière (SND, 2020). Dès lors, la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) constitue une base précieuse pour l'évaluation de la menace pouvant peser sur les espèces animales et

végétales, au niveau mondial en général et plus particulièrement dans le Bassin du Congo. Cette liste classe les espèces ligneuses en trois catégories suivant le niveau de menace : vulnérable, en danger et en danger critique d'extinction (Sepulchre *et al.*, 2008).

Dans le même sillage, un important réseau d'Aires Protégées a été mis en place au fil du temps, dans la région des savanes puis dans la région du sud forestier (Yadji et Oko, 2014). Au niveau de la région de l'Est-Cameroun, le PNDD a été créé par décret n° 2010/0482/PM du 18 mars 2010 du Premier Ministre, comme une compensation du projet hydroélectrique de Lom-Pangar et aux dégâts environnementaux à la suite des consultations publiques menées entre 2008 et 2009 avec une superficie initiale de 52 347 hectares. Ce dernier est une aire protégée de deuxième catégorie selon la classification de l'UICN délimitée comme suit :

- Au nord par une zone savanicole et l'axe Mbitom-Bétaré-Oya ;
- au sud par la réserve forestière affectée aux communes de Diang et Bélabo ;
- à l'est par l'UFA 10065 et le barrage de Lom-Pangar ;
- à l'ouest par le chemin de fer.

En revanche, la zone périphérique du Parc National de Deng-Deng correspond à l'Unité Technique Opérationnelle (UTO) de Deng-Deng, qui s'étend sur une superficie de près de 500.000 ha. Bien qu'étant dans sa phase de création, l'UTO de Deng-Deng inclut :

- Une aire protégée (PNDD) ;
- un corridor de migration de faune ;
- trois unités forestières d'aménagement : l'UFA 10-065, l'UFA 10-062 et l'UFA 10-061 ;
- une réserve forestière affectée aux collectivités territoriales décentralisées de Bélabo et Diang ;
- huit ventes de coupe ;
- une zone agroforestière au Sud ;
- la forêt communale de Mandju ;
- 19 forêts communautaires dont la gestion est assurée par les groupes d'initiative commune (GIC) ;
- deux forêts de recherche ;

- Bloc forestier Kebe appartenant à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) ;
- bloc forestier appartenant à la FASA (Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles) de l'Université de Dschang.

Cet ensemble qui forme le massif forestier du PNDD s'inscrit dans la stratégie de l'UICN, pour qui les « Aires Protégées sont au cœur des stratégies de conservation de notre planète fragile et de ses mers vulnérables » (UICN, 1999 *in* Tchekote *et al.*, 2020). Lorsque les Aires Protégées fonctionnent correctement (Mengue-Medou, 2002), elles remplissent trois rôles principaux à savoir :

- La conservation *in situ* de la diversité des écosystèmes, des paysages naturels et semi-naturels ;
- la création des zones de démonstration, d'utilisation écologiquement durable des terres et des ressources et ;
- la fourniture d'un appui logistique à la recherche, au suivi à l'enseignement et la formation en matière de conservation et de durabilité.

Malgré son importance, le paysage du PNDD tout comme d'autres paysages protégés subissent de nombreuses pressions de la part d'acteurs qui interviennent. En effet, les Aires Protégées sont devenues des lieux de chasse, d'exploitation minière et de pratiques agricoles, ce qui affectent la conservation (UICN, 1999 ; Doumenge *et al.*, 2015).

Dans un contexte de pression anthropique croissante, l'évaluation de la vulnérabilité des espèces-clés à régénération difficile répertoriées dans cette liste rouge s'avère un impératif majeur pour permettre d'assurer la préservation et adapter des mesures de conservation et de gestion durable de ces ressources forestières en déclin. La réponse post-perturbation devrait permettre d'adapter les mesures de gestion et de conservation dans la périphérie du barrage de Lom-Pangar, voire dans le PNDD.

## **I.2.4.2. Milieu Physique**

### **I.2.4.2.1. Géologie et sols**

#### **I.2.4.2.2. Topographie**

La région de Deng-Deng est située dans le plateau sud camerounais, plus précisément dans la zone de pénéplaine, qui résulte de la coalescence des bassins hydrographiques (Mekongo, 2022). Sa topographie est relativement plate avec des pentes moyennement dominées par des valeurs comprises entre 5 et 15°. Le relief de la localité est assez diversifié et

très peu accidenté. Il tient son originalité des différents mouvements tectoniques qui ont eu lieu au cours des temps géologiques. Ce relief laisse apparaître des petites collines de faible altitude dont la moyenne se situe entre 500 et 800 mètres. Les collines sont séparées par des vallées qui servent de lits à la plupart des rivières et autres cours d'eau (Lom, Pangar, etc.) qui traversent pour se jeter dans la Sanaga (Anonyme, 2011b). Selon anonyme (2005) ce relief est légèrement incliné du Nord au Sud dans le sens de l'écoulement des eaux de la Sanaga et légèrement plat dans la zone Satando-Mansa, d'où la multitude des zones hydromorphes et sont aujourd'hui périodiquement inondées depuis la mise en eau du barrage de Lom-Pangar (Zock et Mbarga, 2020). Le traitement du modèle numérique de terrain montre que la partie Sud du PNDD présente les dénivellations les plus importantes (783-840m), il en est de même de sa partie Nord. Sa partie centrale, cependant, présente une altitude faible (613-670m) à cause de ses grandes vallées très encaissées qui traversent le Parc de l'Est à l'Ouest (Abbosouka, 2021 ; Mekongo, 2022)

#### **I.2.4.2.3. Sols**

Les sols sont de type ferrallitique rouge, argileux, meubles et perméables contenant un peu d'humus. Le réseau de drainage est dendritique et dense ; le terrain est un plateau hérissé de quelques collines résiduelles (Etame *et al.*, 2018 in Zock *et al.*, 2024a & b). Cependant, Tchingsabe *et al.* (2017) signale des sols alluviaux riches qui se trouvent dans les vallées où coulent les grandes rivières du Lom et de la Sanaga.

#### **I.2.4.2.4. Hydrographie**

La localité draine un réseau hydrographique dense avec deux principaux cours d'eau (le Lom et le Pangar) qui font partie du bassin versant qui se jettent dans la Sanaga. Le reste est constitué d'une multitude de rivières, mais aussi de marigots qui tarissent en saison sèche. La présence de quelques sources d'eau aménageables dans certains villages témoigne également de l'exploitation de ces eaux de surface.

Le régime des cours d'eau du PNDD et de sa périphérie est de type équatorial. Les fleuves se jettent dans le bassin versant Atlantique. Dans la partie Sud du PNDD, l'importance des eaux est matérialisée par la présence de nombreuses zones humides et de cours d'eau qui se déversent dans la Sanaga. Ce dernier reste le principal collecteur des eaux du PNDD et de toute sa périphérie. La Sanaga, le Lom, le Pangar et le Djerem constituent les principaux éléments du Réseau hydrographique de cette zone. Toutefois, le réseau hydrographique dans la zone d'étude est relativement dense et fait partie du Bassin du Congo. C'est ainsi que plusieurs de ces rivières alimentent de nombreux marécages (Etame *et al.*, 2018). Aujourd'hui, après la mise en eau dans la retenue, certains bras morts de ces cours d'eau ont pris de l'ampleur, pour

être à l'origine des zones inondables rencontrées à cause des lâchers d'eau provoqués par la retenue. Les débits sont importants en saison des pluies, tandis que les périodes d'étiage sont enregistrées en saison sèche (Anonyme, 2011a).

#### **I.2.4.2.5. Climat**

Tchingsabe *et al.* (2017) rapporte que le climat de la localité est caractéristique d'un régime Équato-guinéen classique à quatre saisons, dont deux sèches et deux pluvieuses. Elles sont réparties comme suit :

- Une grande saison des pluies, allant de mi-septembre à novembre ;
- une grande saison sèche, de décembre à mi-mars ;
- une petite saison des pluies, de mi-mars à mai ;
- une petite saison sèche, de juin à mi-août.

Ainsi, la région reçoit 1500 à 2000 mm de précipitations par an. Il pleut en moyenne 107 jours par an, avec une moyenne de 118, 4 de pluies par mois. Néanmoins, La pluviométrie moyenne annuelle au cours de l'année 2019 fait état de 117 jours de pluies pour un total de 1816,1 mm de précipitations (Fig. 11). Une baisse substantielle est observée depuis 1970 (Abossouka, 2021 ; Mekongo, 2022).

Njoukouo et Guyzol (2018) rapportent que les températures varient de 20°C (juillet-août) à 30° C (janvier-février), avec une amplitude annuelle moyenne de 2°C. Le réchauffement de la planète observé ces dernières années induit des changements climatiques dans la zone avec pour corollaire la perturbation du calendrier agricole résultant du décalage des saisons suscitées. La température maximale observée au cours des dix dernières années s'élève à 37,5 °C (observée en mars 2009), avec une moyenne des températures maximales annuelles sur les dix dernières années de 30°C, contre un minimum de 10,8°C (observée en décembre 2013). Les vents sont modérés à cause du relief. Les couloirs de circulation du vent sont vastes, avec un pouvoir érosif minimisé. Cependant, en saison des pluies, les vents qui accompagnent les orages occasionnent des chablis (Anonyme, 2005).



Fig. 11. Données pluviométriques du Lom et Djerem en 2019. Source : Zock et Mbarga (2020)

### I.2.4.3. Milieu Biologique

#### I.2.4.3.1. Végétation et flore

Sur le plan phytogéographique et selon Letouzey (1985a), le PNDD et sa zone périphérique est situé dans le domaine Guinéo – Congolais. Ce domaine appartient à la forêt humide semi-caducifoliée à Sterculiaceae et Ulmaceae. Ils sont situés dans un écotone de transition forêt-savane où, schématiquement, la forêt occupe essentiellement la partie méridionale tandis que la savane s'étend à l'Est de la partie septentrionale. En fait, il ne s'agit pas d'une forêt homogène mais plutôt d'une forêt semi-décidue entrecoupée de forêt galeries. La partie savanicole n'est pas aussi homogène.

Anonyme (2005) rapporte que, proche de la limite forêt-savane, la zone étudiée présente des unités phytogéographiques relevant de deux sous-ensembles : le secteur guinéo-soudanien avec ses différents faciès de savane et le secteur forestier semi-caducifolié. Pour ce qui concerne les savanes péri-forestières, elles montrent toutes les gradations entre savanes boisées et savanes herbeuses et occupent les 1/3, soit 2000 km<sup>2</sup> de l'espace géographique communal. C'est ainsi que nous distinguons :

- Les savanes péri-forestières arbustives à *Terminalia glaucescens* Eng. et Diels. Ces savanes sont rarement densément boisées. À côté de *T. glaucescens* qui n'atteint que 8 à 10 mètres de hauteur, on trouve *Annona senegalensis* Pers., *Bridelia ferruginea* Benth., *Crossopteryx febrifuga* (Afzel) Benth., *Cussonia arborea* Hochst., *Ficus sp.*, *Hymenocardia acida* Tul. Le tapis herbacé est constitué en majeure partie d'*Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf., accompagnée d'autres espèces du même genre. Par embroussaillage et développement d'un dense recrû ligneux, ces savanes

peuvent se transformer en jeune forêt dense des zones marécageuses certainement marquées par la teneur en eau du sol et du réseau hydrographique ;

- les savanes intra et péri-forestières à *Imparata cylindrica* (L.) P.Beau., *pennisetum purpureum* Schumach., raphia et Marantacées. Elles représentent le plus souvent un stade évident de jachères après cultures.

Les principales espèces de bois exploitées dans cette zone sont les suivantes : Kossipo (*Entandrophragma candolei* Harms), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague), Sipo (*Entandrophragma utile* Dawe et Sprague (Sprague)), Moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre), Iroko (*Milicia excelsa* (Welw) C.C.Berg), Bilinga (*Nauclea diderrichii* Merr.), Ebène (*Dyospyros crassifolia* Hiern), Fromager (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), Djangsang (*Ricinodendron heudelottii* (Bail) Pierre), Tchingsabe *et al.* (2017) ; Njoukouo et Guizol, 2018). Depuis la mise en eau du barrage et à la faveur de sa richesse ichtyologique des eaux de sa retenue, *Mansonia altissima* (A. Chev.) A. Chev.) est aussi préférentiellement prélevée pour la fabrication des pagaies (Zock *et al.*, 2024a).

Pour ce qui est des produits forestiers non ligneux (PFNL), la présence d'un grand massif forestier à Deng-Deng et à sa périphérie est un atout pour la promotion de la cueillette. Les PFNL sont nombreux et divers (annexe 1). Cependant, leur exploitation demeure traditionnelle et artisanale. Le Djangsang (*Ricinodendron heudelottii*), l'Eru/Okok (*Gnetum africanum* Welw.), etc., sont les plus exploités par les populations riveraines, pour leur consommation et pour la vente au niveau du marché de Bélabo (Anonyme, 2012).

#### **I.2.4.3.2. Faune**

Anonyme (2012) rapporte que la localité contient une diversité d'espèces fauniques, à savoir : les mammifères, les oiseaux, les amphibiens, les reptiles, les papillons, etc. cette biodiversité faunique est menacée à cause des actions anthropiques au rang desquelles : la coupe illicite du bois et le braconnage pratiqué par les populations. Ainsi, diverses espèces rencontrées sont consignées en annexe 2.

Le secteur de Lom-Pangar abrite de grands mammifères dont une grande majorité est inscrite sur la liste des espèces menacées. Parmi celles-ci, nous relevons : l'éléphant, le gorille, le chimpanzé, le colobe, le Potto, l'oryctérope et le chevrotain aquatique. Les populations de grands primates (gorilles et chimpanzés) présents dans la forêt de DD sont en déclin, particulièrement les populations de gorilles qui sont présentes au sud du Lom et qui auraient diminué significativement entre 2005 et 2007 (Anonyme, 2011a).

La partie sud du PNDD est caractérisée par une importante présence de grands singes et avec plus de 24 espèces réparties entre 11 familles et 5 ordres. Pour ce qui est des grands primates (gorilles et chimpanzés), des récents dénombrements effectués dans le PNDD en 2010, 2012 et 2016 estimaient leurs populations à 530670 et 390 individus respectivement (Abbosouka, 2021).

Concernant la richesse ichthyologique, 60 espèces de poisson avaient été identifiées appartenant à 16 familles, lors des inventaires des premières espèces en 2004, pour l'élaboration de l'étude d'impact environnemental sur la pêche du projet hydroélectrique de Lom-Pangar (PHLP). Les Mormiridae et Cyprinidae avaient été signalées comme étant les familles les plus représentées comportant respectivement 12 et 15 espèces (Anonyme, 2012).

La faune domestique quant à elle est très pauvre et peu diversifiée. Elle est constituée de volaille (poulets et canards), porcs, surtout chèvres et moutons à la faveur de la forte communauté musulmane migrante et d'animaux de compagnie (chiens et chats).

#### I.2.4.3.3. Agro-biodiversité

L'agro-biodiversité fait référence à la biodiversité d'origine agricole. Dans la localité, on rencontre une diversité des cultures qui sont consommées par les populations dans zone étudiée (Tableau II). À travers notre étude, il apparaît que la farine de manioc reste l'aliment de base prisé et consommé par la population autochtone mais aussi migrante. Le riz, aliment conjoncturel, y est accessoirement consommé dans certains ménages allochtones.

Tableau II. Principales espèces cultivées dans la zone d'étude (Zock et Mbarga, 2020)

Nom commun	Nom scientifique	Partie utilisée
Macabo	<i>Xanthosoma spp.</i>	Tubercules
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	Tubercules (farine) ; feuilles
Banane-Plantain	<i>Musa spp.</i>	Fruits
Maïs	<i>Zea mays</i>	Fruits (farine)
Igname	<i>Dioscorea spp.</i>	Tubercules
Patate	<i>Ippomoea batatas</i>	Tubercules
Piment	<i>Capsicum spp.</i>	Fruit
Concombre	<i>Cucumeropsis mannii</i>	Graine
Arachides	<i>Arachis hypogea</i>	Graines
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Fruit
Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Fruit

#### **I.2.4.4. Cadre socioéconomique**

##### **I.2.4.4.1. Population, ethnies et habitat**

La population locale à la périphérie du PNDD est répartie dans deux arrondissements de la région de l'Est-Cameroun. Il s'agit des arrondissements de Bélabo et Bétaré-Oya qui comptent respectivement 16 et 3 villages dans la périphérie immédiate du parc (Abbousouka, 2021). La taille de la population de Deng-Deng était estimée à environ 9000 habitants (WCS, 2013) avec une densité moyenne d'environ 2,5 habitants au km<sup>2</sup>, réparties dans 1432 ménages, 19 villages et les sites des chantiers à la périphérie du parc.

La périphérie Sud avec 16 villages est la plus peuplée avec 71% de la population totale. Ces villages sont : Lom-Pangar, Ouami, Haman, Deoule, Deng-Deng, Kambo Kassi, Goyoum, Lom II, Mbaki I, Mbaki II, Satando, Mbaki village, Mbambo et Sakoudi. Il est signalé qu'après la mise en eau dans le barrage, la population dans certains villages serait passée du simple au triple, tandis que les hameaux plus proches de la retenue comme Ouami, Haman, Deoule, Lom-Pangar et Deng-Deng ont vu leur population quadruplée à la faveur de la forte richesse ichtyologique (Zock et Mbarga, 2020).

##### **I.2.4.4.2. Activités économiques**

Les principales activités économiques pratiquées par les populations villageoises sont les activités agropastorales, la chasse, la pêche artisanale, l'élevage, la collecte des produits secondaires, l'artisanat, l'exploitation minière et les activités liées à l'exploitation forestière des produits forestiers ligneux ou/et non ligneux. Certaines de ces activités sont pratiquées aussi bien en périphérie qu'à l'intérieur du PNDD (Anonyme, 2012 ; Abbosouka, 2021 ; Mekongo, 2022).

###### **I.2.4.4.2.1. L'agriculture**

L'agriculture dans la périphérie du PNDD joue un rôle de premier plan dans le tissu économique des populations villageoises de la localité. Elle génère des revenus, garantie l'autosuffisance alimentaire représente une source d'emplois pour les populations actives estimés à près de 65% (Anonyme, 2012). Les productions agricoles dans cette zone s'appréhendent principalement en deux grands ensembles à savoir : les cultures de rente ou d'exportation et les cultures vivrières. L'agriculture est généralement pratiquée sur deux saisons : de mars à mi-septembre et d'octobre à février. Ainsi, le macabo (*Xanthosoma sagittifolium*), le manioc (*Manihot esculenta* Crantz.), le maïs (*Zéa mays*) et la banane-plantain (*Musa spp.*), la patate (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) sont les principales cultures vivrières et à tubercules et céréalières qui sont complétées par le concombre (*Cucumis spp.*), le piment

(*Capsicum spp*) et les arachides (*Arachis hypogea* L.). La banane (*Musa spp.*), dans la périphérie Sud du PNDD et le maïs dans la périphérie Nord, occupent des positions privilégiées à cause de leur importance dans l'économie locale (Abbosouka, 2021).

S'agissant des cultures de rente, il est constaté que la production des principales cultures cacao (*Theobroma cacao* L.) et le café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) ont considérablement régressé ces dernières années. Les cultures vivrières sont réparties en quatre grands groupes : les céréales, les arbres fruitiers et agrumes, les plantes à tubercules et racines comestibles. L'importance des cultures vivrières s'est accrue au détriment des cultures de rente traduisant ainsi la capacité d'adaptation des exploitations paysannes à leur environnement socioéconomique, face à la chute régulière des cours mondiaux des produits de rente. Il importe de noter que la production des cultures vivrières a connu une amélioration sensible de productivité et de production grâce à l'encadrement rapproché et de certains programmes spécifiques dans la zone d'étude. C'est notamment le cas avec le maïs (*Zea mays* L.) grâce au programme maïs.

#### **I.2.4.4.2.2. La pêche**

La pêche qui était une activité périodique pratiquée par les hommes et les femmes (Anonyme, 2012) dans les cours d'eau du Lom, Pangar, Sanaga le Djerem et dans d'autres cours d'eau a pris de l'ampleur depuis la mise en eau de la retenue du barrage. Les activités halieutiques artisanales (AHAs) induites par la richesse ichtyologique des eaux de la retenue ont favorisé une migration des populations nationales, mais aussi des étrangers.

Zock *et al.* (2024a) ont rapporté que la construction du barrage a favorisé l'arrivée de plus 25000 personnes environ dans la seule localité d'Ouami, selon le Chef de ce village. Dans cette localité on signale l'arrivée de personnes de diverses nationalités. Les enquêtes-cadres et d'autres enquêtes signalent la présence de Maliens, Tchadiens, Sénégalais, Ghanéens et surtout de Nigériens. Elles avaient relevé la réticence des acteurs étrangers intervenant dans le secteur de la pêche qui suspectaient leur étude d'avoir un rapport avec la régularité de leur séjour au Cameroun, ce qui s'était justifié par leur absence dans les enquêtes.

En revanche, les pêcheurs camerounais sont fortement présents. Il est noté la présence de plusieurs groupes socioculturels rencontrés provenant de plusieurs régions du Cameroun également. La région de l'Extrême-Nord connaît une forte présence en individus (87 %) intervenant dans tous les secteurs, (Mousgoum et Kotoko représentaient essentiellement 64 %). Ces derniers exercent une forte emprise sur l'exploitation des ressources traduisant leur présence dans tous les secteurs d'activités identifiés (pêche, charpentiers/fabricants de pirogues, exploitation du bois énergie, fumage du poisson, exploitation du bois de service, agriculture et

commerce). La pêche, loin de constituer une activité industrielle, mobilise d'énormes moyens matériels et humains pour contribuer à l'épanouissement des populations, mais aussi à renforcer le tissu économique dans ce milieu (Zock et Mbarga, 2020).

Ces activités de pêche se déroulent principalement dans les eaux de la retenue du BHLP, mais aussi dans les cours d'eau qui traversent le PNDD. Elles sont essentiellement effectuées à l'aide de pirogues en bois monoxyle et à moteur fabriquées sur place grâce à la ressource forestière disponible et dont la diminution est assez perceptible. Selon Anonyme (2018), les acteurs qui interviennent dans les AHAs utilisent les filets peu-recommandés, parce que non biodégradables et disposant des mailles extrêmement serrées « un doigt », ce qui constitue une menace pour la pérennité de l'activité.

Les principaux produits de pêche formellement identifiés sont : les silures (*Siluris glanis* Linnaeus) les carpes (*Cyprinus carpio* Linnaeus), les crabes (*carcinus maenas* (Le)), les « queues-rouges » (*Brycinus macrolepidotus* Valenciennes), les poissons militaires (*Synodontis rebeli* Holly), les huitres, les tilapias (*Tilapias spp*) et d'autres espèces qui sont capturées et commercialisées sans être identifiées.

Même si le volume des quantités importantes qui sortent des eaux PHLP reste inconnu, ces AHAs contribuent substantiellement à satisfaire les populations de ces milieux en renforçant le pouvoir d'achat et le tissu économique, en plus le poisson constitue pour les populations locales une grande source de protéines. Il faut rappeler que le plan de gestion environnemental et social (PGES) du barrage hydroélectrique de Lom-Pangar a prévu la construction de deux débarcadères, dont un à 1,5 km du centre Ouami (en cours de construction) dans la zone Est et à Touraké, dans la zone Nord du PNDD. Toutefois, l'absence de ces deux débarcadères rend, pour l'instant, difficile le contrôle et la gestion des produits de pêche.

#### **I.2.4.4.2.3. L'élevage**

Deux types d'élevage sont pratiqués dans la PNDD l'élevage traditionnel sédentaire de subsistance et la transhumance. Le premier est de type traditionnel et en divagation et la taille du cheptel n'est pas très importante. Il concerne essentiellement des petits ruminants (caprins, ovins), les porcins, les poulets et les canards. Il est pratiqué de manière traditionnelle dans tous les villages de la périphérie du PNDD. Ces animaux sont laissés en divagation avec pour corollaire la destruction des cultures dans les jardins de case mettant en mal l'hygiène et la salubrité dans les villages. Le second, quant à lui, est pratiqué par les éleveurs transhumants et Mbororo mais aussi plus récemment par les ressortissants centrafricains, forcés de fuir leur pays à la suite du conflit armé qui secoue leur pays dans la partie Nord-Est du PNDD, où la végétation est particulièrement présente. L'activité constitue une source de protéines toujours disponibles

et aussi une garantie de revenus pour les populations. Malgré une absence de statistiques fiables, il est admis que ce cheptel a connu une nette croissance ces dernières années (Abbosouka, 2021, Mekongo, 2022).

#### **I.2.4.4.2.4. La chasse**

La chasse, qui est une activité prohibée dans toute la périphérie du PNDD, demeure cependant pratiquée illégalement et régulièrement par les populations à l'intérieur du parc et dans toute sa zone périphérie. Cette activité illicite est entretenue par plusieurs maillons de la chaîne de répression qui trouve en la viande de brousse une meilleure source de protéines animales. En plus, cette disponibilité de la viande de brousse continue de satisfaire les restaurateurs et d'autres milieux, révèle l'implication passive des défenseurs. Elle est pratiquée toute l'année et fait partie de l'alimentation protéique dont le surplus est vendu illégalement sur le marché. Les techniques cynégétiques pratiquées autour des plantations et dans les marécages régulièrement fréquentés par les animaux et même dans les forêts sont : la chasse au fusil, le piégeage, la chasse à courre. Quoique la chasse soit légèrement en baisse, à cause des barrières des agents forestiers qui fouillent régulièrement les véhicules, elle continue d'être pratiquée, rendant davantage vulnérables les animaux qui appartiennent à la liste rouge de l'UICN, comme les pangolins qui sont bon marché.

#### **I.2.4.4.2.5. Exploitation des produits forestiers non-ligneux**

Cette récolte d'origine animale ou végétale est faite au quotidien par les populations de l'ensemble des villages de la périphérie du PNDD. Ces produits jouent un rôle déterminant dans la subsistance, l'économie et la pharmacopée traditionnelle de ces populations. La cueillette des PNFLs se fait à l'intérieur et à la périphérie du PNDD pendant la saison sèche. Les produits forestiers non-ligneux récoltés par les populations sont des plantes ou parties de plantes (les écorces, les feuilles, les fruits, les amandes, les tiges, les racines, les tubercules, les bulbes, les résines, les sèves et le fourrage) et les champignons. (Mekongo, 2022)

Ceux d'origine animale regroupent les parties d'animaux. Ce sont principalement les peaux, les plumes, des cornes, des griffes, des dents, des os, des excréments, du sang, de la soie, du miel et les termites (Anonyme, 2012). Les espèces les plus exploitées sont celles qui rentrent directement dans l'alimentation. Parmi ceux-ci, se trouvent : le « Kimba » (*Xylopiya aethiopica* (Dunal) A.Rich.), les graines de Moabi (*Baillonella toxisperma*), la mangue sauvage (*Irvingia gabonensis*), les Atangas sauvages (*Dacryodes sp.*) et le Djangsang (*Ricinodendron heudelotii*), le poivre noir (*Piper nigrum* L.) et le « Bitter kola » (*Garcinia kola*).

Abbosouka (2021) rapporte que d'autres produits forestiers sont aussi destinés à des fins alimentaires : le corossol sauvage (*Rollinia pulchrinervia* A.DC.), les écorces, les chenilles, les

vers blancs de raphia (hannetons), les feuilles de *Maranthaceae*, les champignons (*Termitomyces spp.*), le vin de raphia, le miel, le Voacanga (*Voacanga africana*). Le raphia, le rotin et le bambou sont utilisés pour l'artisanat.

#### I.2.4.4.2.6. L'artisanat

L'artisanat est peu développé à la périphérie du PNDD et n'est presque pas considéré comme une activité à but lucratif (Anonyme, 2012 ; Abbosouka, 2021). Il consiste essentiellement au tissage des nattes pour couvrir les toits des maisons et la fabrication des outils ménagers tels que les papiers, les séchoirs en liane tissées, les hottes (panier à dos). Cependant, cette activité connaît une nette évolution depuis la mise en eau du barrage. À la faveur de la richesse ichthyologique des eaux de la retenue, la fabrication des outils de pêche s'est intensifiée : pirogues monoxyles, nasses et pagaies grâce à certaines essences (Tableau III).

Tableau III. Principales espèces utilisées pour la fabrication des pirogues et pagaies à la périphérie du barrage de Lom-Pangar. Source : Zock *et al.* (2024a)

Catégorie	Espèces utilisées
Pirogues à moteur	<i>Fagara welwitschii</i>
	<i>Milicia excelsa</i>
Pirogues à pagaie	<i>Fagara welwitschii</i>
	<i>Milicia excelsa</i>
	<i>Musanga cecropioides</i>
	<i>Sterculia rhinopetala</i>
	<i>Terminalia superba</i>
	<i>Entandrophragma cylindricum</i>
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>
Pagaies	<i>Mansonia altissima</i>

#### I.2.4.4.2.7. Exploitation minière

Les ressources naturelles quant à elles sont en rapport avec le sol et les carrières. Il est noté des carrières de sable, pierres et latérites localisées à Lom II, Ouami, Haman et Satando. Toutes ces carrières sont exploitées de manière artisanale et gérées par les populations des différents villages où elles se trouvent. Ces différentes activités génératrices de revenus contribuent à occuper les jeunes et à autonomiser substantiellement les populations de la localité.

#### **I.2.4.4.2.8. Commerce**

Anonyme (2012) a rapporté que l'activité commerciale est assez développée dans toute la périphérie, du fait de la disponibilité des principaux produits agricoles, de pêche, d'élevage et de chasse tirés des ressources en eau, de la forêt et bien plus naturelles. Ce commerce est pratiqué à petite échelle. Toutefois, il contribue significativement à renforcer le tissu économique local. L'activité commerciale s'effectue de mercredi à dimanche sur les marchés périodiques dans les principaux marchés. En absence de marchés dans plusieurs villages, les marchandises sont vendues sur les étalages en bordure de route ou directement dans les champs. Bien qu'ayant des taux de fréquentation élevé, ces marchés ne disposent néanmoins pas d'équipements marchands adéquats. Le flux des échanges est animé par les braiseuses de poisson, les vendeurs nomades, call-box et les revendeurs (Bayam-sélam) qui sillonnent quotidiennement ces villages en procédant à la collecte des produits qui sont destinés aux autres marchés et satisfaire une demande à l'échelle nationale et parfois sous régionale, régionale et même internationale. C'est le cas des ressources forestières ligneuses, dont certaines espèces sont acheminées sous forme de grumes ou de planches, le plus souvent par train à destination des autres pays (Abbosouka, 2021 ; Mekongo, 2022).

Des débarcadères spontanés se sont créés autour de la retenue. Il a été dénombré sept dont le plus important est celui d'Ouami. Ces débarcadères tiennent également de marché. À ce niveau deux catégories de commerçant se distinguent. La première catégorie sillonne les différents campements grâce à des pirogues monoxyles à moteur pour acheter directement du poisson frais et fumé aux pêcheurs. La deuxième catégorie en revanche se charge d'acheter chez la première dès leur débarquement. Les coûts pratiqués par colis de poisson sont très variables en fonction de la saison d'abondance. Ces produits de pêche sont vendus frais et secs dans des colis à destination des grands marchés. C'est donc dans ces colis ou cartons chargés que sont très souvent dissimulés les produits de chasse à destination des autres marchés (Zock et Mbarga, 2020 ; Mekongo, 2022).

#### **I.2.4.4.2.9. L'exploitation du bois**

L'exploitation du bois s'effectue à travers différents titres attribués par le ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF). Il s'agit des UFA, des ventes de coupe (VC), des forêts communautaires et des forêts communales. Dans l'Unité Technique Opérationnelle (UTO) de Deng-Deng, où se trouve le massif de Képéré Deng-Deng, on peut recenser deux UFA, huit VC, une réserve forestière et dix-neuf forêts communautaires. Ces titres, à l'exception de l'UFA 10-065, sont exploités pour la plupart d'entre eux sans un réel suivi des cahiers de charges y afférents. L'exploitation illégale (Njoukouo et Guyzo, 2018) est très fréquente dans la zone,

provoquant des effets négatifs sur les ressources naturelles locales. La recherche d'espèces préférentiellement utilisées dans les AHAs (Zock *et al.*, 2024a) contribue à amplifier l'exploitation illégale des populations de certaines espèces. La démographie galopante favorisée par la richesse ichthyologique des eaux de la retenue pourrait influencer significativement l'état de certains peuplements. Ainsi, la coupe incontrôlée d'arbres pourrait accentuer les perturbations dans l'ensemble des habitats des populations fauniques avec des incidences non réversibles sur les ressources animales et contribuer à la disparition des petites populations.

## **I.2.5. Définition des terminologies et concepts**

### **I.2.5.1. Régénération naturelle**

La connaissance des processus de régénération naturelle est un des préalables à la sylviculture des espèces (Bationo *et al.*, 2004) dans le Bassin du Congo. La mise au point d'une sylviculture de la forêt tropicale humide nécessite, dans tous les cas, la prise en compte des processus de régénération naturelle (Bariteau, 1992). La régénération naturelle est une succession d'étapes ayant chacune leurs contraintes et leurs exigences (Alexandre, 1983). Sa définition repose sur deux approches complémentaires. Au sens statique, elle est l'ensemble des semis et petites tiges existant dans un peuplement, d'autre part, au sens dynamique, comme l'ensemble des processus par lesquels la forêt dense se reproduit naturellement (Rollet, 1969). Elle est considérée aussi comme étant l'ensemble des individus juvéniles du sous-bois d'espèces arborescentes (Rollet, 1981). Elle est par convention, l'ensemble des ligneux (semis naturels, rejets de souche et drageons) ayant une circonférence à 1,30 m comprise entre 1 et 10 cm (Sokpon *et al.*, 2006). Selon Seka *et al.* (2018), la régénération naturelle est une opération qui doit permettre la reconstitution forestière sur le long terme en vue d'assurer la pérennisation des populations d'une espèce et plus, des espèces exploitées. Si le concept est plus que d'actualité en vue de connaître les modalités pouvant assurer le maintien *in situ* d'une espèce et dans un contexte de développement durable, il convient de rappeler que plusieurs auteurs ont mené des études sur la régénération des espèces dans les forêts tropicales (Alexandre *ibid* ; Bariteau *ibid* ; Rollet *ibid* ; Seka *ibid*). À travers le concept de régénération naturelle s'expriment les notions de croissance et de structure de la population (Whitmore, 1989 ; Gillet, 2013 ; Zock *et al.*, 2024b).

Ainsi, seront étudiés les trois premiers stades qui sont considérés comme essentiels pour expliquer la répartition spatiale des espèces-clés ; (i) la graine, sa production et sa survie, sa dissémination, (ii) la germination, influence des conditions mésologiques, prédation et mortalité des jeunes plantules observées aux dépens des réserves de la graine *in situ*, (iii) enfin les petits

plants des espèces-clés, leur démographie, leur physiologie et la répartition spatiale des semenciers.

Cependant l'étude de la régénération naturelle va s'appuyer d'une part sur la régénération observée *in situ* au travers de différents modes de régénération sexuée (semis) et asexuée (drageons et rejets de souche) des populations de chaque espèce-clé, afin de déterminer le mode de reproduction dominant. D'autre part, sur la régénération assistée sexuée (semis des graines) et asexuée (par bouturage). Sera considéré comme drageon une tige naissant sur une racine superficielle au niveau du péricycle sur des structures jeunes. Il peut provenir également du parenchyme périphérique cortical d'une racine ancienne. Il s'agit d'une structure anatomique de tiges néoformées à partir de tissus adventifs racinaires. Le drageonnage est le processus de propagation végétatif par lequel les plantes colonisent l'espace, se pérennisent en émettant des pouces sur leur racines traçantes proches de la surface du sol et assurent leur affranchissement par un enracinement autonome. Un rejet de souche est une pousse aérienne qui naît sur la partie aérienne du tronc qui subsiste après exploitation. Il se développe au-dessus du système racinaire préexistant (Dourma *et al.*, 2012).

#### **I.2.5.2. Vulnérabilité**

Les informations sur les sollicitations des espèces et la nature des organes prélevés renseignent sur la vulnérabilité d'une espèce (Traoré *et al.*, 2011 *in* Hessou *et al.*, 2019). Elle correspond aussi au degré d'exposition, aux risques de réduction ou de disparition de cette espèce occasionnée par des modes de prélèvements inappropriés dans un environnement soumis à une pression anthropique croissante et à des variations climatiques (Agbo *et al.*, 2017). Selon Yaovi *et al.* (2021), la vulnérabilité est la pression exercée sur les ressources du fait de leur importance socioéconomique. À ces facteurs, peuvent s'ajouter aussi les facteurs climatiques qui peuvent affecter la régénération et dont la disponibilité d'un peuplement forestier ou d'une espèce. Ainsi, le GIEC (2007) rapporte que la vulnérabilité est « le degré auquel les systèmes géophysiques, biologiques et socioéconomiques sont susceptibles ou révèlent l'incapacité de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment la variabilité du climat et aux conditions climatiques extrêmes ». Dans de nombreuses études, la question de la vulnérabilité des forêts tropicales face aux changements climatiques est moins souvent abordée. Or, il n'est pas à négliger qu'une espèce puisse résister au stress climatique (épisode de sécheresse, réduction de la saison de végétation) et se reproduire (floraison et fructification synchronisée à la présence d'animaux/insectes pollinisateurs des fleurs ou disperseurs). Voilà autant d'éléments qui peuvent être modifiés par les changements climatiques. En plus, à travers le globe des phénomènes de mortalité en masse des arbres sont actuellement observés à divers endroits. Cette mortalité peut être associée soit à des épisodes de sécheresse conduisant à des

phénomènes de cavitation (embolie gazeuse empêchant la sève de circuler dans l'arbre) ou à des attaques des insectes dont les populations explosent sous l'effet de l'augmentation des températures. Selon le Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (2009), les pauvres sont particulièrement vulnérables aux conséquences de la perte de la biodiversité car ils sont souvent directement dépendants de la diversité biologique pour leur survie quotidienne et n'ont pas de moyens de se procurer des produits de substitution. La grande étendue des forêts tropicales humides (FTH) d'Afrique centrale et occidentale séquestre une partie du carbone du continent et la vulnérabilité des peuples et des économies fait de la sous-région une zone sensible aux impacts du changement climatique.

## **I.2.6. Principaux facteurs de vulnérabilité des espèces-clés**

- **Fragmentation de l'habitat**

Le massif forestier à la PBLP, est constitué d'un ensemble de biotopes, déterminées par des conditions édaphiques, microclimatiques et par l'histoire locale des perturbations. Ces forêts présentent une mosaïque de milieux constitués des reliques de forêts primaires, des forêts secondaires, des marécages à *raphiales* sur des sols hydromorphes, des jachères à différents âges de reconstitution et des champs de cultures mixtes. Ces différents types de formations forestières se partagent un certain nombre d'espèces, qui présentent un assemblage différent (Kabelong *et al.*, 2018 ; Abbosouka, 2021 ; Mekongo ; 2022).

Le gradient d'espèces à proximité du village, se justifie par la transformation des terres en milieu de cultures. La présence des espèces ligneuses rencontrées à proximité du village où dans les milieux de culture pouvant se justifier par l'importance de certaines d'elles dans l'alimentation (*Ricinodendron heudelotii*, *Dacryodes edulisi* G.Don, *Mangifera indica* L.), dans la pharmacopée traditionnelle (*Enantia chloranta*, *Canarium schweinfurthii*) (Zock et Mbarga, 2020).

- **Pression anthropique**

Les activités agricoles et la coupe hyper sélective du bois sont identifiées (Zock *et al.*, 2024a) comme étant la principale cause de conversion des terres et de régression de prélèvement des populations d'espèces d'Ayous, du Bété et du Sapelli à la PBLP (Fig.12).

Toutes les forêts périphériques subissent un prélèvement frauduleux de la part des acteurs qui interviennent dans les AHAs. Ce prélèvement des peuplements d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* accentuant davantage la vulnérabilité à la PBLP aussi bien dans le PNDD que pour les FNP qui se sont transformées en jachère.

La dégradation forestière est la conséquence d'activités anthropiques perturbant la structure et la composition des forêts ayant entraîné une perte de la biomasse et des services écosystémiques fournis (Vásquez-Grandón *et al.*, 2018 ; UICN 2021). En plus, la surexploitation du bois à des fins énergétiques représente une menace importante, car plus de 80 % des populations africaines en dépendent. La croissance démographique accroît la pression sur les forêts (Hosonuma *et al.*, 2012 ; Sassens *et al.*, 2015 ; Gillet *et al.*, 2016). La forte utilisation de la ressource loin de constituer une menace pour l'habitat affecte les populations de ces espèces dont certaines n'ont pas une répartition géographique importante.



Fig. 12. Opération de fabrication des pirogues au débarcadère de Ouami : (a) pirogues fabriquées à base d'*Entandrophragma cylindricum* et *T. scleroxylon*; (b) fabrication d'une pirogue monoxyde à l'aide du bois de *T. scleroxylon*. (Source : Photos Zock (2023))

- **Climat**

Des études récentes ont montré que le continent africain est le plus susceptible d'être affecté par le changement climatique avec à la fois des changements dans la fréquence des précipitations pendant les saisons humides et la sévérité des saisons sèches (Mendelsohn, 2009). Ces irrégularités dans le régime des pluies se manifestent par la variabilité du début, de la fin et de la durée des saisons des pluies et sont associées à une plus grande occurrence des déficits hydriques (Noufe *et al.*, 2016). Le statut de vulnérabilité des ressources forestières est souvent accentué par l'étroite dépendance des populations locales qui utilisent les ressources forestières comme source d'énergie, le fourrage etc. ce qui a conduit à leur transmettre concomitamment un statut d'agent principal de la déforestation et de la dégradation des massifs forestiers (FAO, 2016).

Cependant, par manque de précision des prévisions climatiques, il est difficile de prévoir avec certitude les conditions futures du climat dans la sous-région en général et au Cameroun en particulier. Mais, il est donc nécessaire d'examiner les effets probables des changements

climatiques sur les forêts de la périphérie du barrage de Lom-Pangar et les populations qui dépendent des espèces-clés et de leurs services afin de mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées.

Les données climatiques montrent que le continent africain est plus chaud qu'il ne l'était il y a 100 ans, avec un réchauffement d'environ 0,7 ° C dans la majeure partie du continent au cours du 20<sup>e</sup> siècle, une diminution des précipitations sur une grande partie du Sahel et une augmentation de la pluviométrie dans le centre-est de l'Afrique. Au cours de ce siècle, on s'attend à ce que cette tendance de réchauffement et ces changements de régime de précipitation continuent avec une hausse du niveau de la mer et une fréquence accrue des événements climatiques extrêmes (Muoghalu, 2012).

En Afrique centrale et occidentale, les changements de température et de régime pluviométrique vont modifier les conditions environnementales auxquelles les arbres des FTH sont adaptés et les exposeront à de nouveaux ravageurs et maladies (Muoghalu, 2012). La riche biodiversité, dont une partie est concentrée dans plusieurs centres d'endémisme du Bassin du Congo et des FTH de manière globale, pourrait être menacée d'extinction à cause des changements climatiques.

En raison des perturbations pouvant accentuer la vulnérabilité des FDH en occurrence celle des espèces de la périphérie du barrage de Lom-Pangar, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) dans son article 1 définit le changement climatique comme « un changement du climat qui est attribué directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui vient s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables » (United Nations, 1992). Les changements climatiques impacteront la biodiversité des FTH à travers les effets de la composition, la capacité de reprise des forêts, la structure et la régénération.

D'autres facteurs tels que la prédation par les espèces granivores et phytophages, la fragmentation du milieu de façon naturelle (chablis) et anthropique (sciages, agriculture, activités halieutiques etc.) accentuent davantage la vulnérabilité des populations d'espèces forestières et particulièrement celles d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*, fortement utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du barrage de Lom-Pangar.

- **Prédation**

Beckman et Rogers (2013) définissent la dispersion des graines comme étant le mouvement de la graine depuis son arbre parent. Ce phénomène est réputé bénéfique pour les végétaux, car la probabilité de survie des graines dispersées est fonction de sa distance au pied

mère ou semencier. En effet, plus la graine est dispersée loin, plus sa probabilité de survie est grande (Nyiramana *et al.*, 2011). Ainsi, les de dispersion des graines implique de complexes et de nombreuses interactions plante – animal qui sont difficiles à évaluer de manière collective. Dans certains écosystèmes subtropicaux, tempérés et tropicaux, beaucoup d'espèces dépendent de quelques espèces de mammifères et d'oiseaux qui assurent leurs dispersions. En outre, certains agissent tant comme disperseurs que prédateurs (Steele *et al.*, 2011). Tout ceci est de nature à accentuer la vulnérabilité dont les graines sont appréciées par les populations. Spécifiquement, l'établissement des semis dépendra fortement des décisions déterminantes, ce qui est mangé, ce qui est stocké et combien de temps cela sera stocké (Steele *ibid*).

Ainsi, la prédation peut être définie comme la destruction d'une graine par sa consommation empêchant toute possibilité de former un nouvel individu. Elle affecte le succès reproducteur en réduisant le stock de graines disponibles (Chapman *et al.*, 2010 ; Moupela *et al.*, 2013). La prédation est par conséquent le fait de diverses espèces de rongeurs (espèces granivores), phytophages et/ou herbivore (Fig.13). Cette prédation des graines post-dispersion affecte considérablement la dynamique de recrutement des semis (Feer et Forget, 2002).

En effet, la plupart d'espèces chassées sont frugivores ou herbivores (Abernethy *et al.*, 2013). Elles jouent en conséquence un rôle fondamental dans la dynamique forestière en dispersant les graines ou en consommant les plantules des arbres (Haurez, 2015 ; Rosin et Poulsen, 2016 ; Hounbégnon *et al.*, 2023). D'après Ong *et al.* (2022) même les espèces les plus petites peuvent exercer une influence sur la dynamique des végétaux, telles que les rongeurs, les oiseaux et les petits primates qui sont capables de transporter de graines de taille plus réduite. Toutefois, les espèces frugivores peuvent aussi détruire la graine par mastication ou par le passage dans leur tube digestif (Stoner *et al.*, 2007).

Par ailleurs, si la prédation est sous la dépendance du fruit (Gautier-Hion *et al.*, 1985 ; Evrard *et al.*, 2017), il est aussi communément admis que les espèces comme les rongeurs jouent un rôle important dans la prédation de certaines graines (Gautier-Hion *ibid* ; Stoner *et al.*, 2007 ; Rosin et Poulsen, 2016 ; Evrard *ibid*). Certaines espèces peuvent jouer le rôle à la fois de disperseur et de prédateur (Evrard *ibid*). Malgré le potentiel destructeur de leur système digestif, certaines espèces de céphalophe (*Cephalophus spp.*) sont considérées comme étant de très bons rongeurs de graines de petite taille (Hounbégnon *et al.*, 2023).

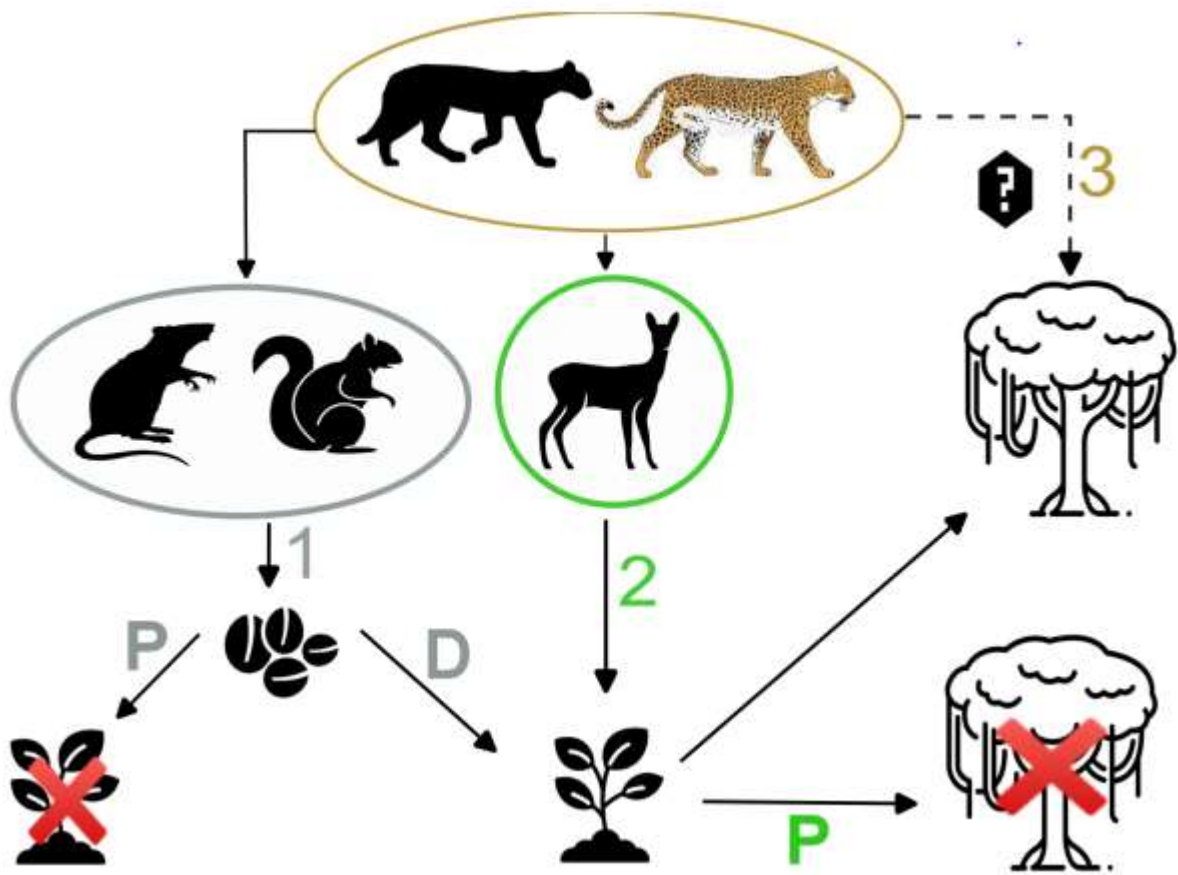


Fig. 13. Schéma conceptuel des interactions trophiques : (D) dispersion des graines ; (P) prédation animale. (Source : Blervacq *et al.* (2023))

## **CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## II.1. Matériel

### II.1.1. Site d'étude

#### II.1.1.1. Choix de la zone d'étude

Les superficies occupées par l'emprise du barrage concernent deux arrondissements : l'arrondissement de Bélabo et l'arrondissement de Bétare-Oya. Le choix de la zone d'étude s'est porté sur la zone 1 parmi les zones exploitables de la périphérie du barrage en raison de son accès facile et de son fort bio-potential exploitable (Fig. 14). Cette zone abrite le site d'étude dans sa partie méridionale et correspond aux forêts situées près du village Deng-Deng (DD), soumises à divers types d'exploitation. Ce sont des forêts anciennes et floristiquement très riches. Ces forêts se situent en bordure du Lom sur la limite avec le Parc National de Deng-Deng (PNDD) (Anonyme, 2005).

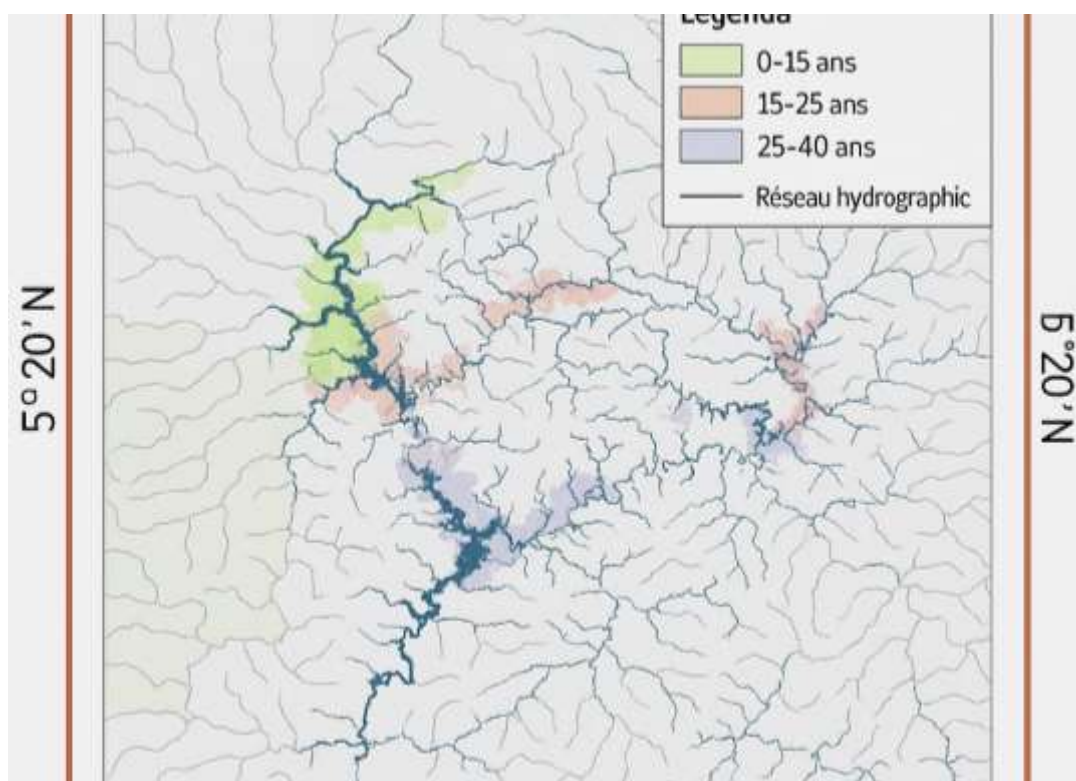


Fig. 14. Zones exploitables à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (carte adaptée d'après Zock, 2025)

#### II.1.1.2. Localisation de la zone d'étude et justification

L'étude a été menée dans la zone 1 située au Sud du barrage de Lom-Pangar (BLP). Les transects ont été disposés au sein du massif forestier qui couvre les villages d'Ouami, Haman, Déoulé, Lom-pangar village, jusqu'à la lisière du village Deng-Deng. Ces villages appartiennent au Canton Képéré. Certains de ces villages sont très proches du Parc National

Deng-Deng (PNDD), Aire protégée de catégorie II selon la classification de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Sur le plan géographique, elle est encadrée par les parallèles 05°14' et 05°15'N et les méridiens 13°33' et 13°35'E (Fig.15). Sur le plan administratif, la zone d'étude est située dans la Région de l'Est-Cameroun, département du Lom et Djerem, arrondissement de Bélabo. Selon Letouzey (1985a), la localité est située dans le domaine Guinéo - Congolais.

La formation végétale dominante est une forêt humide semi- caducifoliée à Sterculiaceae et Ulmaceae. Cependant, le passage des Sterculiaceae en Malvaceae et le changement de noms de certaines espèces va modifier la famille dominante de cette zone. Elle couvre la majorité des biotopes forestiers et résulte de la colonisation progressive des savanes par les forêts dans cette partie du Cameroun.

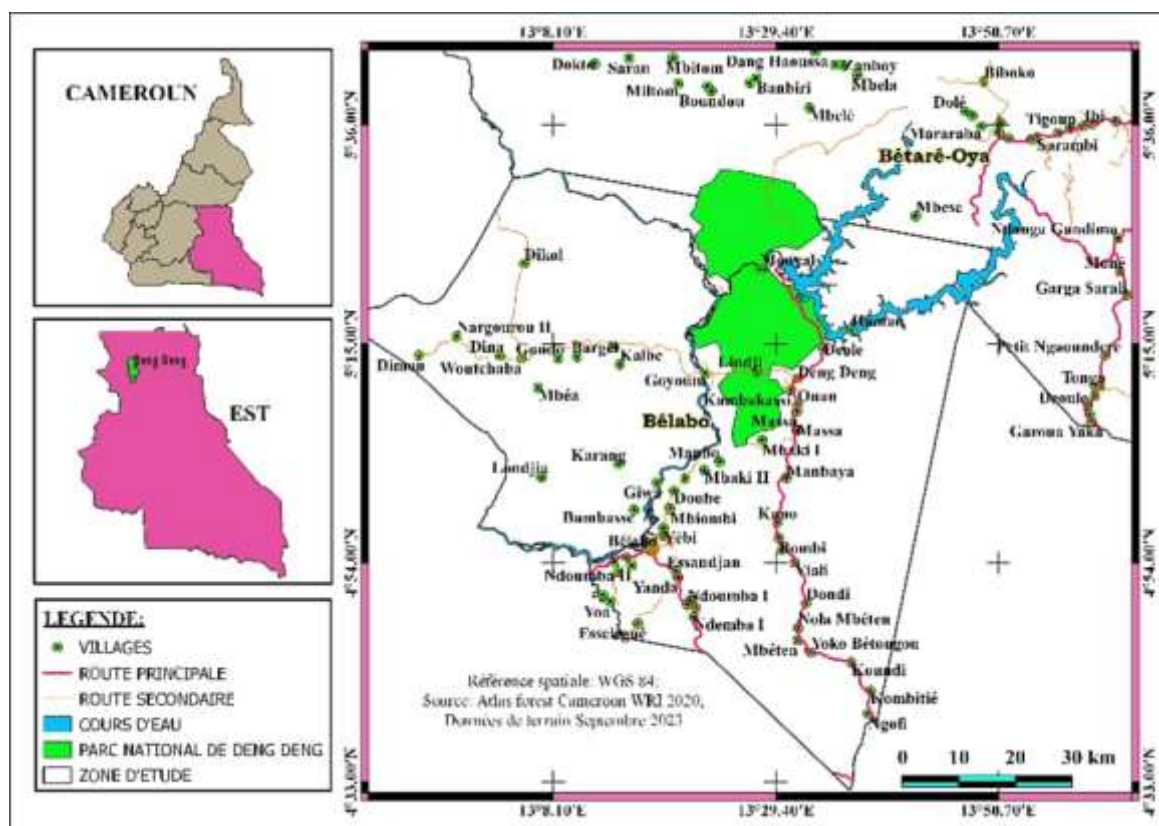


Fig. 15. Carte de localisation de la zone d'étude (Source : Zock)

Le climat est caractéristique d'un régime Équato-guinéen très classique à quatre saisons, dont deux sèches et deux saisons des pluies (Kabelong *et al.*, 2018). Les températures varient de 20°C (juillet-août) à 30°C (janvier-février). La PBLP reçoit entre 1500 et 2000 mm de précipitations par an. La pluviométrie moyenne annuelle au cours de l'année 2017 fait état de 135 jours des pluies pour un total de 1816,1 mm de précipitations. Les sols du site d'étude sont

essentiellement de type ferrallitique rouge, argileux, meubles et perméables contenant un peu d'humus, qui se sont formés dans les tropiques humides à la suite d'une altération chimique.

Le réseau de drainage est dendritique et dense ; le terrain est un plateau hérissé de quelques collines résiduelles (Etame *et al.*, 2018). Cependant, il est observé des sols alluviaux riches qui se trouvent dans les vallées où coulent les grandes rivières du Lom et de la Sanaga (Tchingsabe *et al.*, 2017). Les observations sur le terrain ont permis de remarquer un relief varié et accidenté, avec une altitude comprise entre 600 et 800 m et un relief équatorial de type guinéen, dont l'altitude moyenne était de 784 m.

### **II.1.1.3. Contexte socioéconomique**

La PBLP est constituée de six zones. L'étude a été menée dans la zone 1 située au sud du barrage de Lom-Pangar, laquelle est constituée de 5 villages majoritairement proches du PNDD. À la faveur de la première mise en eau en 2016, ces villages ont connu une forte croissance démographique. Les activités halieutiques artisanales (AHAs) induites par la richesse ichtyologique des eaux de la retenue constituent la cause majeure de la dégradation de son massif forestier périphérique (Zock *et al.*, 2024a). Ces activités socioéconomiques ont des impacts qui influencent négativement la flore et la faune en générale, et plus spécifiquement les populations d'*Entandrophagma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* fortement utilisées dans les AHAs pour la fabrication des pagaies et des pirogues monoxyles, mais aussi pour le fumage du poisson.

#### **II.1.2.1. Matériel biologique**

Dans le cadre de cette étude, les différents stades d'évolution des trois espèces ci-dessous étaient observés le long des transects d'inventaire :

- *Entandrophagma cylindricum* ;
- *Mansonia altissima* et ;
- *Triplochiton scleroxylon* qui sont des espèces à forte valeur d'usage dans la filière halieutique à la PBLP.

#### **II.1.2.2. Matériel de terrain**

La collecte des données sur la flore des ligneux a été effectuée selon la méthode des inventaires botaniques. Pour cela, nous avons eu recours au matériel de collecte et de traitement des données. Le matériel de collecte de données utilisé est résumé ci-après :

- Un GPS (Global Positioning System) Garmin *etrex* 10 ; cet appareil a été utilisé pour faire les levés de terrain, retrouver les débuts des transects et les suivre. Il a permis aussi de géolocaliser les individus des trois espèces-clés considérés comme semenciers ;
- deux boussoles pour s'orienter en forêt au niveau des transects ;
- un ruban à diamètre pour mesurer les diamètres à hauteur de poitrine ;
- un pied à coulisse électrique pour mesurer le diamètre au collet des semis des trois espèces-clés à l'intérieur des sous-placettes de chaque placette ;
- un décamètre pour la délimitation des transects, des placettes ainsi que des sous-placettes ;
- un mètre du menuisier pour mesurer les individus des trois espèces de hauteur ( $H < 1$  m)
- deux appareils photos numériques Sony et Kvtciein pour la prise de vues sur le terrain ;
- une perche graduée pour mesurer la hauteur des semis ;
- deux machettes pour tracer les layons ;
- des fiches de collecte des données floristiques (annexe 4);
- une règle graduée de 30 cm pour mesurer l'épaisseur de la litière ;
- un relascope de Bitterlich pour évaluer la hauteur des arbres ;
- un classeur pour contenir les fiches de terrain ;
- un tableau avec les coordonnées géographiques (longitude, latitude) pour relever les points d'inventaire ;
- une carte de sondage pour s'orienter pendant la phase de collecte de données.

## **II.2. Méthodes**

### **II.2.1. Collecte des données secondaires**

Les bases de données en ligne et les thèses ont été consultées afin de déterminer les types chorologiques, les spectres chorologiques, le tempérament, le mode de dissémination et les types biologiques de toutes les espèces issues des inventaires.

Des phyto-indicateurs sur la diversité structurale des trois espèces-clés (Noss, 1990 ; Aronson *et al.*, 1995 ; Sandjong *et al.*, 2018) ont été considérés. Il s'agit des paramètres ci-après : structures diamétriques, distribution en classes de hauteur, surface terrière, types biologiques

et types de tiges, types végétatifs, corrélations hauteur-diamètre, trouées et disponibilité des semis, distance des semis aux semenciers et épaisseur de la litière sous le semencier.

## **II.2.2. Méthodes d'inventaire**

### **II.2.2.1. Échantillonnage**

Le plan d'échantillonnage de l'étude a été conçu de manière à prendre en compte les différents faciès de la végétation, la présence des espèces granivores (rongeurs de graines) et la topographie du massif : vieilles forêts secondaires, forêts secondaires jeunes, jachères ou vieilles jachères, marécages, cours d'eau, collines, pentes, etc.

La carte de sondage élaborée durant la phase bibliographique a contribué à identifier les sites pour disposer les transects. Les coordonnées géographiques des points, des différents transects ont été trouvés dans la forêt à l'aide Global Positioning System (GPS). Un contrôle sur le terrain a été effectué. Deux sites à la PBLP ont été étudiés, à savoir : la zone protégée (PNDD) et la zone non protégée (ZNP). Le logiciel ArcGIS 9.3.1 a été utilisé pour les applications SIG.

L'évaluation de la richesse floristique pour toutes les formations végétales a été réalisée à l'aide de relevés floristiques à la PBLP, pour la ZNP et à l'intérieur du PNDD (zone protégée). La zone d'échantillonnage est constituée de jachères (plus ou moins jeunes) et des agro-forêts pour la ZNP, tandis que l'intérieur du PNDD comprend les forêts secondaires, les vieilles jachères, les forêts secondaires et les forêts marécageuses ou ripicoles (lesquelles sont souvent périodiquement inondées) (Fig. 16).

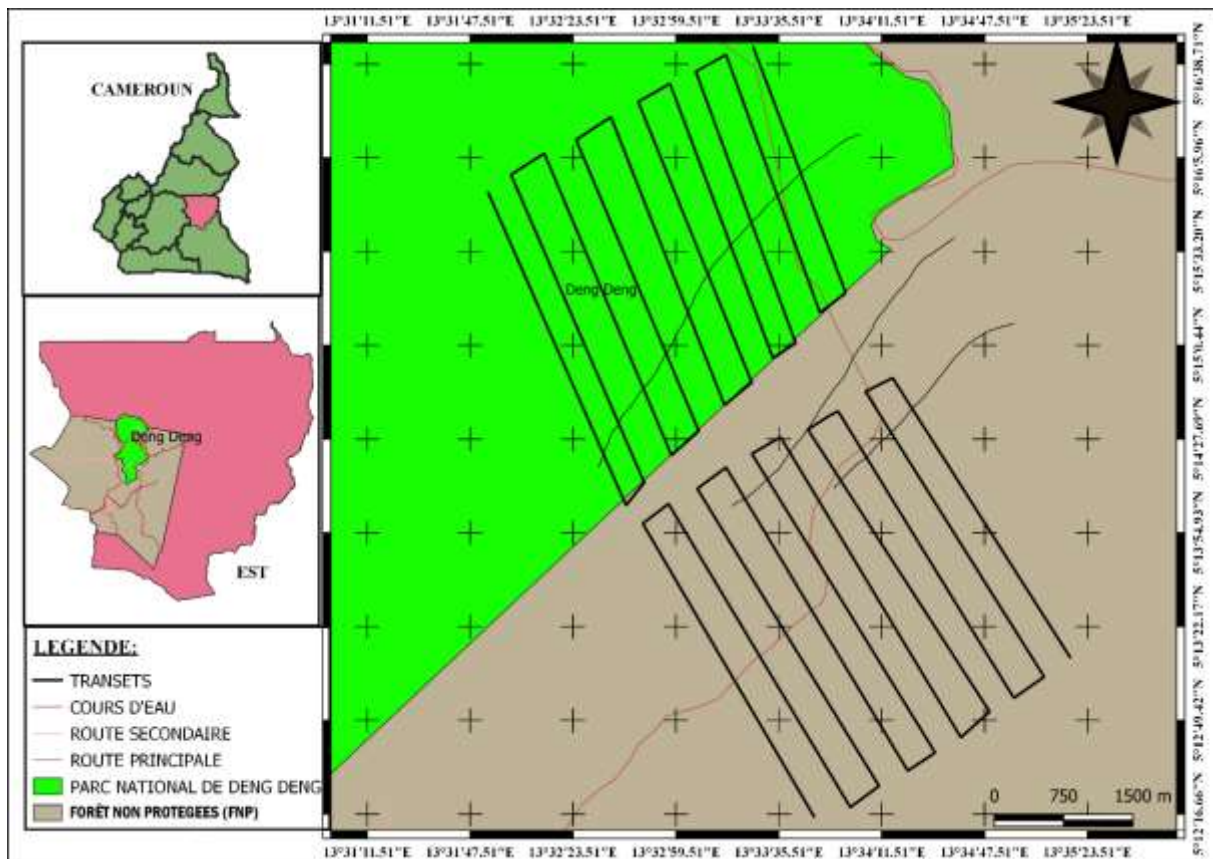


Fig. 16. Carte de sondage

Pendant la phase des observations de terrain, 6 descentes de deux mois chacune ont été effectuées. À chaque descente la phase des observations de terrain a duré deux mois. Chaque année, deux descentes ont été effectuées (début février à fin mars et une autre de mi-juin à mi-août). Nous avons choisi ces périodes pour plusieurs raisons : (i) première période pour observer la post-fructification de certaines des espèces et l'autre période permettant d'évaluer la régénération par semis ; (ii) avoir la possibilité de mieux cerner les effets du changement des saisons sur chaque peuplement forestier. Les travaux de terrain proprement dits se sont déroulés chaque mois pendant trois semaines, et l'autre semaine était consacrée à la compilation des données collectées.

La zone d'échantillonnage (PNDD et forêts non protégées) couvre une superficie de 40 053, 67 ha, alors que la surface couverte par les inventaires est estimée à 200 hectares, soit un taux de sondage, de 0,5 %. Ce taux d'échantillonnage respecte les normes requises, car pour l'inventaire d'aménagement, il doit être supérieur ou égal à 1 % pour un massif forestier de 50 000 ha et supérieur ou égal à 0,5 % pour un massif de superficie inférieure à 50 000 ha (Kabelong, 2013).

### II.2.3. Méthode de caractérisation de la structure forestière et du potentiel en espèces ligneuses

La méthode retenue pour la phase d'inventaires floristiques est la méthode des transects (White, 1992). Ces dimensions ont été adaptées afin de rendre les résultats comparables avec ceux obtenus dans d'autres sites, tant au Gabon (Doucet, 2003 ; Engone, 2015) que dans certains pays d'Afrique centrale (Sonké, 1998 ; Nkongmeneck, 1999 ; White et Edwards, 2000 ; Zapfack *et al.*, 2013 ; Kabelong *et al.*, 2018 ; Jiagho *et al.*, 2019 ; Kono *et al.*, 2020) ; et retenues aussi comme Standard par le Wildlife Conservation Society (WCS). Les lignes de ces transects ont été disposées parallèlement et espacées par une équidistance de 200 m. Elles partent de la PBLP (zone non protégée), traversent la limite et parcourent aussi l'intérieur du PNDD, sans toutefois dépasser la limite de la zone d'étude. Les coordonnées géographiques (longitude, latitude et altitude) sont notées au début et à la fin de chaque transect, y compris celles des individus des espèces-clés à l'aide du GPS.

Cette approche d'utilisation des lignes de base est aussi conseillée par Gounot (1969). D'après cet auteur, l'étude la végétation doit se faire d'une façon orientée, le long d'une ligne droite ou d'une bande, et lors des inventaires, les paramètres étudiés pour chaque arbre inventorié sont : le diamètre à hauteur de poitrine (DBH), soit à 1,30 m du sol, sa position par rapport à la médiane, sa position par rapport à l'origine du layon, le nom scientifique de l'espèce. Selon Gautier *et al.* (1994), la méthode des transects est utilisée pour définir la structure de la végétation de la forêt (Fig. 17).

L'expression « espèces ligneuses », ou plus simplement les « ligneux », regroupera les arbres, les arbrisseaux et les arbustes. Cependant, les palmiers et les plantes qui se multiplient de manière asexuée, telles que les bambous, la banane-plantain seront analysées s'ils sont rencontrés dans les transects.

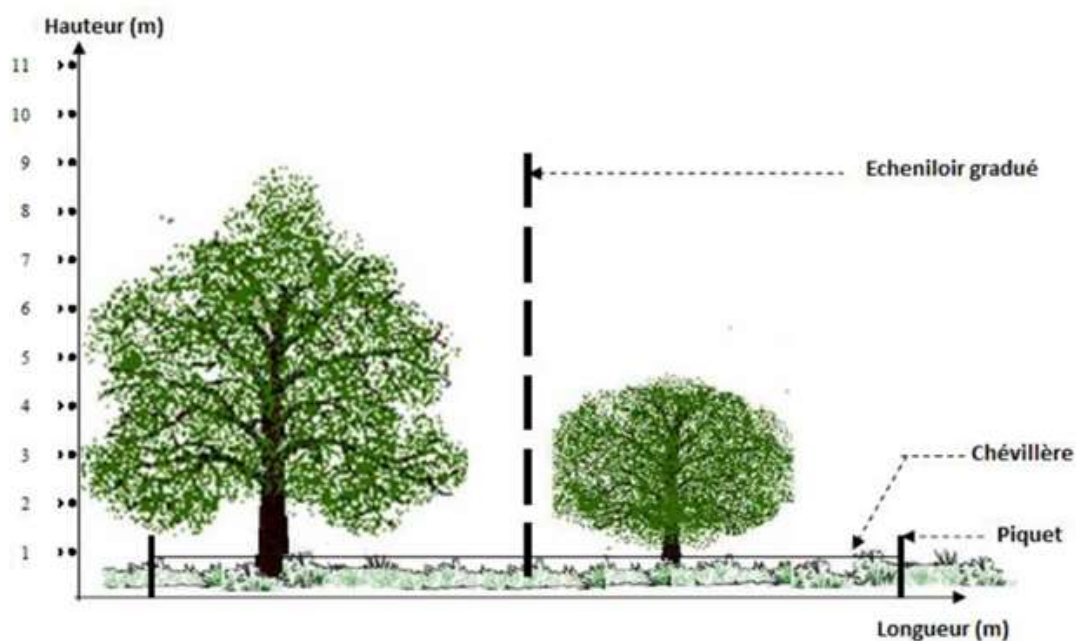


Fig. 17. Disposition de l'étude structurale verticale de la végétation. Source : Randrianjaka (2021)

L'équipe des inventaires était constituée de cinq personnes : un pointeur, deux jalonneurs et deux prospecteurs. La première personne, à savoir le pointeur prend les notes, aligne le jalon avec le GPS et tient l'un des jalons. Au début de chaque transect, le pointeur se met sur la ligne de base. Chaque prospecteur prend une extrémité du décimètre dont la longueur est ajustée à la largeur de la placette et de la sous-placette (20m), et dont la longueur est de 250 m pour la placette et de 25 m pour la sous-placette. Tous les ligneux contenus dans la placette ont été dénombrés. Dans la sous-placette, seule la régénération des trois espèces était évaluée. Par cette méthode, expérimentée par Picard en 2006, l'évaluation des paramètres dendrométriques des individus des trois espèces-clés à l'intérieur de chaque placette a été rendue possible.

Avant de parcourir les transects, l'équipe de comptage procède à l'identification du transect sur le site. La carte de sondage préalablement élaborée contient les coordonnées GPS du début et de la fin de chaque transect (annexe 7). Ces coordonnées géographiques ont été préalablement enregistrées dans l'un des GPS utilisés sur le terrain. La navigation à l'aide ce GPS et de la boussole permet à l'ensemble de l'équipe de chercher, de retrouver et de se positionner au début du transect (Point initial du transect). Ainsi, il fallait sélectionner à l'aide du GPS le point et utiliser la fonction « rallier » ; le GPS indique alors la direction à suivre et la distance restante à parcourir. Une fois le point initial du transect retrouvé, le GPS permet à l'ensemble de l'équipe de suivre la direction du transect (la boussole utilisée a permis de trouver

et de maintenir l'orientation du transect). Lorsque cette distance est nulle, le GPS signale l'arrivée (Jiagho *et al.*, 2019).

Une fois le jalon piqué, les deux prospecteurs marchent de part et d'autre de la ligne de base en identifiant en langue locale les espèces ligneuses autres que les trois espèces-clés, en mesurant la hauteur, la circonférence et le diamètre de chaque individu ligneux rencontré. Les données d'inventaire ont été reportées sur les fiches d'inventaire, puis dépouillées manuellement et saisies à partir d'Excel Office 365.

### **II.2.3.1. Méthode de détermination des types de tiges**

Les types de tiges représentent une classification particulière des individus en fonction de la hauteur (Sandjong *et al.*, 2013). Il s'agit d'une caractérisation de la structure verticale de la végétation.

Au total 20 transects de 5 km de long et 20 m (Fig. 18a) de largeur (5 km x 20 m soit  $10^4 m^2$ ) ont été parcourus de décembre 2020 à août 2023. 10 transects ont été disposés à l'intérieur du PNDD et 10 autres à dans la partie renfermant les forêts non protégées (FNP).

Cette méthode des transects a consisté à l'analyse floristique qualitative (famille, genre, espèce), à partir de la liste floristique générale des différents inventaires effectués dans le PNDD (zone protégée) et à l'extérieur du PNDD (zone non protégée). Les espèces ligneuses issues des inventaires ont été identifiées en majorité sur le terrain en utilisant la littérature disponible. L'identification des échantillons des espèces récoltées sur le terrain a été faite par comparaison avec les spécimens de l'Herbier National du Cameroun. Quelques rares espèces avaient été rapportées à l'Herbier National où elles ont été identifiées formellement. L'abondance absolue des espèces et des familles a été calculée en comptant le nombre total des individus de l'espèce et de la famille concernées. La nomenclature utilisée est celle revue et actualisée selon les recommandations de l'« Angiosperm Phylogeny Group » (APG IV, 2016).

Lorsque c'était nécessaire, un herbier était constitué pour les espèces dont l'identification sur le terrain montrait des difficultés et celles-ci ont ensuite été identifiées à l'Herbier National du Cameroun. La majorité des espèces ligneuses concernées par l'étude, ont été identifiées sur le terrain par un ex-employé de l'Agence National d'Appui au Développement Forestier (ANAFOR) et deux prospecteurs, ce qui a permis de connaître les noms locaux et les noms scientifiques.

### **II.2.3.2. Méthode de mise en place du dispositif expérimental**

Pour tous les individus des espèces identifiées, les données floristiques ont été collectées (grâce aux inventaires à l'intérieur de chaque transect) et des mesures dendrométriques

effectuées. En vue d'établir des comparaisons sur la structure de la formation végétale des deux milieux étudiés, quantifier la régénération et caractériser les facteurs de vulnérabilité sur la régénération naturelle des trois espèces, dix transects ont été disposés à l'intérieur du PNDD (zone protégée) et à l'extérieur du parc (zone non protégée ou ZNP). Ces transects ont été divisés en une succession de placettes rectangulaires de 250 m x 20 m (soit 0,5 ha) à l'aide d'un décamètre (Fig. 18b).

L'identification et le dénombrement du type de régénération naturelle à l'intérieur de chaque sous-placettes rectangulaires de 20 m x 25 m soit 500 m<sup>2</sup> préalablement délimitées à l'aide d'un décamètre à l'intérieur de chaque relevé ou placette de surface rectangulaire 5000 m<sup>2</sup> (250 m x 20 m) (Fig.18c). Au total, 200 sous-placettes ou petites placettes ont été installées le long de chaque transect. Pour évaluer la régénération naturelle de manière exhaustive, un dénombrement de l'ensemble des semis naturels, des rejets des souches, des drageons (et d'éventuelles marcottes terrestres) a été effectué.

Les inventaires à l'intérieur d'une placette ont consisté à dénombrer l'ensemble des ligneux présents. Pour chaque espèce-clé, les inventaires consistent à mesurer la circonférence de ses individus à 1,30 mètre du sol ou à 30 cm au-dessus des contreforts pour ceux présentant un diamètre à bandes. Les hauteurs ont été mesurées avec une planche graduée (arbre de hauteur < 5 m), à 0,25 m du sol pour les arbustes (H < 5 m du sol), avec un mètre ruban (H < 1 m) ou un relascope de Bitterlich (arbre de hauteur > 5 m).

## **II.2.4. Méthode décrivant la dynamique de la végétation de la zone d'étude**

### **II.2.4.1. Inventaire de régénération naturelle**

Dans le but d'appréhender les déterminants de répartition des semis autour des semenciers, l'épaisseur de la litière a été déterminée. Cette information a permis de caractériser les semis et de distinguer les semis des drageons par la présence ou non des cotylédons. Au cas contraire, par excavation de la base de la jeune tige afin de vérifier une quelconque connexion avec les racines mères d'un arbre voisin. Les rejets des souches étaient dénombrés individuellement (Seka *et al.*, 2018).

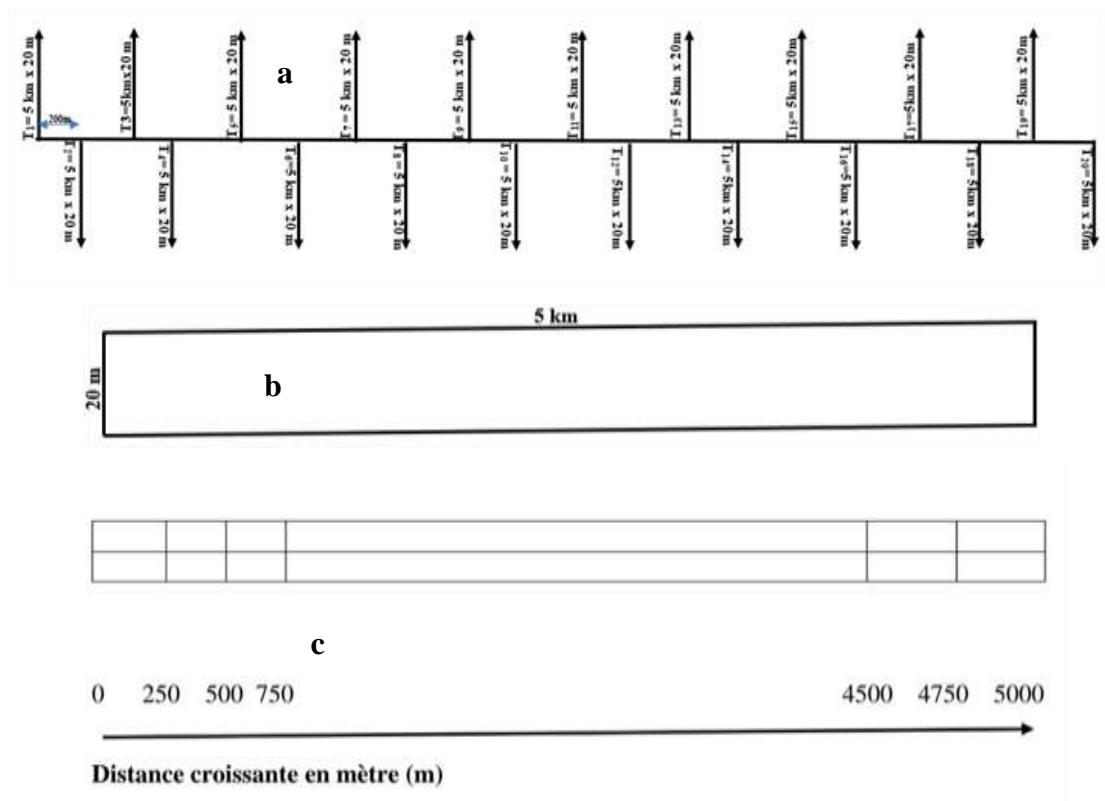


Fig. 18. Dispositif d'inventaire botanique : (a) disposition des transects équidistants de 200 m ; (b) transect ; (c) succession des placettes élémentaires de 5000 m<sup>2</sup> (250 m x 20 m)

Les données relatives à la régénération naturelle des espèces-clés ont été prises à l'intérieur de chaque sous-placette. Pour chaque plantule ou juvénile rencontré, sa hauteur, son diamètre au collet à l'aide du pied à coulisse électrique (Fig.19a), sa distance au pied producteur ont été mesurés, ainsi que l'épaisseur de la litière ont été évaluée. L'épaisseur de la litière et la distance au semencier ont été utilisées afin d'apprécier l'hypothèse d'échappement selon laquelle la densité des graines des semis ou plantules diminue avec la distance (Burkey, 1994) et du lit de germination (Morin, 2000), qui sont des paramètres importants utilisés par certains auteurs (Fillion et Morin, 1996 ; N'tanbwe *et al.*, 2022) et qui permettent d'apprécier la relation entre le semencier, l'échappement des plantules et la litière. Les hauteurs ont été mesurées avec une perche graduée (arbre de hauteur < 5 m), à 0, 25 m du sol pour les arbustes ( $H < 5$  m du sol), avec le mètre du menuisier ( $H < 1$  m) (Fig.19b).

Les trois stades de développement des espèces-clés ont été étudiés à l'intérieur de chaque placette de 25 m x 20 m. Le paramètre dendrométrique utilisé est la hauteur des individus de chaque espèce. La mesure des hauteurs a été effectuée pour les moins d'un mètre ( $H < 1$  m) avec le mètre et pour celles dont la taille était supérieure à un mètre (soit  $1 \text{ m} < H < 2 \text{ m}$ ) avec une perche préalablement graduée. Chaque diamètre au collet a été évalué avec un pied à coulisse électronique (Seka *et al.*, 2018 ; Wédjangnon *et al.*, 2020).

Pour chaque individu juvénile localisé, sa taille, sa distance au semencier, l'épaisseur de la litière et la topographie ont été appréciées selon la correspondance des classes de hauteur de Seka *et al.* (2018) : (i) La catégorie « plantule » (Seka *ibid*) ou « juvénile » (Wédjangnon *et al.*, 2020) concerne le plus jeune stade d'observation. Ce groupe est caractérisé par une hauteur totale de moins de 20 cm. Cette hauteur a été retenue afin d'y concentrer la quasi-totalité des tiges pouvant être issues des récentes germinations des graines (Puig *et al.*, 1989) ; (ii) la régénération acquise est une régénération plus ancienne, souvent éparse (Louppe *et al.*, 2008). Il a été opté de l'étaler dans les classes de hauteurs totales comprises entre 0,2 cm et 11,9 m ; (iii) les espèces-clés matures ou en voie de maturation sont des grandes tiges de 12m et plus de hauteur totale (Seka *ibid*). Cette catégorie présente des espèces qui renfermeront déjà un diamètre de fructification minimum (Wédjangnon, *ibid*). Ces tiges renferment les arbres considérés comme semenciers potentiels qui sont des arbres de 60 cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine (DHP).

#### **II.2.4.1.1. Méthode de mécanisme de régénération naturelle**

En plus les mécanismes de régénération naturelle décrits par Adjonou *et al.* (2016), Bellfontaine *et al.* (2018), ont été exploités dans cette étude pour le premier stade (stade plantule), afin de distinguer les semis des drageons par la présence des cotylédons. Au cas contraire, par excavation de la base de la jeune tige afin de vérifier une quelconque connexion avec les racines mères d'un arbre voisin. Les rejets des souches étaient dénombrés individuellement.

#### **II.2.4.1.2. Méthode d'évaluation des phénomènes naturels**

Les données relatives aux phénomènes naturels dans la placette ont porté sur : la présence des chablis ayant provoqué une ouverture, le dénombrement des individus tombés de chaque espèce-clé ainsi que d'autres ligneux présents à l'intérieur de chaque placette sont relevés afin de comprendre l'influence des phénomènes climatiques exceptionnels sur leurs populations. Leur diamètre et hauteur ont été aussi mesurés. Une quantification de la régénération à proximité des individus des espèces-clés morts a été effectuée.



Fig. 19. Prise des paramètres dendrométriques chez des individus de *Mansonia altissima* : (a) hauteur ; (b) diamètre (photos Zock (2023))

#### II.2.4.2. Évaluation des paramètres influençant le lit de germination et l'échappement des semis

Afin de comparer le potentiel de régénération naturelle, pour chacune des trois espèces-clés, un indice de régénération naturelle basé sur le rapport entre le nombre d'individus dont le DBH est compris entre 0 et 5 cm et le nombre d'individus dont le DBH est supérieur ou égal à 5 cm (Havyarimana, 2009), a été défini. Une espèce est considérée comme ayant une bonne régénération lorsque son indice de régénération est supérieur ou égal à 1. Ce seuil de 1 a été considéré car en situation de régénération normale d'une population, le nombre d'individus jeunes est supposé au moins égal au nombre d'individus adultes (Fargeot *et al.*, 2004).

#### II.2.4.3. Modèle de distribution spatiale

Le modèle de distribution a consisté à estimer l'espèce considérée comme semencier, l'épaisseur de la litière a été mesurée et la végétation dominante dans le milieu a été notée ainsi que la présence d'espèces granivores et des phytophages. La présence de ces deux ravageurs affecte la disponibilité des graines et semis ainsi que leur devenir. Tous les individus juvéniles de ces trois espèces, quel que soit le mode de régénération, ont été dénombrés, mesurés et repartis en classes de diamètre et de hauteur (Seka *et al.*, 2018).

#### II.2.5. Méthode d'analyse de la variabilité temporelle de la mortalité et du recrutement des individus en zone protégée et zone anthropisée

Une analyse de la variabilité temporelle a été effectuée sur la base des espèces rencontrées afin de déterminer la répartition des populations par type d'occupation du sol. En revanche, les données relatives aux phénomènes naturels dans la placette ont porté sur : la présence des chablis ayant provoqué une ouverture, le dénombrement des individus tombés de chaque espèce-clé ainsi que d'autres ligneux présents à l'intérieur de chaque placette sont

relevés afin de comprendre l'influence des phénomènes climatiques exceptionnels sur leurs populations. Ainsi, la répartition spatiale de leurs individus à l'intérieur de la zone échantillonnée a permis d'apprécier la dominance de ces espèces dans les deux milieux en fonction des systèmes d'affectation des terres (SAT) afin de pouvoir faire la comparaison entre la zone protégée et la zone non protégée (Sandjong *et al.*, 2018)

## **II.2.6. Méthode de détermination des types chorologiques et de la phénologie fruitière**

### **II.2.6.1. Affinité biogéographique**

La consultation des bases de données disponibles en ligne à l'instar de Tropicos (<http://www.tropicos.org>), a permis d'établir la distribution de la formation végétale étudiée selon son origine ou type phytogéographique pour analyse. Les types de distribution phytogéographique utilisés s'inspirent des travaux de Lebrun (1947, 1960), Schnell (1970, 1976, 1977). Ils se basent sur la nomenclature de White (1983). Ces types phytogéographiques ont été obtenus à partir des traits généraux retenus par la phytochorologie africaine (White *ibid*). Une fois les espèces identifiées, elles ont été classées selon leur origine biogéographique. Les proportions des taxons relevant de chaque groupe ont été calculées par rapport à la richesse floristique totale afin de fait ressortir l'affinité biogéographique.

Les types phytogéographiques suivants ont été effectués suivant les spectres phytogéographiques des espèces rencontrées à la PBLP.

Les types biologiques (ou système de Raunkier) renvoient à une classification par type biologique proposée en 1904 et affinée par la suite par le botaniste et écologue Raunkiær (1934), afin d'organiser les végétaux selon le positionnement des organes de survie, donnent une répartition des espèces en fonction de la position des bourgeons (ou méristèmes de croissance) et des jeunes pousses pendant la mauvaise saison (Daget, 1980 ; Sandjong *et al.*, 2018). C'est un indicateur de la structure verticale et des conditions écologiques au niveau de l'écosystème, du paysage, et dans la zone phytogéographique, cadrant mieux avec une terminologie connue que celles des types de tiges (Sandjong *ibid*). Cette caractérisation s'est faite précisément en se basant sur les individus des trois espèces-clés. L'intérêt d'une telle démarche c'est d'établir une structuration verticale de la végétation sur la base des classes de hauteur vulgairement connues avec des appellations précises, afin de de les comparer à d'autres classifications fondées sur le nombre d'individus. Dans le cadre de cette étude, les types biologiques (Jiagho, 2018 ; Sandjong *et al.*, 2018 ; Randrianjaka, 2021) ci-après peuvent être identifiés à la PBLP (Tableau IV).

Tableau IIV. Classification des types biologiques (Jiagho, 2018 ; Sandjong *et al.*, 2018 ; Randrianjaka, 2021)

Classe de hauteur (en m)	Type biologique	Abréviation
< 2 m	Nanophanérophytes	np
]2 à 8 m]	Microphanérophytes	mp
]8 à 30 m]	Mésophanérophytes	MésP
> 30 m	Mégaphanérophytes	MégP

### II.2.7. Méthode de cartographie des semenciers des trois espèces-clés

Pour les populations des pieds matures de chaque espèce-clé, il a aussi été relevé à l'aide du GPS leurs coordonnées (longitude, latitude et altitude) des individus de chaque espèce-clé considérée comme étant un potentiel semencier ( $H > 11,9$  m), son statut par rapport aux autres espèces à l'intérieur de chaque placette. Tous les individus considérés comme semenciers de ces trois espèces-clés ont été géolocalisés. La répartition spatiale des individus des trois espèces-clés (*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*) a été adaptée à partir des travaux de Zock *et al.* (2024a). Elle a reposé sur la géolocalisation à l'aide du GPS des différents individus de chaque espèce-clé. En effet, les coordonnées géographiques (longitude et latitude) des individus des trois espèces considérées comme semencier ( $H > 11,9$  m) identifiés, assimilant leurs points dans un plan, ont été converties en coordonnées projetées, exprimées en mètre, grâce au logiciel ArcGIS. Par la suite, une translation d'axes a été effectuée pour ramener ces points à un système cartésien (X ; Y). En considérant les trois derniers chiffres de la coordonnées, une unité a été fixée (1 unité = 0,01). Ainsi  $X' = X \times 0,01$  et  $Y' = Y \times 0,01$ , ce qui a permis d'avoir les valeurs en unités réduites facilement projetables dans le système cartésien.

L'ensemble des coordonnées des individus a constitué un « semi de point » sur lequel il a été effectué la caractérisation de la structure spatiale des individus des espèces-clés dans les deux sites d'études (ZP et ZNP), en faisant le calcul de la fonction K de Ripley transformée (par usage du logiciel R) comme l'ont effectué Péliissier (1995), Picard (1999) et Traissac (2003) dans leurs travaux. La fonction K de Ripley est utilisée pour caractériser le niveau d'agrégation ou d'homogénéité de la distribution de points au travers des échelles, au sein d'une surface donnée (Billon *et al.*, 2015). Cette fonction est couramment utilisée en écologie forestière, pour analyser la distribution des groupements de végétaux, notamment en Guyane (Walter, 2006 ; Picard, *ibid*) ou pour étudier la répartition d'oiseaux marins (O'Driscoll, 1998).

À une échelle (r), cette fonction calcule, pour chaque point du patron, le nombre de voisins présents dans une surface circulaire de rayon (r). L'échelle des observations du patron

est progressivement élargie en augmentant le rayon de la zone d'étude tel que :  $m + 1 = rn + \Delta$  ; avec  $\Delta$  un intervalle constant séparant chaque échelle d'analyse (Billon *et al.*, 2015). Son expression très simplifiée peut se résumer par le rapport entre la moyenne du nombre de voisins et la densité de points au sein de la zone d'étude  $r$  d'après Billon *et al* (ibid) :

$$K(r) = \frac{\text{Moyenne du nombre de points voisins}}{\text{Densité des points}}$$

Suivant Billon *et al.* (ibid), la caractérisation de la structure spatiale des individus des trois espèces-clés a été réalisée grâce à la fonction K de Ripley. Le résultat se présente sous la forme d'un graphique récapitulant les valeurs de K prises par la fonction par rapport à un intervalle de confiance issu du calcul du K de Ripley pour 1000 processus de Poisson (distribution aléatoire des points), appelés aussi « simulation de Monte-Carlo ». Au sein de cet intervalle de confiance, les valeurs de K Ripley représentent des patrons aléatoires de distribution de point. Si le résultat de la fonction K est supérieur à cet intervalle, la répartition des points des individus est considérée comme significativement agrégée. Si le résultat de la fonction est inférieur à cet intervalle, la structure des points est considérée comme significativement régulière (Fig.20).

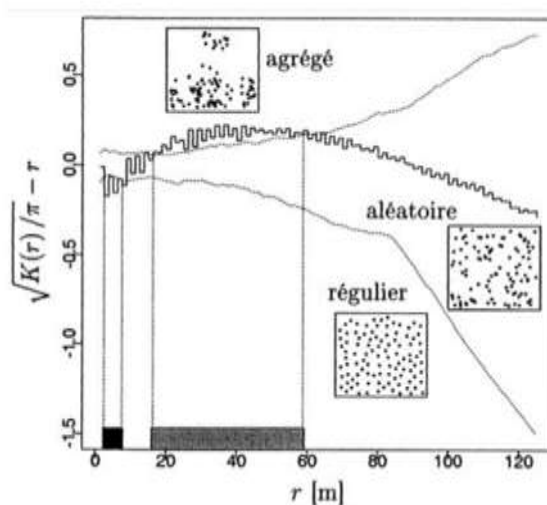


Fig. 20. Représentation graphique d'un résultat type de la k de Ripley (Picard, 1999)

### II.2.7.1. Facteurs de vulnérabilité

L'évaluation de la vulnérabilité des espèces-clés a consisté à analyser le statut des espèces issues des inventaires de terrain, en se basant sur la liste de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2023). Ensuite, ces informations ont été regroupées en comparant aux données secondaires. Les espèces ont été regroupées en espèces :

- En danger critique d'extinction, CR ;
- vulnérables, VU ;

- quasi menacé, LR/nt et ;
- préoccupation mineure, LR/lc.

## **II.2.8. Analyse des données et logiciels utilisés**

Le tableur Microsoft Excel Office professionnel 365 a permis d'encoder les données et de les filtrer, d'apurer et de construire certaines courbes. Le logiciel R commandeur a permis de tester la normalité des données avant analyse. Les analyses statistiques ont été effectuées grâce aux logiciels R version 4.3.1 R Core Team et Microsoft Excel Office professionnel 365 appréciées au seuil de 5 %. À cet effet, plusieurs packages du logiciel R ont été utilisés à savoir. D'autres logiciels comme le logiciel Past 2.17c, version 2013, XLSTAT 2023.2.1414 et Zenplot 2022 et Spad8 ont été utilisés respectivement pour le calcul des indices de diversité, certaines analyses descriptives, les corrélations et les calculs des paramètres statistiques, mais aussi pour la visualisation des données. Le logiciel ArcGIS Pro version 2.6 a contribué à l'élaboration de toutes les cartes.

### **II.2.8.1. Analyse des données sur la caractérisation de la structure forestière et le potentiel en espèces ligneuses en zone protégée et en zone anthropisée**

#### **II.2.8.1.1. Richesse floristique**

Concernant l'analyse floristique, les paramètres suivants ont été étudiés : l'abondance, la dominance, et la diversité des taxons (espèces, genres et familles), les fréquences des espèces et densité du peuplement. La diversité floristique est évaluée à l'aide de la richesse spécifique ( $R_s$ ) (Ahouandjinou *et al.*, 2017) ou richesse floristique  $R_s = S$  (nombre d'espèces), de la diversité en genres et en familles (Daget, 1980). Cette diversité floristique est définie comme l'ensemble de toutes les espèces floristiques rencontrées dans les sites d'étude (Randrianjaka, 2021). La moyenne de chaque groupement de la diversité floristique a été calculée avec son écart-type.

#### **II.2.8.1.2. Indices de caractérisation botanique**

##### **II.2.8.1.2.1. Données dendrométriques**

Afin de réaliser la description et à l'analyse de la composition de la végétation, les indices suivants ont été utilisés (Doucet, 2003) :

- **La fréquence relative (FRR)**

La fréquence des espèces en valeur absolue représente le nombre de relevés dans lesquels une espèce donnée est signalée ; il s'agit du nombre d'unités élémentaires d'échantillonnage où l'espèce est signalée. Dans le cadre de la présente étude, les unités

élémentaires sont considérées comme étant des transects où la présence de chaque espèce a été contrôlée. La fréquence d'apparition d'une espèce (fréquence spécifique absolue) exprime le nombre de transects où elle est présente, tandis la fréquence relative est le ratio du nombre de relevés où une espèce donnée est présente sur le nombre total de relevés. Elle correspond au nombre d'unités d'échantillonnage contenant cette espèce (Doucet, 2003) ;

$$\text{Fréquence relative} = \frac{\text{Fréquence d'une espèce}}{\text{Total des fréquences de toutes les espèces}} \times 100 ;$$

La fréquence spécifique relative de chaque espèce-clé ou recouvrement ou encore degré de présence est aussi l'expression en pourcentage de la continuité de la couverture végétale (Guinochet, 1973). Elle a été calculée par la formule ci-après (Lacoste et Salomon, 1969) :

$$FR = Rci = \frac{ni}{Nt} \times 100, \text{ Avec :}$$

- ni : espèce ;
- Nt : nombre de transects ;
- Rci : recouvrement de l'espèce.

Les espèces ont été réparties selon l'une des classes de présence (Lacoste et Salomon, 1969).

- Classe I [0 à 20 %] : espèces à distribution rares ;
- classe II [21 à 40 %] : espèces à faible distribution ;
- classe III [41 à 60 %] : espèces moyennement distribuées ;
- classe IV [61 à 80 %] : espèces à grande distribution ;
- classe V [80 à 100 %] : espèces à très grande distribution.

- **Dominance relative (Dor)**

La dominance relative est l'importance d'une espèce du point de vue du diamètre des individus la représentant. Il s'agit du ratio de la somme des sections transversales à 1,30 m du sol de tous les arbres d'une espèce donnée sur la somme des sections transversales de tous les individus échantillonnés (Fongzossie *et al.*, 2019).

$$\text{Dominance relative} = \frac{\text{Surface terrière d'une espèce ou famille}}{\text{Surface terrière totale de l'échantillon}} \times 100 ;$$

- **La densité relative ou absolue**

La densité de chaque espèce-clé noté N ; la densité du peuplement est le nombre de tiges sur pied ramené à l'hectare. Pour une espèce donnée, c'est le nombre de pieds appartenant à

cette espèce à l'hectare. En revanche, la densité relative est le nombre de pieds d'une espèce ou d'une famille (ou famille), pondéré au nombre de pieds total. Elle se traduit par la formule :

$$\text{Densité relative} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille ou d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}} \times 100 ;$$

En revanche, la densité absolue représente le nombre d'individus par unité de surface. Elle est une notion importante car elle permet d'avoir une idée sur le degré d'occupation de l'espace par une ou plusieurs populations. Elle permet également d'avoir une idée sur l'intensité de la compétition entre individus pour différents facteurs écologiques. C'est l'un des indicateurs utilisés par l'UICN pour le classement sur la liste rouge (Oumar *et al.*, 2021).

- **La densité relative** d'une espèce est le rapport de sa densité absolue (c'est-à-dire le nombre d'individus par unité de surface) au total de la somme des densités absolues de toutes les espèces ;
- **La diversité relative ou fréquence relative (AR)**

L'abondance relative exprime l'importance d'une espèce du point de vue des effectifs ;

$$\text{Diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces}} ;$$

Par la suite, la somme des valeurs de ces paramètres a permis d'obtenir l'importance de chaque espèce par rapport aux autres espèces du site à travers :

- L'Index Value Importance (IVI) de Curtis et MacIntosh, (1950) repris par (Kent et Coker, 2003 ; Tiokeng *et al.*, 2015 ; Fongnzossie *et al.*, 2019). Dans les forêts tropicales, cet indice est fréquemment utilisé pour décrire l'importance écologique des espèces (Yao Adou et N'guessan EK, 2005 ; Agbodjogbe, 2011 ; Gonmadjé *et al.*, 2012). En plus, cet indice permet de mettre en évidence l'importance écologique des espèces et des familles (Kabore *et al.*, 2013). Kengne *et al.* (2018) rapportent que l'IVI renseigne sur la place qu'occupe chaque groupement taxonomique par rapport à l'ensemble des espèces au sein d'une communauté végétale.

Curtis et MacIntosh (1950) définissent l'IVI comme la somme de la fréquence relative, de l'abondance relative, et de la dominance relative d'une espèce donnée dans l'ensemble du peuplement. Elle correspond donc à la somme de sa densité, de sa dominance et de sa fréquence relative.

$$IVI = [Fr + Dr + Dor] ;$$

- Fr : fréquence relative ;
- Dor : dominance relative ;

- Dr ; densité relative.

La distribution des individus inventoriés de chaque espèce-clé par classe de diamètre (structure totale) dans un peuplement permet aussi de prédire le devenir de ce peuplement. Une distribution selon une exponentielle décroissante serait le signe d'une vigueur écologique et garantie de pérennité.

### **II.2.8.1.3. Principaux indicateurs de la structure du peuplement**

La structure d'un peuplement forestier correspond à la distribution des différents éléments de la forêt (Pascal, 2003). Plusieurs types de distribution de classe de diamètre sont possibles si l'on fait une étude de la structure forestière espèce par espèce : (i) une distribution en exponentielle décroissante, caractéristique des espèces sciaphiles, (ii) des distributions en cloche très aplatie, correspondant aux espèces héliophiles, (iii) des distributions irrégulières, présentant des déficits ou des sureffectifs, et qui ne sont pas toujours faciles à interpréter car elles résultent des situations différentes (Pascal, *ibid*). Ainsi, de manière classique, En plus, une caractérisation est effectuée sur la nature du substrat où les semis sont présents et la végétation abondante. Les paramètres de la structure forestière sont obtenus par agrégations dendrométriques individuelles (Hall *et al.*, 1998).

Certains de ces attributs peuvent être qualifiés de redondants, en réalité il s'agit de les comparer d'un non-hasard en cas de résultats concordants. Une exception a été faite sur les types végétatifs. En revanche, les classes et autres paramètres ont été numérotés dans la description structurale des espèces les plus abondantes, à travers les spectres bruts des nombres d'individus. Les tests d'homogénéité (Khi-deux et de Kruskal-Wallis) ont été appliqués pour la comparaison des différentes classes des paramètres structuraux.

#### **II.2.8.1.3.1. Données sur la diversité des types de tiges**

Le traitement et l'analyse des données ont donc été effectuées à partir XLSTAT 2022, mais aussi des courbes de corrélation ont été effectuées quand il fallait établir des corrélations entre deux ou plusieurs paramètres à partir des droites de régression, et la méthode de l'analyse factorielle des correspondances (quand il fallait identifier le/ou les facteurs qui influencent la régénération naturelle de chaque espèce-clé). Toutes les données ont été analysées de manière à avoir des résultats à l'échelle de toute la zone d'étude, mais également à l'échelle des transects et des différentes unités paysagères rencontrées.

### II.2.8.1.3.2. Modèle descriptif de la structure des individus

L'étude et la recherche des modèles pouvant décrire la structure totale des forêts tropicales ont fait l'objet de nombreux travaux (Pierlot, 1966 ; Rollet, 1974). Certains auteurs se sont aussi intéressés à la structure diamétriques des espèces prises individuellement (Forni, 1997). C'est à partir de ces modèles que les différentes structures diamétriques des espèces inventoriées des trois espèces-clés ont pu être décrites. Les différentes hauteurs et surface terrières des trois espèces ont été utilisées pour la détermination des différents degrés de dominance dans les différents niveaux d'occupation du sol (individu dominant, individu codominant et individu dominé dans les différentes sous-placettes).

#### II.2.8.1.3.2.1. Structure en hauteur

Le paramètre dendrométrique est la hauteur et le diamètre des individus de chaque espèce étudiée. Ainsi, une répartition en classes de hauteur selon les formes de régénération a été définie (Tableau V). Ces trois classes de hauteur ont été par la suite éclatées en sous-classes d'amplitude 5 à partir de zéro afin de mieux définir la structure de chaque espèce-clé à partir des hauteurs observées.

Tableau V. Classes de formes de régénération (Puig *et al.*, 1989 ; Seka *et al.*, 2018 ; Wédjangnon *et al.*, 2020)

Classe	Catégorie	Forme de régénération
A	$H < 0,2 \text{ m}$	Plantules
B	$0,2 \text{ m} < H < 11,9 \text{ m}$	Régénération acquise
C	$H > 11,9 \text{ m}$	Individus matures

#### II.2.8.1.3.2.2. Détermination de la structure diamétrique des espèces-clés

La distribution des classes de diamètre est un indicateur important intervenant dans l'étude structurale de la végétation, sa tendance évolutive et sa dynamique de régénération. Les diamètres ont été estimés à partir des valeurs de circonférence pour les individus de très petite taille. Les principales classes définies (en cm) sont d'inégale amplitude : ] 0 – 20], ] 20 – 40], ] 40 – 60], ] 60 – 80], ] 80 – 100], ] 100 – 120], etc. Les étendues de la classe ] 0 – 20] a été utilisé en vue de mettre en exergue les individus très souvent exclus de certains inventaires et considérés le plus souvent comme jeunes.

### II.2.8.1.3.3. Disponibilité des espèces-clés

L'indice de raréfaction ( $R_i$ ) ou species rarity-weight richness permet de déterminer l'abondance et la rareté d'une espèce végétale. Cet indice ethnobotanique a été utilisé au Togo (Kobou *et al.*, 2005) et en Côte d'Ivoire (Dro *et al.*, 2013 ; Vroh *et al.*, 2014 ; Piba *et al.*, 2015 ; Kouassi, 2019). Dans cette étude cet indice a été utilisé afin d'évaluer la disponibilité des populations des trois espèces-clés à la PBLP. Cette disponibilité a été estimée à partir des relevés floristiques réalisés sur 20 transects linéaires à la PBLP. Cet indice de rareté des espèces ( $R_i$ ) a été calculé à partir de la formule de Gehu et Gehu (1980).

$$R_i = \left(1 - \frac{n_i}{N_t}\right) \times 100 ;$$

$R_i$  : indice de raréfaction de l'espèce  $i$  ;

$n_i$  : nombre de transects dans lesquels l'espèce  $i$  est présente ;

$N_t$  : nombre total de transects.

Les espèces présentant un indice de raréfaction supérieur à 80 % (Adomou, 2005 ; Kobou *et al.*, 2005) sont considérées comme rares dans le milieu. Celles dont l'indice de raréfaction est compris entre 50 et 80 % sont dites fréquentes (préférentielles) et abondantes à la PBLP. En revanche, un indice de raréfaction inférieur ou égal à 50 % est caractéristique d'une espèce très fréquente et très abondante dans le milieu (espèces très préférentielles). Un indice de raréfaction de 100 % signifie que la présence de l'espèce n'a été observée nulle part dans le milieu étudié, que cette dernière est très rare dans le milieu. Cet indice a été utilisé pour apprécier les espèces rares issues de l'inventaire des espèces fréquentes.

- **Le Coefficient de similarité de Sorensen**

Le coefficient ( $K$ ) de Sorensen (1948) permet de préciser si deux groupements floristiques appartiennent à la même communauté végétale. Il représente le pourcentage d'espèces communes à deux relevés. Dans le cadre de la présente étude, il a permis de comparer les communautés végétales entre les espèces du PNDD et celles à l'extérieur du PNDD (zone non protégée). Cet indice est formulé ainsi qu'il suit :

$$K = \frac{2C}{A+B} \times 100, \text{ avec :}$$

- $A$  ; nombre total d'espèces du premier relevé,
- $B$  ; nombre total d'espèces du second relevé,
- $C$  ; nombre d'espèces communes aux deux relevés.

Si K est supérieur à plutôt 51%, les groupements comparés sont considérés comme appartenant à la même communauté.

- La surface terrière totale ou moyenne des individus de chaque espèce-clé a été calculé pour les ligneux à 1,30 m du sol. La formule utilisée est la suivante  $\sum_i^n \pi D_i^2 / 4$ , où  $D_i$  est le diamètre de l'arbre mesuré à 1,30 m pour les ligneux ou à 30 cm du sol. Selon Jiagho (2018). La surface terrière, exprimée en m<sup>2</sup>/ha, est une grandeur qui traduit la concurrence entre les espèces ligneuses d'un peuplement forestier.

#### **II.2.8.1.4. Régression linéaire simple**

Dans le cadre de la présente étude, des régressions linéaires ont permis d'établir les corrélations entre le diamètre et la hauteur, entre l'épaisseur de la litière et la distance du semencier pour l'ensemble des trois espèces-clés.

#### **II.2.8.2. Les analyses statistiques**

##### **II.2.8.2.1. Analyse des données sur la dynamique de la végétation de la zone d'étude**

La nature des données recueillies a particulièrement fait recours à la statistique descriptive. Concernant la régénération naturelle par niveau d'occupation naturelle des trois espèces-clés, il a été question de voir si l'une des variables prises sur le terrain être responsable du nombre d'occurrences des patrons de la régénération d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonina altissima* et *Triplochiton scleroxylon*.

##### **II.2.8.2.2. Indices de diversité alpha.**

Le premier paramètre d'analyse de la biodiversité est la richesse spécifique (S), soit le nombre d'espèces rencontrées sur une surface déterminée. L'évolution de cette richesse spécifique peut-être mesurée sur des superficies croissantes, la représentation graphique de cette relation est une courbe « aire-espèce » (Doucet, 2003).

Toutefois, à densité et à richesse spécifique égales, deux peuplements peuvent présenter des richesses spécifiques très différentes, les espèces ayant des abondances inégales (Doucet, 2003). Tenant compte de cet aspect, le recours à des indices est envisageable (Begon *et al.*, 1990 ; Barbault, 1995 ; Southwood et Henderson, 1999). Ainsi, les indices suivants ont été calculés à l'aide des paramètres d'usage courant en écologie végétale, à savoir : l'indice de Shannon-Weaver (H'), l'indice de Simpson (D) et l'Equitabilité de Pielou (EQ) ont été retenus pour mieux quantifier cette biodiversité.

H' permet de calculer l'entropie d'une distribution à variables discrète en intégrant à la fois les aspects de composition et de structure. Il se base sur la richesse (nombre de classes différentes) et la régularité (répartition de chaque classe) de la distribution (Chêtelat, 2005) :

- l'indice de Shannon-Weaver noté.

$$H' = \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \ln \frac{N}{N_i}, \text{ avec ;}$$

$N_i$  : Nombre d'individus d'une espèce donnée  $i$ ,  $i$  allant de 1 à  $s$  (nombre total d'espèces ;

- $N$  ; nombre total d'individus ;
- $\log$  : logarithme décimal (Shannon, 1948). Dans la présente étude,  $H'$  est exprimé en bits ;

L'indice de Shannon-Weaver est nul lorsqu'une seule classe est présente. Il s'accroît lorsque le nombre de classes augmente et/ou la répartition entre elles devient plus équitable. Ainsi, pour un nombre de classes donné, il atteint son maximum lorsque chacune d'entre elles a la même surface (McGarigal *et al.*, 1995 ; Eurostat, 2000 ; Dajoz, 2008). En revanche, l'indice de Shannon-Weaver permet d'évaluer la diversité des ligneux de  $d. b. h. \geq 10 \text{ cm}$  (Legendre et Legendre, 1984). La diversité est faible lorsque  $H' < 3$  bits, moyenne si  $3 < H' < 4$ , puis élevée si  $H' > 4$  bits. Comme il est parfois difficile de déterminer lequel des paramètres de composition ou de structure influence le plus la valeur de l'indice de Shannon, il est utile de calculer l'indice de dominance de Shannon (D) qui informe sur l'équilibre de la répartition entre les catégories.

$$- D = \ln(C) - H' ;$$

Avec  $C$  = nombre de classes ;

La valeur de cet indice vaut zéro lorsque la répartition entre les classes est parfaitement homogène. Plus une classe est abondante, plus l'indice de dominance s'accroît. D'autres méthodes telles que les indices de régularité (« evenness ») de Shannon ou de Simpson, offrent des alternatives pour évaluer si une distribution qui est équitable.

- L'indice de Simpson (D) qui exprime la probabilité que deux individus tirés au hasard dans une population infinie appartiennent à la même espèce (Simpson, 1949) :

$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$ , avec  $p_i = n_i/N$ , soit la densité relative de l'espèce  $i$  dans l'échantillon,  $n_i$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$ ,  $N$  = nombre total d'individus pour l'ensemble des espèces ( $S$ ). L'indice de Simpson varie de 1 (une seule espèce est présente) à  $S$  (toutes les espèces ont

la même abondance). Cet indice tend donc vers 0 lorsque la diversité est minimale et  $1 - \frac{1}{5}$  lorsque la diversité est maximale (Grosjean et Guyliann, 2021). Selon Doucet (2003), la diversité fournie par l'indice de Simpson et l'indice de Shannon-Weaver peut être rapportée à la diversité théorique maximale, soit l'équirépartition des effectifs entre les espèces présentes, il s'agit de l'équitabilité. Dans le premier cas, elle correspond à  $E = D / S$  ; dans le second, elle s'exprime par  $J = H / \ln S$ . L'indice d'équitabilité ou de régularité varie entre 0 et 1. Plus l'indice de régularité est élevé (tend vers 1), plus le peuplement est équilibré, le maximum étant de 1 pour une équirépartition parfaite des espèces.

- L'indice d'équitabilité de Piélou noté E.

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} ;$$

L'équitabilité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective ( $H'$ ) et la diversité maximale théorique ( $H'$ max). L'équitabilité varie entre 0 et 1 : elle tend vers 1 quand chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus ou le même recouvrement. Elle tend vers 0 lorsqu'une seule espèce domine dans la communauté (Piélou, 1965).

- L'indice  $\alpha$  de Fisher

Cet indice tient uniquement compte de la richesse spécifique et du nombre total d'individus observés (Magurran, 2004). Il représente le lien entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus observés. La constante alpha ( $\alpha$ ) qui est fréquemment utilisé comme indice de diversité, se calcule à partir de l'équation :

$$S = \alpha \ln \left( 1 + \frac{N}{\alpha} \right), \text{ où :}$$

- S est la richesse spécifique ;
- N le nombre d'individus.

La constante  $\alpha$  quantifie l'augmentation du nombre d'espèces observées quand la taille de l'échantillon augmente (Pavoine, 2005).

### **II.2.8.2.3. Analyse Factorielle des Données Mixtes**

Les données mixtes de cette étude ont fait l'objet d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) multivariée qui permet d'explorer les jeux de données contenant des variables tant qualitatives que quantitatives et dont la représentation graphique permet d'expliquer les liens des individus sur lesquels ont été mesurées les différentes variables. Le

but étant de voir comment les différentes données de ces variables se comportent quand elles sont nombreuses. Les packages utilisés sont ‘‘factoextra’’ et ‘‘FactoMineR’’.

Pour cette étude, l’Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM) a permis la mise en évidence des corrélations entre le nombre d’occurrences de plantules, l’épaisseur de la litière, la distance du semencier et les paramètres dendrométriques au travers du cercle de corrélations. Il a été aussi question de voir comment la corrélation s’établit entre le type d’occupation du sol, les paramètres dendrométriques et les trois stades observés pour chaque espèce en fonction de la hauteur.

#### **II.2.8.2.4. Test de significativité du coefficient de corrélation**

La signification d’une valeur du coefficient de corrélation calculée à partir d’un échantillon doit être testée pour confirmer l’existence d’une relation entre deux variables, dans la population considérée selon Jayaraman (1999). En effet, les valeurs du test de significativité du coefficient de corrélation ont servi à accepter ou rejeter les hypothèses confirmant ou infirmant les différences significatives et prédire quelles sont les causes probables de ces différences si elles existent.

Le test de Z a été utilisé pour comparer les données de terrain au modèle théorique (ou calculé ou attendu). Dans la comparaison avec une table de référence, si la valeur du test Z calculée est plus grande que la valeur critique à  $p = 0,05$ , la différence est significative Labarere (2012) ; sinon on n’observe pas de différence significative.

#### **II.2.8.2.5. Méthode de comparaison des moyennes**

Le test de Shapiro-Wilk a permis de tester la normalité des données des différentes variables afin de choisir le test de comparaison des moyennes à appliquer. Pour les données qui suivent une loi normale, les analyses de variance ont été effectuées.

#### **II.2.8.2.6. Matrice de corrélation**

La corrélation cherche à mesurer l’intensité de la liaison statistique entre deux variables. Le coefficient de corrélation sert avant tout à caractériser une relation linéaire positive ou négative (Ricco, 2017). En effet, le coefficient de corrélation linéaire simple, dit de Bravais-Pearson (ou de Pearson) utilisé ici a permis de mesurer à la fois la force et le sens de l’intensité de liaison linéaire entre deux variables. Il est compris entre -1 et +1 (Tableau VI). Quand il est proche de +1, la corrélation est parfaitement positive entre les deux variables. Lorsqu’il est égal à -1, la corrélation est parfaitement négative entre les deux variables et lorsqu’il est égal à 0, il y’a absence totale de corrélation linéaire entre ces deux variables. Mathématiquement, le

coefficient de corrélation de Pearson noté  $r$  est calculé de la manière suivante selon Ricco (ibid) :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Avec  $i = 1, \dots, n$  ;  $x_i$  = valeur de la première variable ;  $\bar{X}$  = la moyenne de la première variable ;  $y_i$  = valeur de la deuxième variable et  $\bar{Y}$  = la moyenne de la deuxième variable. La valeur de  $r$  n'a pas une signification intrinsèque. Selon Ricco (2017), son carré ( $r^2$ ) appelé coefficient de détermination, s'interprète comme la proportion de variance  $Y$  (respectivement  $X$ ) linéairement expliquée par  $X$  (respectivement  $Y$ ).

La matrice de corrélation permet de mettre plusieurs variables ensemble afin de déterminer leurs différentes relations deux à deux.

Tableau VI. Valeur d'interprétation du coefficient de corrélation selon Ricco (ibid)

Corrélation	Négative	Positive
Faible	de -0,5 à 0,0	de 0,0 à 0,5
Forte	de -1,0 à -0,5	de 0,5 à 1,0

## **CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Caractéristiques de la structure forestière

##### III.1.1.1. Composition floristique

Au total, 24861 individus ligneux appartenant à 48 espèces, 42 genres et 24 familles ont été identifiés lors des inventaires floristiques. Des familles ayant été rencontrées, quatre d'entre elles sont les plus représentées : Fabaceae, Malvaceae et Meliaceae contiennent respectivement 6 espèces, Apocynaceae (5 espèces), contre 2 espèces pour les Annonaceae, Arecaceae, Irvingiaceae, Moraceae et Sapotaceae ; Tandis que, la majorité des familles comportent au moins 1 espèce (Fig.21).

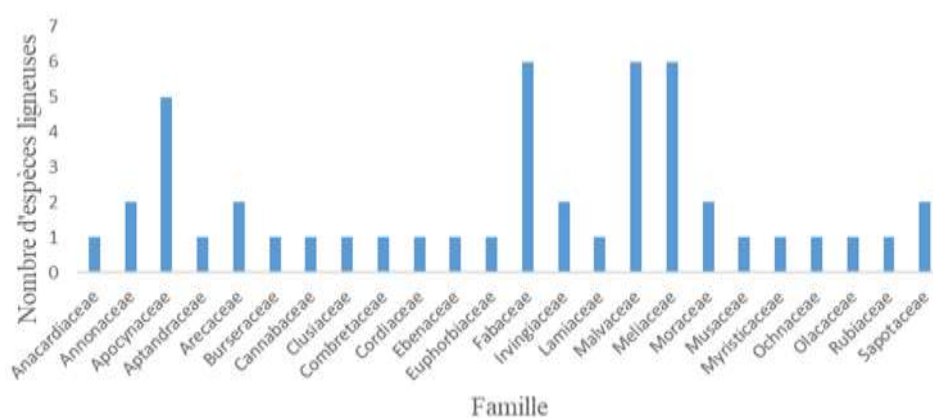


Fig. 21. Répartition du nombre d'espèces par famille

Des espèces ligneuses rencontrées lors de la phase d'inventaire, 44 ont été dénombrées dans le PNDD contre 41 espèces dans la ZNP. Sept des 48 espèces rencontrées dans les deux sites ont été dénombrées uniquement à l'intérieur du PNDD, contre 4 seulement dans la zone non protégée (annexe 5).

La valeur de la surface terrière moyenne était de  $5,97 \pm 1,43$  m<sup>2</sup>/ha dans le PNDD (Fig.22a), contre  $4,40 \pm 0,7$  m<sup>2</sup>/ha dans les FNP (Fig.22b) En revanche celles des trois espèces sont respectivement de  $54,33 \pm 13,01$  m<sup>2</sup>/ha,  $24,13 \pm 5,78$  et  $5,54 \pm 1,33$  m<sup>2</sup>/ha dans le PNDD pour l'Ayous, le Bété et le Sapelli, contre  $17,97 \pm 4,30$  m<sup>2</sup>/ha,  $5,13 \pm 1,23$  m<sup>2</sup>/ha et  $2,58 \pm 0,62$  m<sup>2</sup>/ha dans les FNP. Les valeurs de la surface terrière des trois espèces étant liées au diamètre de ces individus au nombre d'individus rencontrés, restent plus faibles dans les FNP, comparativement à celles que les analyses ont révélé pour ces mêmes espèces dans le PNDD.

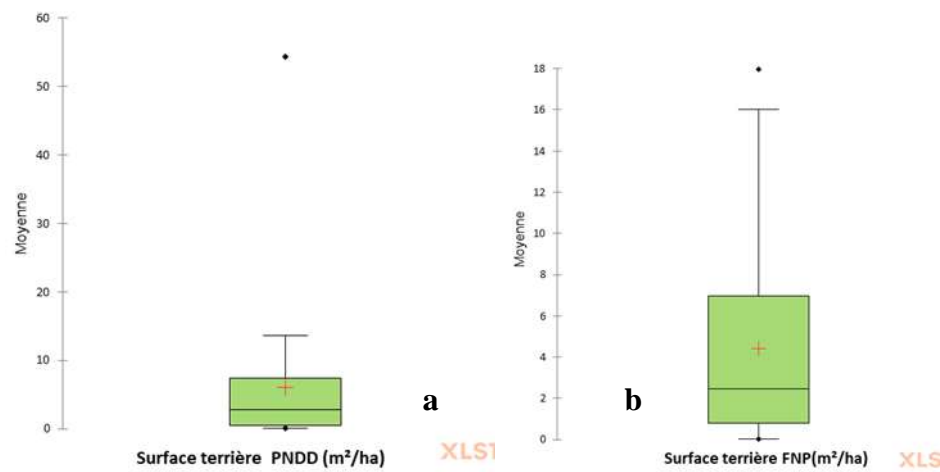


Fig. 22. Valeurs moyennes des surfaces terrières : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.1.2. Caractérisation de la distribution floristique

Une analyse basée sur la liste des espèces et de leur fréquence relative (FRR) a permis de dresser la distribution floristique de chaque espèce (Tableau VII). La distribution de ces espèces est fonction du site où chaque espèce était rencontrée. Dans le PNDD, l'espèce *Entandrophragma cylindricum* apparaît comme étant grandement distribuée alors qu'elle était moyennement distribuée dans les FNP. Pour l'ensemble des deux sites, les deux espèces *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* avaient une très grande distribution. La FRR de chacune de ces espèces dans les deux milieux était de 85 %, ce qui les classent comme espèces à très grande distribution dans la zone d'étude.

Le calcul du coefficient de similarité de Sorensen (K) a permis de comparer les communautés végétales. La valeur calculée de K est de 88,1 % entre les groupements floristiques ligneux rencontrés dans le PNDD et celles des FNP. Cette valeur de K étant supérieure à 50 %. Ce résultat montre que les deux sites sur lesquels l'étude a été menée appartiennent à la même communauté végétale.

Tableau VII. Distribution des espèces dans la zone d'étude

Type de classe	FRR par classe	Appréciation	Nombre d'espèces par site	
			PNDD	FNP
I	[0 à 20]	Espèces à distribution rare	19	12
II	[21 à 40]	Espèces à faible distribution	12	10
III	[41 à 60]	Espèces moyennement distribuées	11	13
IV	[61 à 80]	Espèces à grande distribution	0	3
V	[81 à 100]	Espèces à très grande distribution	2	3
<b>Total espèces</b>			44	41

L'analyse de la répartition de ces espèces a montré les stades abondants et ceux qui le sont moins (Fig. 23). Dans le PNDD, 43 % des espèces rencontrées ont une distribution rare et 27 % ressortent comme ayant une distribution faible. En revanche, dans les FNP, 29 % des espèces rencontrées ont une distribution rare et 25 % sont faiblement distribuées. Tout compte fait, pour l'ensemble des deux sites, il s'observe une vulnérabilité sur la distribution des espèces rencontrées 70 % sont rencontrées dans le PNDD et 54 % dans les FNP.



Fig. 23. Proportion des espèces rencontrées par site d'étude

### III.1.1.3. Valeur d'importance des espèces rencontrées dans la zone d'étude

Les résultats tirés de l'analyse de la composition floristique rencontrée dans la zone d'étude montrent que les espèces *Albizia glaberrima*, *Aningeria sp*, *Annona sp*, *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* sont les plus importantes écologiquement, au vu de leur Indice de Valeur d'Importance (IVI) dans chacun des sites d'étude (Tableau VIII). Cependant, des trois espèces-clés, *Entandrophragma cylindricum* présente une faible valeur d'importance par rapport à *M. altissima* et *T. scleroxylon*

pour l'ensemble des deux sites. En revanche, son IVI est plus élevé dans le PNDD (74,64) que dans les FNP (52,6).

Tableau VIII. Espèces ayant les plus grandes valeurs d'importance

Site d'étude	Espèces	DER	DOR	FRR	IVI
PNDD	<i>Aningeria sp</i>	4,4	4,08	50	58,48
	<i>Annona sp</i>	2,6	0,41	50	53,01
	<i>Autranella congolensis</i>	3,68	7,63	50	61,31
	<i>Guarea sp</i>	3,26	6,95	50	60,21
	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	2,54	2,1	70	74,64
	<i>Mansonia altissima</i>	36,43	9,29	90	135,72
	<i>Mitragyna ciliata</i>	2,04	1,72	60	63,76
	<i>Ongokea gore</i>	0,12	0,04	60	60,16
	<i>Terminalia superba</i>	2,37	5,09	50	57,46
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	10,75	20,69	90	121,44
FNP	<i>Albizia glaberrima</i>	2,51	4,48	50	56,99
	<i>Autranella congolensis</i>	4,7	8,89	70	83,59
	<i>Ceiba pentandra</i>	1,34	5,9	50	57,24
	<i>Mitragyna ciliata</i>	2,01	4,33	50	56,34
	<i>Mansonia altissima</i>	36,06	2,85	90	128,91
	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	3,32	3,88	50	57,2
	<i>Pterocarpus sp</i>	3,18	5,21	50	58,39
	<i>Sterculia rhinopetala</i>	4,17	6,81	90	100,98
	<i>Terminalia superba</i>	2,51	4,36	70	76,87
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	17,38	9,98	90	117,36

#### III.1.1.4. Évaluation de la disponibilité des espèces-clés

La répartition des espèces en fonction de leur RI montre que 25 % des espèces rencontrées dans le PNDD sont rares et donc vulnérables contre 44 % dans les FNP. Ainsi, cet indice ethnobotanique a discriminé les espèces rencontrées en trois grands groupes dans chacun des sites d'étude en fonction de leur disponibilité et sur la base des 20 transects linéaires (Fig. 24).

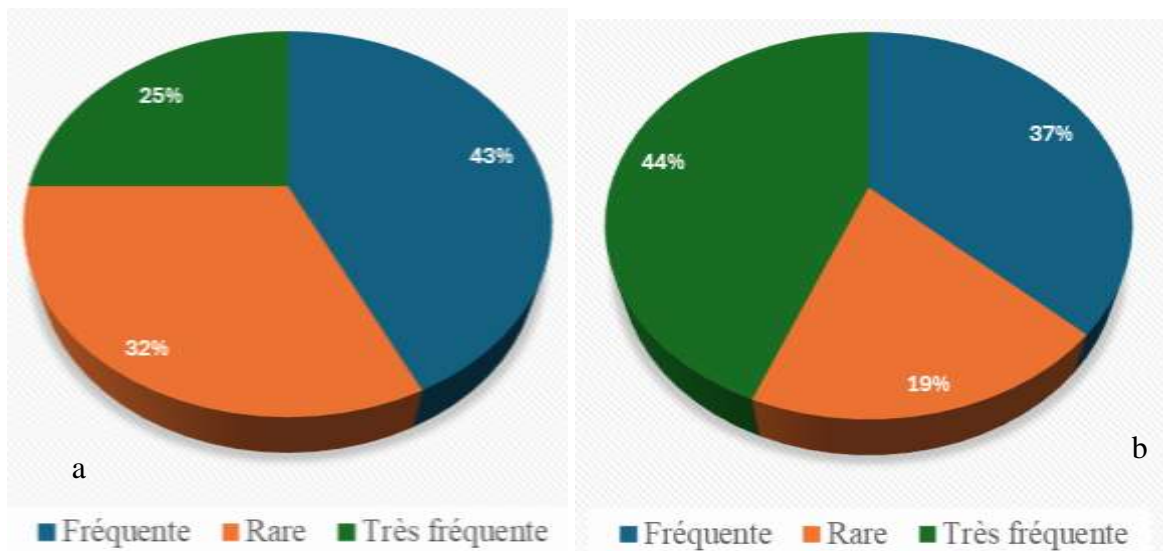


Fig. 24. Répartition des espèces en fonction de leur vulnérabilité dans la zone d'étude : (a) PNDD ; (b) FNP

Un dendrogramme ou classification ascendante hiérarchique (CAH) basé sur le RI des espèces a permis d'obtenir le spectre de distribution de chacune de ces espèces en fonction de leur vulnérabilité par calcul de dissimilarité entre les espèces rencontrées dans chaque chacun des sites (Fig. 25). Par la suite, un regroupement a été effectué en minimisant le critère d'agrégation comprenant ainsi les cinq groupements des différentes espèces rencontrées en fonction des RI calculés. Les regroupements successifs ont permis de produire un dendrogramme, dont la racine regroupe l'ensemble des espèces en fonction de la vulnérabilité à la PBLP.

Chaque embranchement représente une union entre les groupes d'espèces proches selon leur indice de rareté. Plus la hauteur du nœud est élevée, plus les groupes sont différents. Les couleurs (bleu, vert, rouge, jaune, incolore) délimitent les classes d'espèces similaires. Dans le PNDD (Fig. 25a), le dendrogramme montre 5 grands groupes d'espèces. La grande majorité des espèces est concentrée dans le groupe du haut à l'extrémité droite.

Aussi, ce regroupement suggère que, dans le PNDD, la grande proportion des espèces a un indice de rareté similaire, d'une faible à une rareté modérée qui se justifie par le statut de conservation de ce milieu. Du point de vue écologique, elle traduit une diversité qui est plus marquée pouvant justifier une meilleure conservation.

Le dendrogramme des FNP (Fig. 25b) semble plus équilibré que celui du PNDD. Même s'il présente aussi 5 groupes, ces groupes sont mieux répartis, pouvant signifier que la diversité en termes de rareté est plus marquée dans la FNP. Certains groupes présentent plusieurs espèces très rares, traduisant une plus forte pression anthropique. La rareté marquée des espèces étudiées pourrait être liée à des perturbations humaines.

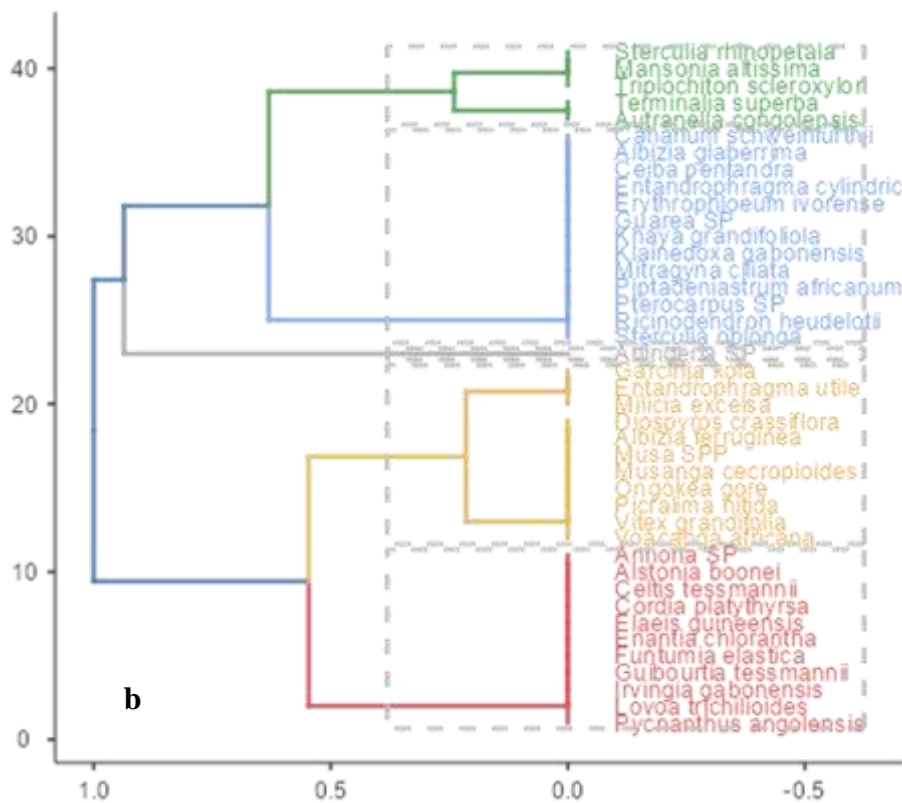
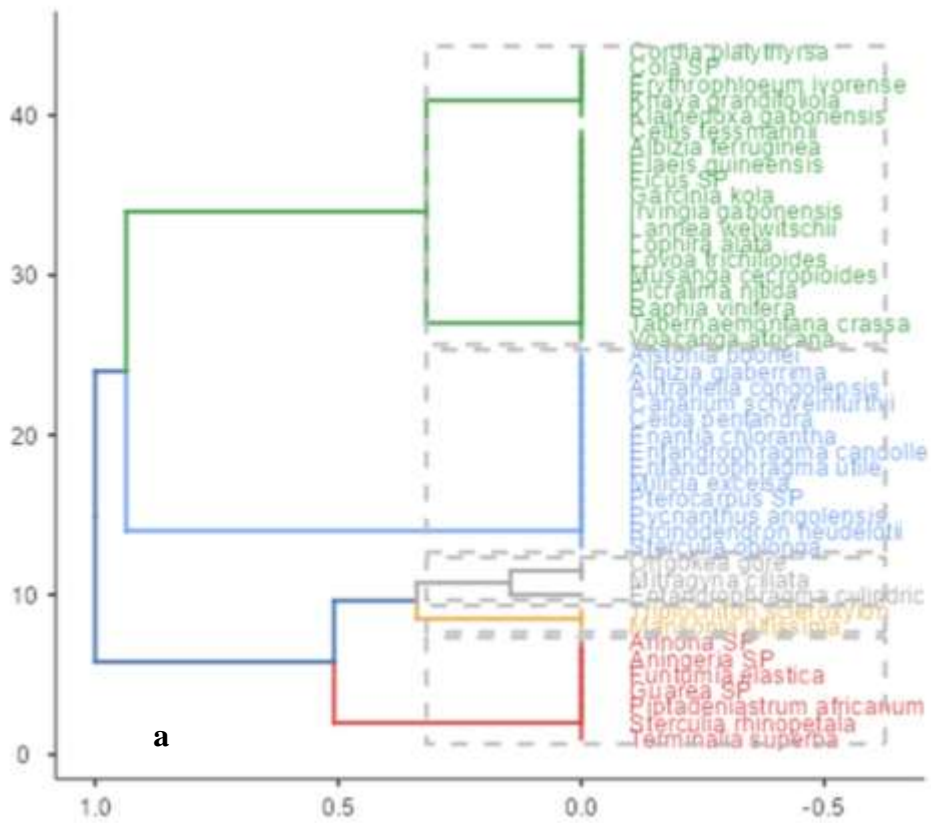


Fig. 25. Classification ascendante hiérarchique des espèces rencontrées dans la zone d'étude en fonction de leur vulnérabilité : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.1.5. Caractéristiques dendrométriques

#### III.1.1.5.1. Structures en hauteur et en diamètre

L'analyse de la répartition des individus de chaque espèce-clé effectuée par classe de hauteur d'amplitude 10 (Fig.26) et en classe de diamètre d'amplitude 20 (Fig. 27) à la courbe de Weibull 2 au seuil de 95 % faite aura permis d'apprécier le stade de vie abondant de chaque espèce. Les distributions de type de tiges observées paraissent mieux refléter la structure des trois espèces dans le PNDD et dans les FNP. L'interprétation de la courbe de Weibull pour l'écosite se traduit par une dominance des hautes tiges ou semenciers et des individus caractérisés de régénération acquise ( $0,2 \text{ cm} < H < 11,9 \text{ m}$ ).

Les allures des courbes qui résultent des analyses ont une allure en « J » pour *M. altissima* et en cloche pour *E. cylindricum* et *T. scleroxylon* dans le PNDD semblent indiquer une régénération limitée et perturbée, montrant la maturation des deux espèces dans cette zone protégée. En revanche, dans la FNP, en dehors d'*E. cylindricum* (Fig.26d) qui présentent une distribution en « J », les deux autres espèces ont une distribution en « J » renversé (Fig.26e & f) caractérisant les peuplements à fort recrutement et à faible dominance des grands arbres. Ces courbes dans les FNP se justifient par le degré d'anthropisation, la conversion des terres et la coupe hyper sélective orientait qui favorise la diminution de leurs populations.

L'analyse des modèles des courbes de diamètre ajustés à la courbe de Weibull avec un intervalle de confiance au seuil de 95 % se traduisent par des allures en J (Fig.27b, d & e). Ces figures montrent une quantité insuffisante des individus de diamètres importants. C'est le contraire pour la (Fig.27a) où la tendance est inversée. En revanche, cette observation est différente pour la (Fig.27d) qui présente une courbe en cloche.

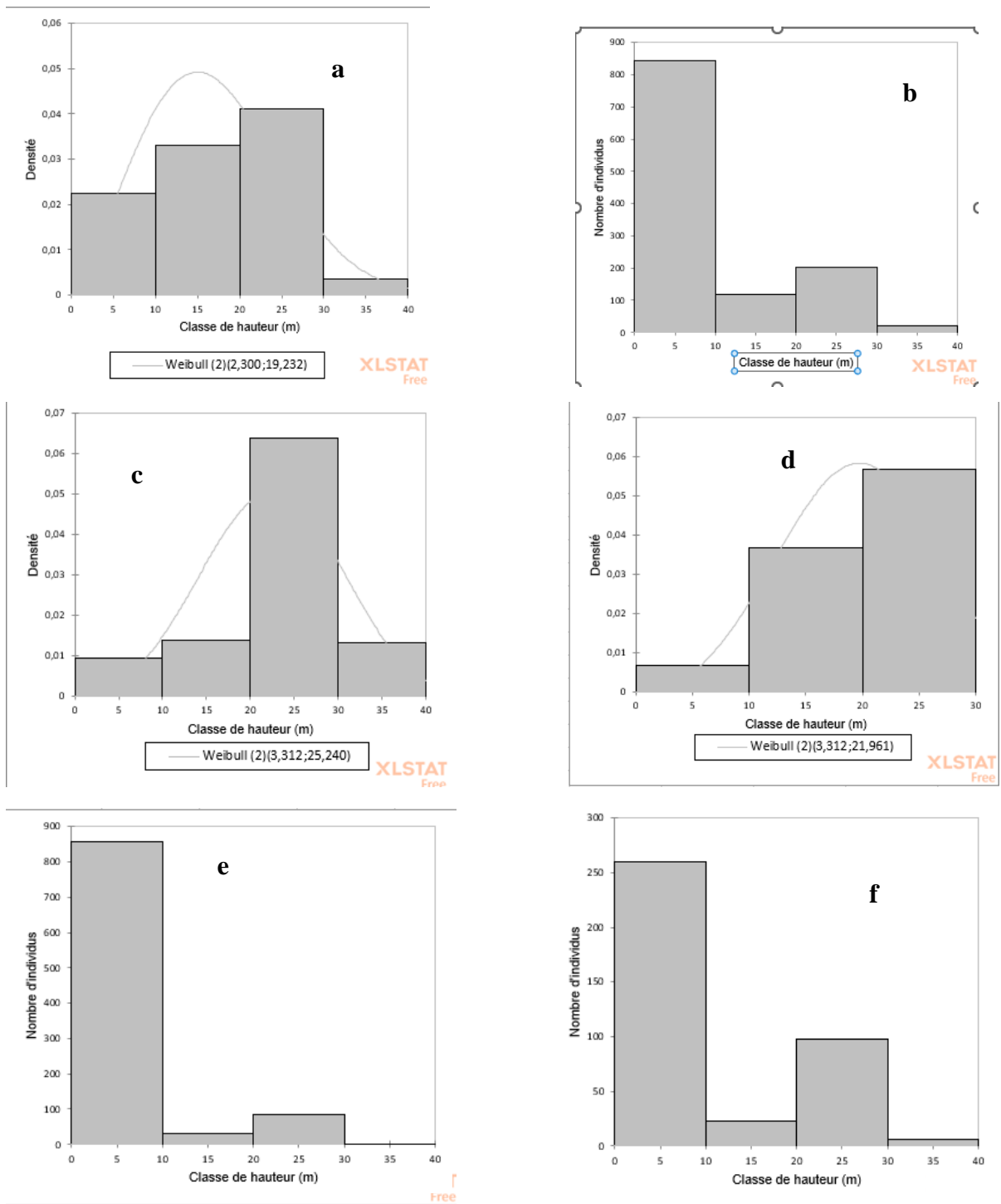


Fig. 26. Hauteur des trois espèces-clés respectives dans le PNDD et les FNP : (a & d) *Entandrophragma cylindricum* ; (b & e) *Mansonia altissima* ; (c & f) *Triplochiton scleroxylon*

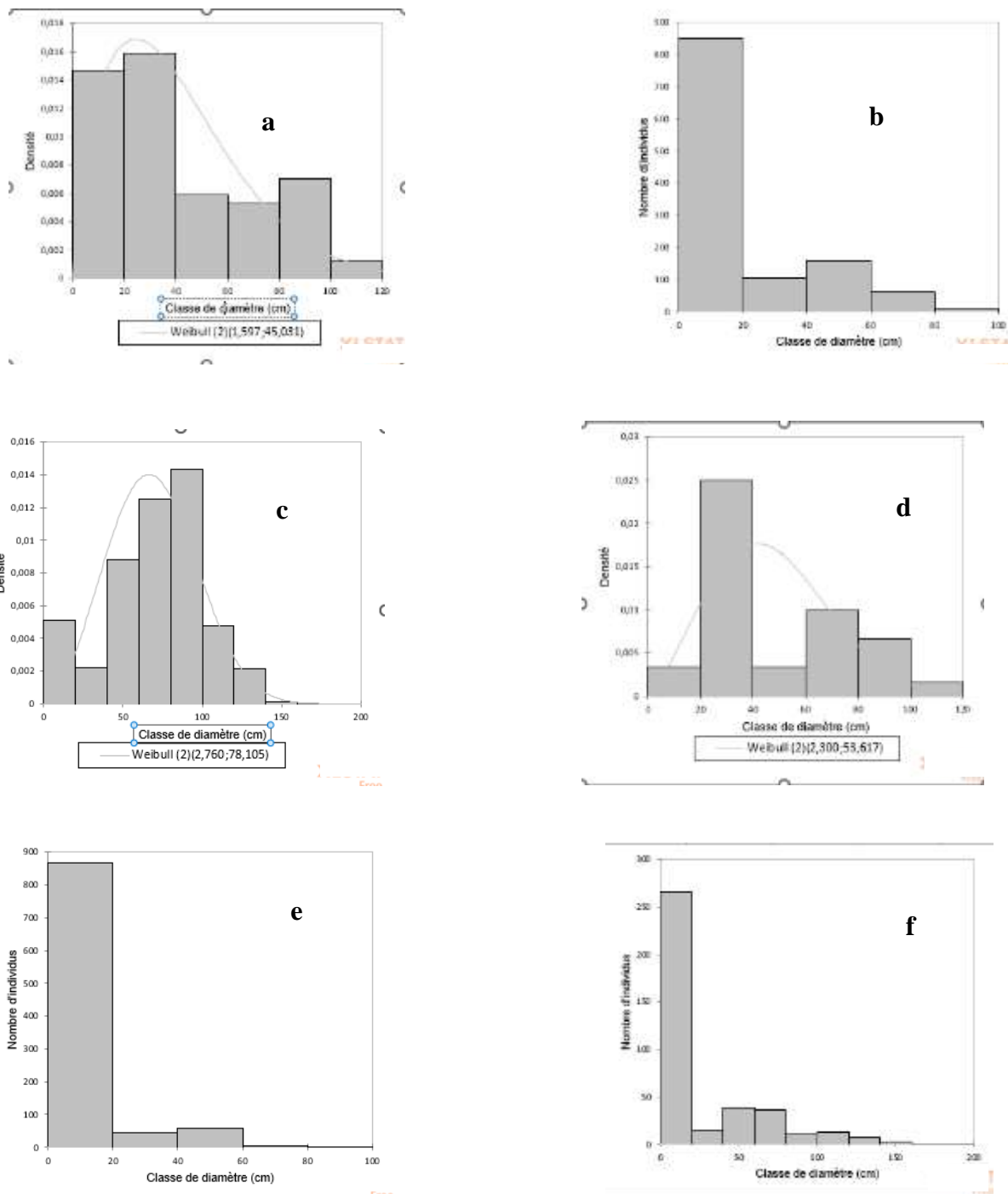


Fig. 27. Structures diamétriques des trois espèces-clés respectives dans le PNDD et les FNP : (a & d) *Entandrophragma cylindricum* ; (b & e) *Mansonia altissima* ; (c & f) *Triplochiton scleroxylon*

### III.1.1.5.2. Caractéristiques structurales des trois espèces dans la zone d'étude

La courbe de la structure en classe de hauteur d'*E. cylindricum*, *M. altissima* et *T. scleroxylon* pour l'ensemble de la zone d'étude présente des allures en « J » dans les deux sites étudiés, à savoir le PNDD et les FNP qui se traduisent par la disponibilité des trois stades de développement : plantule pour les trois classes de hauteur ( $H < 0,2$  cm), régénération acquise

( $0,2 < H < 11,9$  m) et le stade mature ou en voie de maturation ( $H > 11,9$  m) (Fig. 28). Les populations de ces espèces se répartissent au sein de quatre classes de hauteur.

Les résultats ont révélé une abondante disponibilité du stade semencier par rapport aux deux autres stades de développement dans le PNDD. En revanche, dans la FNP ou zone à exploitation active, les quatre classes montrent une abondance en plantules.

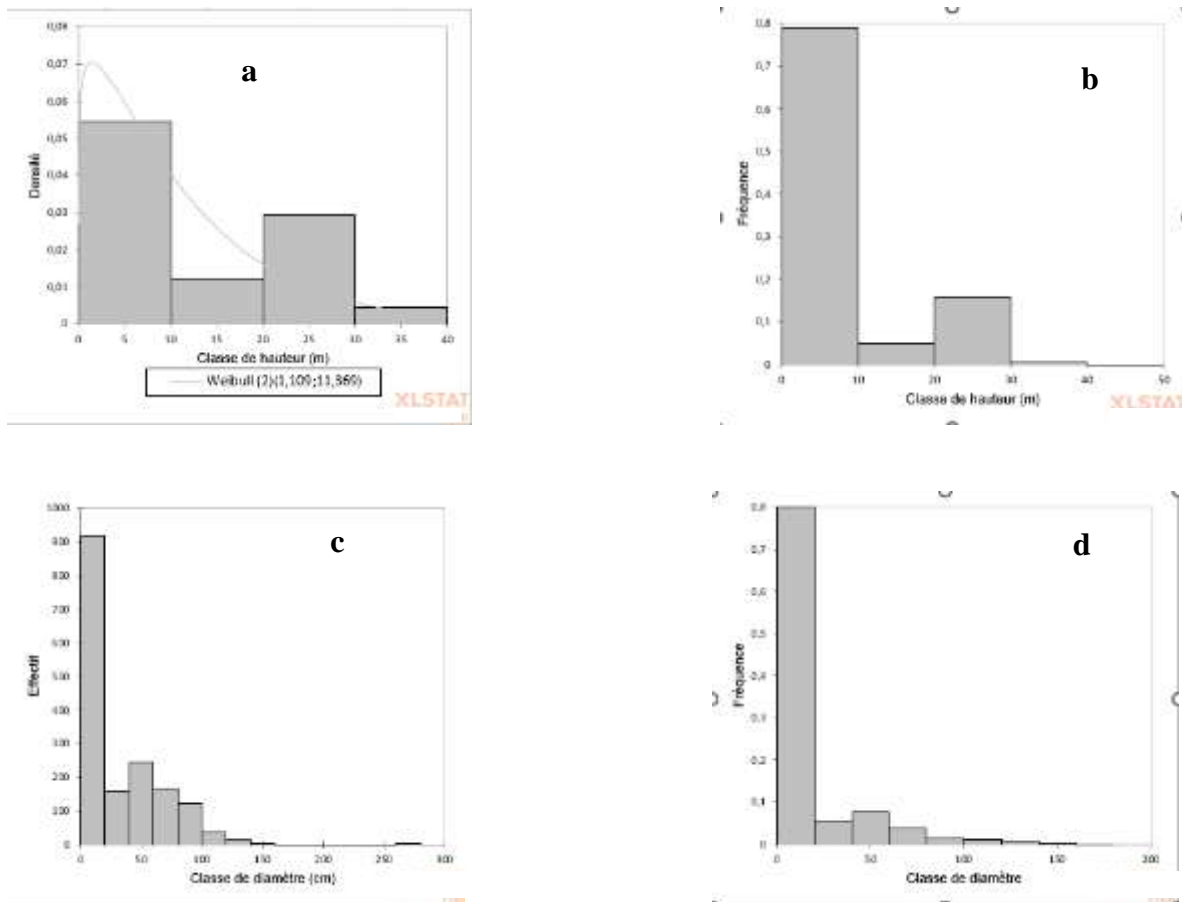


Fig. 28. Structures de l'ensemble des hauteurs et des diamètres des trois espèces-clés rencontrées dans le PNDD et les FNP : (a & b) structures en hauteur ; (c & d) structures diamétriques

### III. 1.1.5.3. Structure globale du peuplement à la PBLP

La structure du peuplement à la PBLP ressort 4 classes d'amplitude 10 pour les structures en hauteur, contre 9 classes d'amplitude 20 pour les structures en diamètre permettant d'obtenir des courbes en « cloche ». Pour l'ensemble des deux structures, les courbes de Weibull 2 montrent une dominance des populations d'arbres matures (Fig. 29).

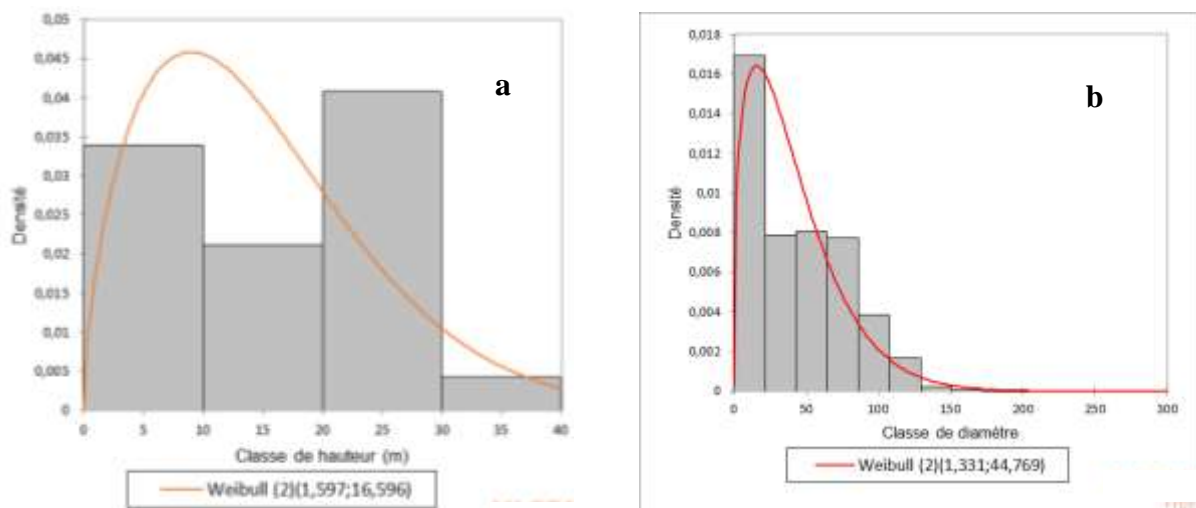


Fig. 29. Structures de l'ensemble des espèces issues des inventaires : (a) structure en hauteur ; (b) structure diamétrique

### III. 1.1.5.4. Corrélation diamètre-hauteur des trois espèces

Il existe une corrélation positive forte et significative entre le diamètre et la hauteur des arbres aussi bien dans le PNDD et que pour les FNP (Fig.30).

Ces liaisons sont expliquées avec une grande densité des semenciers ( $H > 11,9$  m) dans le PNDD contre une forte présence des plantules dans les FNP. Ces facteurs pourraient exercer une influence sur la croissance en hauteur en disproportion avec le diamètre des populations de ces espèces, observées surtout pour la FNP. En plus, pour chacun des sites étudiés, des tests de corrélations ont révélés une corrélation forte et significative (0,91) entre la hauteur et le diamètre et une  $p$ -value  $< 0,0001e-16$  entre les deux variables pour le PNDD avec une Multiple R-squared de 0,82 pour ( $p$ -value modèle :  $< 0,0001e-16$ ,  $p$ -valuea  $< 2e-16$ ,  $p$ -valueb  $< 2e-16$ ) et de même une corrélation forte et significative entre les deux variables dans la FNP. Toutes les  $p$ -value sont inférieures à 0,001.

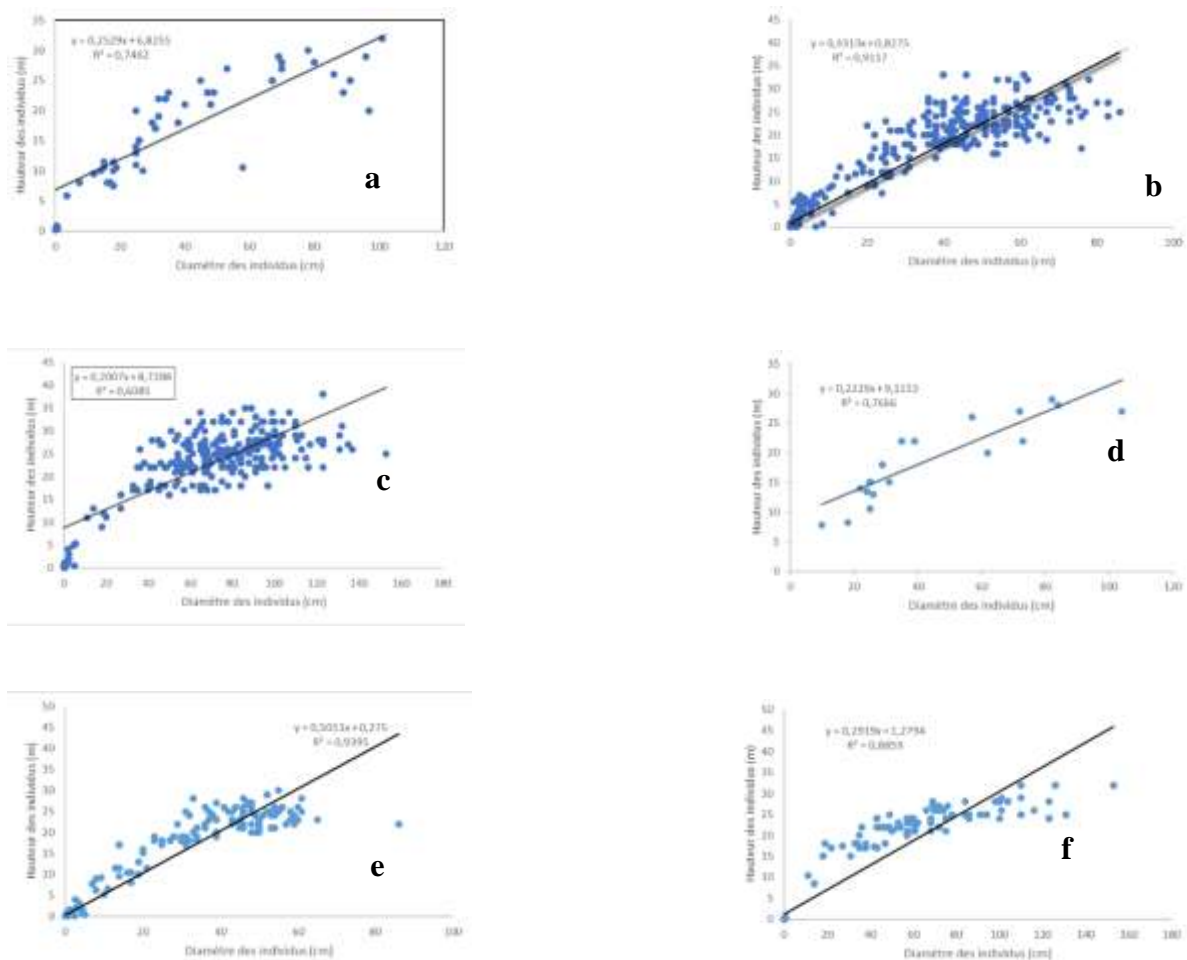


Fig. 30. Relation entre le diamètre et la hauteur des trois espèces dans le PNDD et la FNP : (a & c) *Entandrophragma cylindricum* ; (b & e) *Mansonia altissima*; (d & f) *Triplochiton scleroxylon*

### III.1.1.5.5. Corrélations cumulées diamètre-hauteur des trois espèces

L'analyse de la relation allométrique cumulée dans les deux sites d'étude entre le diamètre et la hauteur des trois espèces étudiées montre une corrélation positive, forte et significative. L'équation de régression est le meilleur modèle pour prédire le diamètre en fonction de la hauteur car elles ont respectivement des  $R^2$  plus élevés FNP ( $R^2 = 0,87$  ; p-value  $< 0.001$ ) et le PNDD ( $R^2 = 0,82$  ; p-value  $< 0.001$ ). Les deux équations allométriques cumulées des deux sites (FNP et PNDD) présentent une meilleure distribution de nuage de points par rapport aux autres équations (Fig. 31 a, & b).

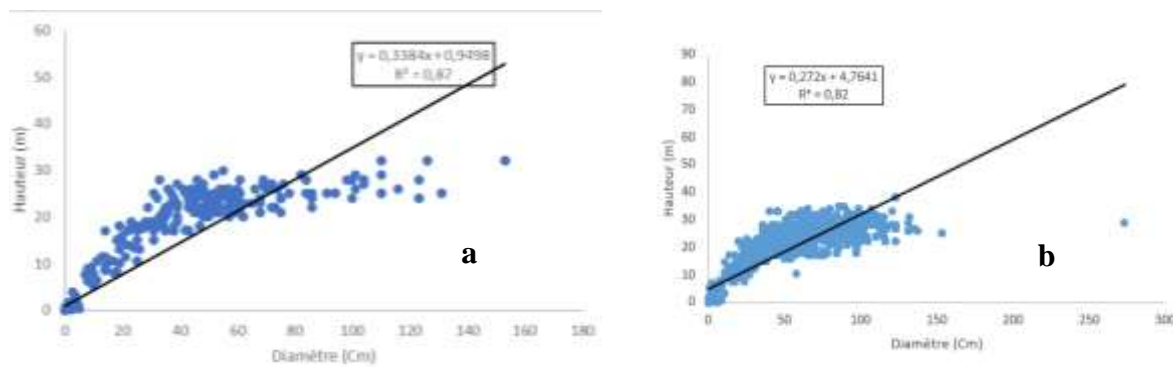


Fig. 31. Équations de régression globale diamètre-hauteur : (a) FNP ; (b) PNDD

### III.1.2. Description des systèmes d'affectation des terres

#### III.1.2.1. Caractérisation des types d'occupation du sol à la PBLP

Afin de mieux comprendre la régénération naturelle de chaque espèce au niveau de cet écosystème, une caractérisation des différents milieux traversés dans chaque transect par placette effectuée aura contribué à apprécier la répartition des populations de ces espèces par type d'occupation du sol. Dans le PNDD les principaux habitats rencontrés étaient les forêts secondaires adultes (FSA), les forêts secondaires jeunes (FSJ), les forêts marécageuses (FM) périodiquement inondées et les jachères (JRE).

#### III.1.2.2. Diversité spécifique des système d'affectation des terres

La richesse spécifique révèle simplement le nombre d'espèces rencontrées dans un milieu bien défini. Ainsi, l'analyse de certains paramètres par niveau d'occupation du sol indique que la richesse spécifique des ligneux rencontrés dans le site d'étude est de 48 espèces, elle est plus élevée FPA et les FSJ avec 40 espèces (Tableau IX). La différence se situe au niveau des familles où les FP renferment 21 familles contre 20 familles pour les FSJ. En revanche, la moyenne de la richesse spécifique des différents types forestiers n'est pas significative entre les FP, les FS et les JRE (Fig.32). Mais, elles sont significatives entre les types d'occupation du sol précédents, les AGF et les forêts ripicoles ou marécageuses périodiquement inondées (FR) pour ce qui est de la moyenne pour la richesse spécifique. En revanche les indices de diversité ont été calculés par transect afin de mieux discuter.

Tableau IX. Valeurs de quelques indices calculés, des espèces rencontrées et des principales familles par niveau d'occupation du sol

	AGF	FSJ	FSA	FR	JRE
H'	2,24	2,42	2,7	0,79	2,42
J	0,68	0,66	0,73	0,71	0,66
NE	27	40	40	3	37
NF	15	17	21	3	20

\***AGF** : Agro-forêt ; **FSA** : Forêt secondaire adulte ; **FSJ** : Forêt secondaire jeune ; **FR** : Forêt Ripicole ; **H** Indice de Shannon ; **J** : Équitabilité de Pielou ; **JRE** : Jachère **NE** : nombre d'espèces ; **NF** : nombre de familles

### III.1.2.3. Caractérisation de la densité des trois stades d'observation des espèces-clés

#### III.1.2.3.1. Valeurs moyennes des indices de diversité

Les valeurs moyennes des indices de Shannon, Pielou, Fisher et Simpson sont plus élevées dans le PNDD que dans les FNP (Tableau X). La richesse spécifique des ligneux rencontrés était également plus élevée dans le PNDD que dans les FNP.

Tableau X. Valeurs des indices de diversité dans chaque site d'étude

Indices Site	Valeur des indices de diversité par site d'étude				
	H'	J	F	1 - D	S
PNDD	2,64	0,68	7,22	0,83	44
FNP	2,52	0,68	7,13	0,83	41

\*(**H'**) indice de Shannon ; (**J**) Equitabilité de Pielou (**F**) indice de Fisher ; (**1 - D**) indice de Simpson ; (**S**) espèces rencontrées dans chaque zone d'étude

#### III.1.2.3.2. Densité des espèces-clés

Au total, 11363 individus tous les DBH confondus des trois espèces ont été dénombrés dans l'ensemble de la zone d'étude (Tableau XI). Cet effectif correspond à une densité de 56,82 tiges par hectares, représentant 28,41 individus par placette. Cela représente 45,71 % de l'ensemble des ligneux rencontrés lors des inventaires.

Pour les trois stades d'observation en lien avec la hauteur, les proportions du stade des espèces matures représentent 44 % de l'ensemble des trois espèces rencontrées dans le PNDD (Fig.32b). En revanche, dans les FNP, le stade B représentant les populations des espèces considérées comme étant la régénération acquise représente 47 % (Fig.32a).

De manière spécifique, pour les différents stades rencontrés, cette densité est respectivement de 24,4 individus/ha, 24,95 individus/ha et 36,7 individus/ha pour le stade

plantule, la régénération acquise et les espèces considérées comme matures dans le PNDD. Dans les FNP, ces densités sont respectivement de 10,1 individus/ha, 14,28 individus/ha et 6,2 individus /ha pour le stade plantule, régénération acquise et le stade mature.

Tableau XI. Caractérisation des différents stades des trois espèces rencontrées

Nom scientifique	Stade		Plantule	Régénération acquise	Espèce mature
	Site				
<i>T. scleroxylon</i>	PNDD		45	160	1590
	FNP		395	258	317
<i>M. altissima</i>	PNDD		2380	1925	1780
	FNP		615	1160	238
<i>E. cylindricum</i>	PNDD		15	125	285
	FNP		0	10	75

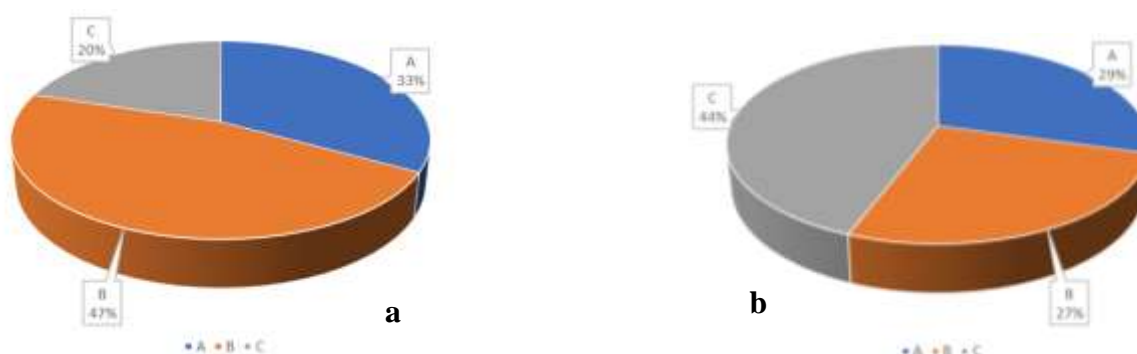


Fig. 32. Caractérisation des différents stades des trois espèces rencontrées : (a) FNP ; (b) PNDD ; (A) : stade plantules ; (B) ; régénération acquise ; (C) : stade mature

La densité de répartition globale pour l'ensemble des trois stades d'observation de chacune des trois espèces est de  $4,25 \pm 0,44$  tiges/ha pour *E. cylindricum*,  $59,15 \pm 1,46$  tiges/ha pour *Mansonia altissima* et  $17,95$  tiges/ha pour *T. scleroxylon* dans le PNDD. Dans les FNP, ces espèces ont une densité de répartition respective de  $0,75 \pm 0,02$  tiges/ha pour *E. cylindricum* de  $24,35 \pm 0,6$  tiges/ha pour *M. altissima* et  $9,68$  tiges/ha pour *T. scleroxylon*. Cette densité de répartition à l'hectare variait d'un transect à un autre. Les transects des FNP éloignés du village ou proches du PNDD montrent un niveau élevé en espèces-clés dans l'absolu et donc un gradient de diminution de leur population qui tend à diminuer au fur et à mesure qu'on s'éloigne du village ou qu'on se rapproche du PNDD.

#### III.1.2.4. Stades de développement des espèces-clés

Une analyse des principaux stades de développement se rapportant à la moyenne et aux différents stades observés a permis de présenter les moyennes des différents stades observés et

des écarts types en fonctions de la hauteur de chaque site. Ce résultat a permis de mieux apprécier les caractéristiques de chaque site étudié Tableau XII & Tableau XIII. Ce résultat qui avait un double intérêt (i) permettait de mieux regrouper les données dans chaque classe de hauteur afin d’apprécier la classe de hauteur dominante (ii) de déterminer le site présentant le meilleur recrutement, afin d’apprécier l’influence des facteurs anthropiques sur la régénération naturelle de chaque espèce.

Tableau XII. Caractérisation des formes de régénération des espèces-clés dans la FNP

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Catégorie	3058	0,030	32	5,06	0,26
Plantule	1010	0,03	0,19	0,13	0,002
Régénération acquise	1428	0,20	11,5	0,80	0,07
Espèce mature	620	13	32	22,87	0,25

Tableau XIII. Caractérisation des formes de régénération des espèces-clés dans la PNDD

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Catégorie	8305	0,05	38	10,94	0,29
Plantule	2440	0,05	0,19	0,115	0,001
Régénération acquise	2195	0,2	11,8	2,32	0,144
Espèce mature	3670	12	38	23,3	0,182

### III.1.2.5. Caractérisation de l’épaisseur de la litière sur la distribution des plantules des trois espèces-clés

La densité de répartition des plantules est importante pour  $1 \text{ cm} \leq Do \leq 3 \text{ cm}$ , à une distance de 25 m du semencier dans le PNDD. Cependant, cette répartition diminue avec la distance du semencier et varie en fonction de l’épaisseur de la litière. En revanche, pour l’espèce *T. scleroxylon*, il a été observé autour d’un individu près de 250 plantules. Ce qui suggère une hypothèse d’échappement, étant donné que la densité des plantules observées diminue avec la distance de l’arbre parent (Fig. 33 a & b).

Cependant, une étude sur le taux de survie des plantules peut révéler le développement de maladies qui serait plus élevées chez ces individus. Cette hypothèse d’échappement se confirme un peu plus chez les individus de l’espèce *Entandrophragma cylindricum*, où la densité de plantules observée confirme un lit de germination qui s’éloigne du semencier, aussi bien dans le PNDD que dans les FNP. Les individus de cette espèce, notamment, les stades

plantules (A) et régénération acquise (B) ont été retrouvés jusqu'à 100 m du semencier dans le PNDD et à plus de 150 m du semencier dans les FNP.

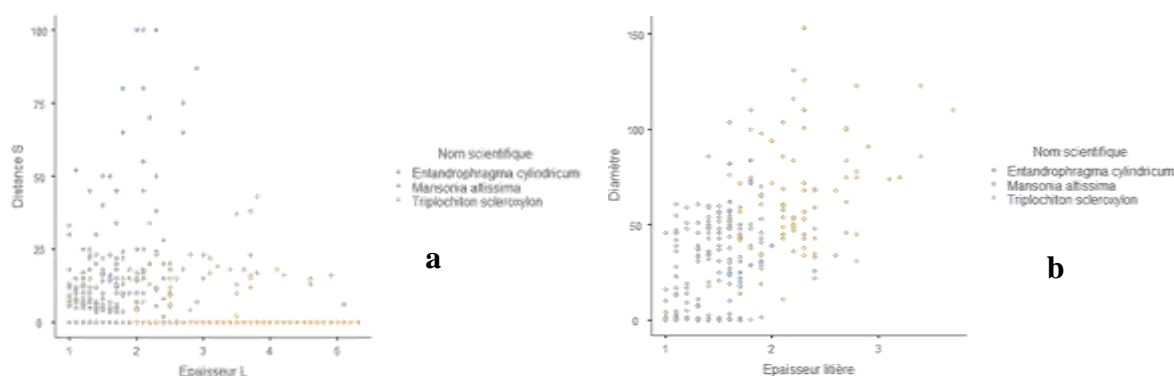


Fig. 33. Nuage de points du lit de germination en fonction de l'épaisseur de la litière et la distance au semencier des espèces-clés : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.2.5.1. Régénération naturelle des espèces clés

Les mécanismes de la régénération naturelle des trois espèces évaluées montrent une faible régénération naturelle dans les deux sites parcourus pour les espèces *E. cylindricum* et *T. scleroxylon* (Tableau XIV). De même, une valeur élevée du stade plantules a été observée dans les FNP pour *T. scleroxylon*. En revanche, dans l'ensemble des deux sites, *M. altissima* présente une bonne régénération, principalement au niveau des trouées, où le stade plantule est fortement représenté. Trois modalités de régénération naturelle ont été retrouvées pour *M. altissima* et *T. scleroxylon* à savoir par semis naturels, rejets de souche et drageons. Même si les deux derniers modes de régénération sont faibles par rapport au semis naturel.

Tableau XIV. Densité des différents modes de régénération des trois espèces clés pour n (nombre de placettes égal à 400) placettes

Mode de régénération		Semis naturels		Rejets de souches		Drageons	
		N	Di	N	Di	N	Di
<i>T. scleroxylon</i>	PNDD	36	0,18	7	0,04	2	0,01
	FNP	349	1,75	17	0,09	29	0,15
<i>E. cylindricum</i>	PNDD	15	0,08	0	0	0	0
	FNP	0	0	0	0	0	0
<i>M. altissima</i>	PNDD	2081	20,81	237	1,19	62	0,31
	FNP	535	10,41	58	0,29	22	0,11

\*N : nombre d'individus ; Di : densité d'individus par site et par placette

### III.1.2.5.2. Modélisation de la régénération naturelle

La modélisation de la régénération naturelle des différents modes de régénération naturelle a contribué à apprécier le lit de germination des trois espèces dans le PNDD et les FNP. Cette influence de la litière contribue à comprendre l'échappement des semis en fonction

sur le lit de germination dans chaque site étudié. Cette analyse révèle que la litière influence la répartition des plantules. La densité de répartition des plantules des trois espèces est étroitement liée à l'épaisseur de la litière dans le PNDD et dans les FNP (Fig.34).

Dans le PNDD l'épaisseur de la litière contribue à expliquer le lit de germination des trois espèces, il est observé une distribution faible en plantules lorsque l'épaisseur de la litière devient importante. Cette observation pourrait augmenter la prédation des graines des trois espèces et donc diminuer la disponibilité des plantules devant permettre d'assurer le renouvellement des populations de ces espèces.

Ainsi, en absence d'une population plantules, ces espèces deviennent vulnérables du fait d'une prédation importante. L'épaisseur de la litière expose leurs graines à une rapide consommation. Plus l'épaisseur de la litière est importante, plus la graine est consommée par les espèces granivores et moins il est observé des plantules. C'est ce qui pourrait rendre vulnérables certaines graines de *T. scleroxylon*, *M. altissima* et *E. cylindricum* qui dont le recrutement est faible dans les forêts primaires et secondaires qui présentent une importante biomasse.

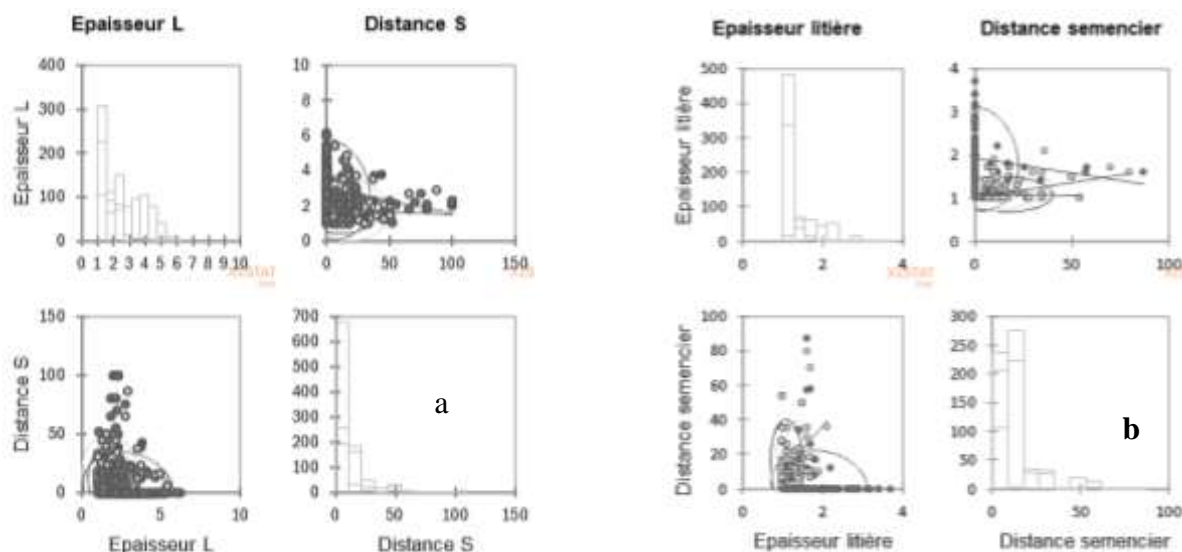


Fig. 34. Nuage des points et modélisation du lit de germination en fonction de l'épaisseur de la litière : (a) PNDD ; (b) FNP

Dans les FNP, le nombre de plantules rencontrées est relativement plus important que celui observé dans le PNDD pour l'espèce *Triplochiton scleroxylon*. En plus, l'abondance de ces plantules autour d'un semencier dans une jachère et le nombre important des deux premiers stades rencontrés, soit 80 % pour l'ensemble des trois espèces conviendrait à expliquer que les conditions de répartition demandent une épaisseur de la litière moins importante ( $E_l < 2,5$  cm) et une absence de prédation pourrait mieux expliquer les conditions nécessaires à l'abondance des plantules de chacune des trois espèces. Le modèle de nuage de point de la distance du

semencier et de l'épaisseur de la litière effectué a permis de mieux comprendre la distribution des populations plantules des trois espèces en fonction de la litière.

Les conditions du milieu peuvent mieux expliquer pour les espèces héliophiles, *T. scleroxylon* et *M. altissima* les conditions propices pour qu'on observe une quantité importante de leurs plantules, contrairement aux plantules de *Piptadeniastrum africanum*, *Ricinodendron heudelotii*, *Sterculia rhinopetala* et *Terminalia superba* qui ont été abondamment rencontrées dans le PNDD. L'aspect des graines de *T. scleroxylon*, *Mansonia altissima* et *Entandrophragma cylindricum* pourrait mieux expliquer leur faible recrutement en plantules dans le PNDD où elles doivent subir une prédation de la part des espèces granivores, contrairement aux autres espèces suscitées dont le niveau de recrutement en plantules était très important.

### III.1.2.6. Corrélation entre l'épaisseur de la litière et la distance du semencier

La modélisation de la corrélation entre l'épaisseur de la litière et la distance du semencier traduit une corrélation forte, négative et significative au seuil de 5 % avec des résidus normalisés (Fig.35 b & d).

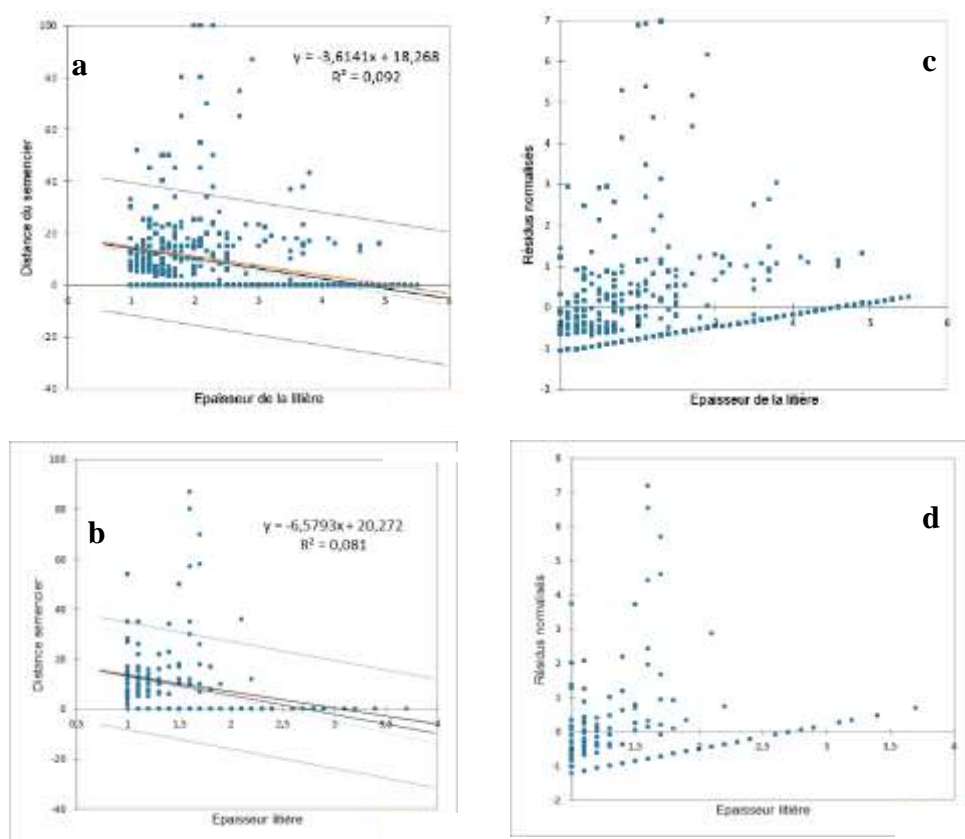


Fig. 35. Régression de la variable distance du semencier-épaisseur de la litière : (a & b) FNP ; (c & d) PNDD

L'analyse de la variable dépendant de la distance du semencier se traduit par un  $R^2 = 9$  % dans le PNDD et pour  $R^2 = 8$  % de la variabilité de la variable dépendante distance semencier est expliquée par la variable explicative. Étant donnée la p-value associée à la statistique F

calculée dans le tableau d'analyse de la variance (Tableau XV), et étant donné le niveau de signification de 5% choisi, l'information apportée par les variables explicatives est significativement meilleure comparée à ce qu'expliquerait la seule moyenne de la variable dépendante. En revanche, l'équation des deux modèles dans les deux sites d'étude montre que le paramètre distance du semencier et épaisseur de la litière se traduit par une relation forte négative et significative au seuil de 5 %. Cependant, le calcul des moyennes de l'épaisseur de la litière (MoyEl) (Fig.36) au seuil de 5 % à 95 % d'intervalle de confiance était de (MoyEl = 2,27 ± 1,22 cm) dans le PNDD, contre (MoyEl = 1,27 ± 0,42 cm) dans les FNP.

Tableau XV. Analyse de la variance distance du semencier

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	Codes de signification des p-valeurs
Modèle	1,000	28737,384	28737,384	168,048	<b>&lt;0,0001</b>	***
Erreur	1659,000	283699,915	171,007			

Calculé contre le modèle  $Y = \text{Moyenne}(Y)$   
Codes de signification :  $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < 0.1 < \circ < 1$

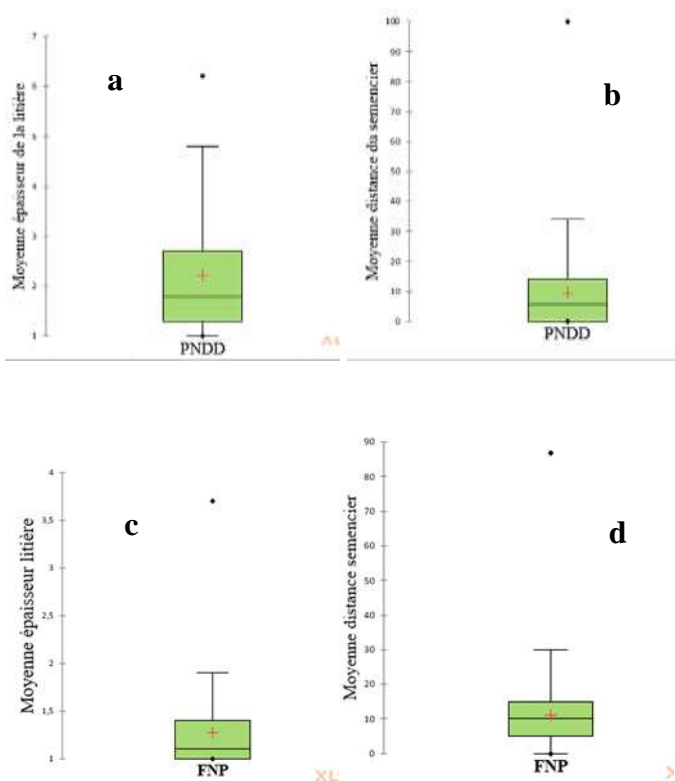


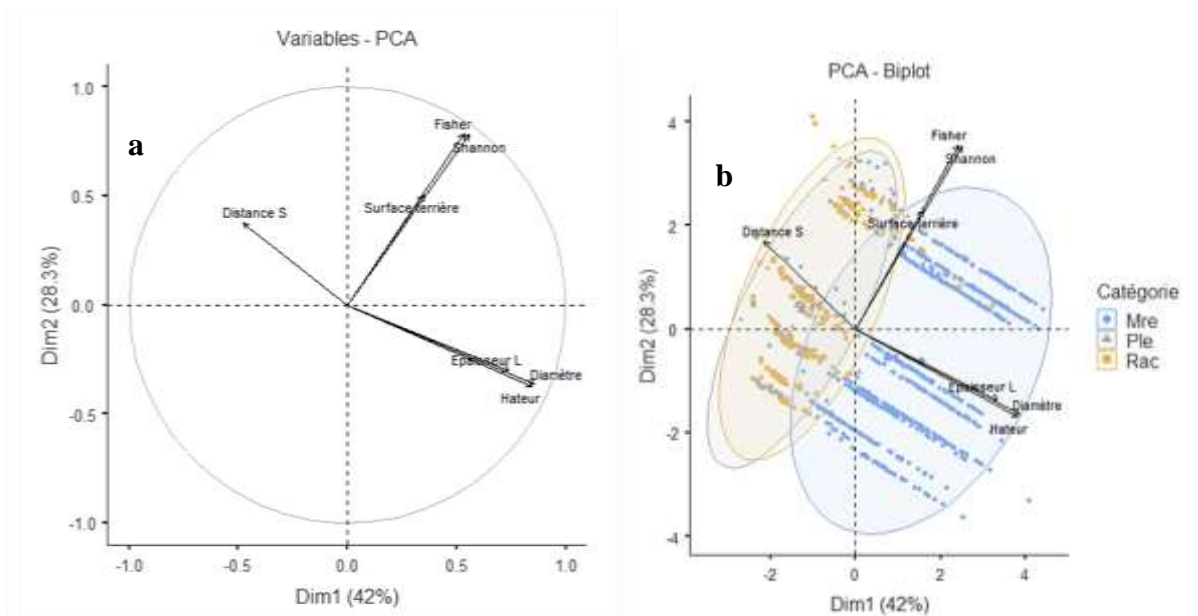
Fig. 36. Moyenne épaisseur de la litière et distance du semencier : (a & b) PNDD ; (c & d) FNP

### III.1.2.7. Degré de corrélation entre disponibilité des plantules et les paramètres dendrométriques

Le degré de corrélation entre les différents paramètres dendrométriques, l'épaisseur de la litière, la distance du semencier et l'abondance des plantules des trois espèces-clés montrent que l'épaisseur de la litière influence positivement le recrutement des plantules.

La distance du semencier et l'épaisseur de la litière ne sont positivement pas corrélés au recrutement des plantules. En revanche, il se dégage une corrélation forte et significative entre le diamètre, la hauteur et l'épaisseur de la litière.

Concernant le cercle de corrélations, plus l'angle est aigu entre deux variables, plus la corrélation est forte entre elles. En revanche, lorsque l'angle est obtus ou tend vers un angle droit, les deux paramètres n'ont aucune corrélation ou ne sont pas liés. Le diamètre et la hauteur forment des angles aigus qui exercent une influence sur l'épaisseur de la litière (Fig.37). En revanche, une partie du cercle des espèces matures est corrélée à aux deux premiers stades de de vie de la plante. Les paramètres surface terrière, l'indice de Shannon et l'indice de Fisher sont étroitement liés en montrant une corrélation forte. Par conséquent dans chacun des sites, les angles formés entre la distance du semencier, la surface terrière et les deux indices de diversités utilisées comme variables explicatives d'une part et l'épaisseur de la litière, le diamètre et la hauteur d'autre part ne sont pas liées à l'abondance des plantules. Il n'y a donc pas de corrélation entre le recrutement et la distance du semencier.



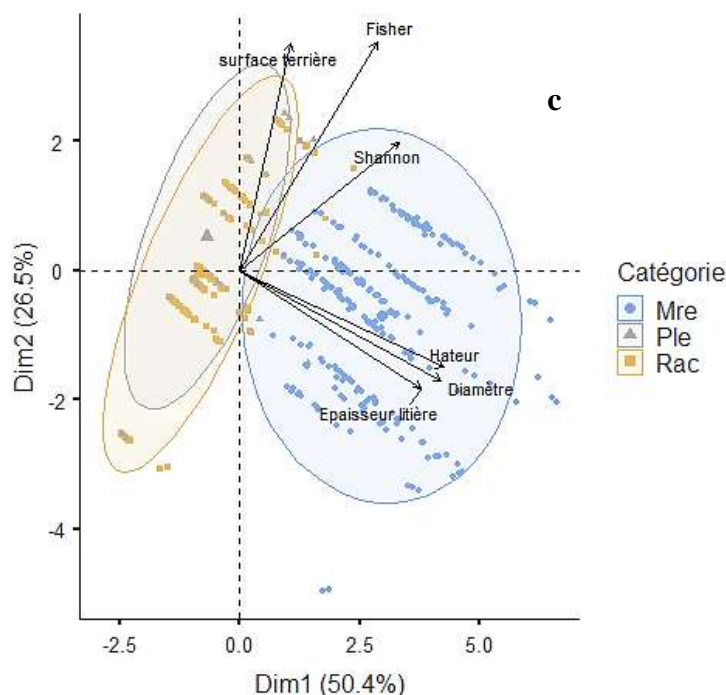


Fig. 37. Analyse en composantes principales : (a & b) PNDD ; (c) FNP (Mre : individus matures ; Ple : plantules ; Rac : Régénération acquise ou stade intermédiaire)

### III.1.3. Analyse de la variabilité temporelle du recrutement dans les deux sites d'étude

#### III.1.3.1. Répartition des populations des trois-espèces par type d'occupation du sol

La répartition des populations des trois espèces-clés a été effectuée afin de d'identifier l'occupation de sol favorable au développement de chaque espèce. Cette analyse se traduit par la répartition des espèces dans les différents types d'occupation du sol (Tableau XVI & XVII). Les populations de l'espèce la plus représentée est *Mansonia altissima* avec respectivement 6 %, 27,7 % et 39,6 % dans les Jre, les FSJ et les FSA du PNDD, contre 15,5 %, 17,7 % et 32,7 % dans les AGF, les FSJ et les Jre des FNP.

Tableau XVI. Proportion des espèces par type d'occupation du sol dans le PNDD

Type d'habitat	Espèce	% Total
FSA	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	3.6 %
	<i>Mansonia altissima</i>	39.6 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	9.2 %
FSJ	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	1.3 %
	<i>Mansonia altissima</i>	27.7 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	6.9 %
Jre	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	0.2 %
	<i>Mansonia altissima</i>	6.0 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	5.5 %

Tableau XVII. Proportion des espèces par type d'occupation du sol dans le FNP

Type d'habitat	Nom scientifique	% Total
AGF	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	0.4 %
	<i>Mansonia altissima</i>	15.5 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	2.5 %
FSJ	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	0.9 %
	<i>Mansonia altissima</i>	17.7 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	7.8 %
Jre	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	1.1 %
	<i>Mansonia altissima</i>	32.7 %
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	21.4 %

L'analyse des données par site d'étude basée sur une analyse en composantes principales s'est traduite par le diagramme d'éboulis. Ce diagramme a déterminé le nombre de composantes par groupes à retenir pour les trois espèces-clés (Fig.38). Il se traduit de manière globale par l'existence de trois composantes dans les FNP (Fig.38a) et par deux composantes (Fig.38b) dans le PNDD. Son affiche dans chaque site montre le nombre de composantes, qui représentent les valeurs propres de la matrice de covariance. Ses corrélations sont représentées ou les variances des variables sont représentées en ordre décroissant. Les deux vecteurs graphiques se traduisent par (1) pour le diagramme d'éboulis et (2) pour la variance cumulative.

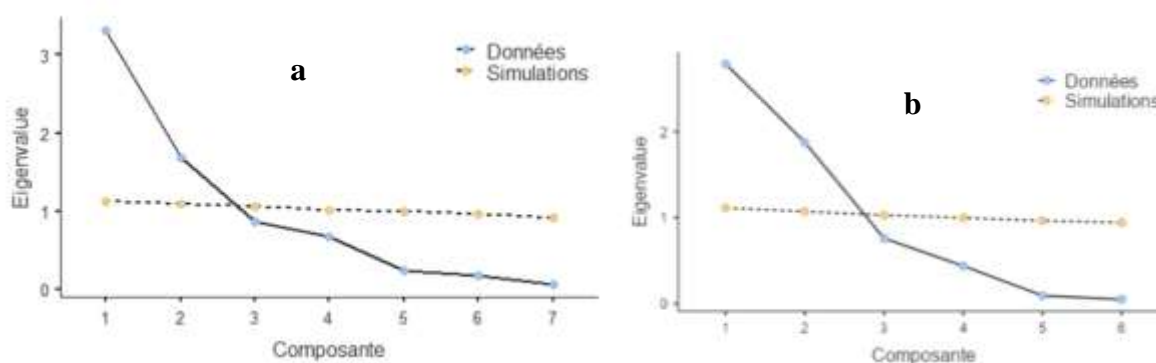


Fig. 38. Diagrammes d'éboulis présentant les principales composantes : (a) FNP ; (b) PNDD

Une analyse en regroupement des données issues du diagramme d'éboulis s'est traduite par un regroupement par distance et par similarité (clustering) (Fig.39). Son algorithme de classification a donné lieu à un regroupement individuel dans chaque groupe spécifique. Cette répartition a donné lieu à mesurer la similitude entre les deux individus. Les zones ayant plusieurs points sont beaucoup plus proches par rapport aux autres. Pour les deux sites, les données sont regroupées après analyse par similarité se répartissent en trois groupes. La densité

dans chaque groupe et par site est fonction de la densité de des populations des trois espèces qui ressortent des inventaires de terrain.

Les ensembles similaires permettent d'identifier trois clusters pour chacun des sites. À partir des populations d'espèces, les espèces se regroupent au travers de leur nature et de leur significativité dans les deux sites. Son analyse met évidence deux points de distances. La distance inter-cluster et intra-cluster. La distance intra-cluster des populations de ces espèces représente la distance entre les points de données à l'intérieur d'un groupe. L'existence d'un fort effet de regroupement entre les populations des trois espèces-clés issues des inventaires, qui est faible et se matérialise par une certaine homogénéité.

Écologiquement, cela suggère que le fonctionnement naturel du peuplement des FNP est principalement structuré par deux grands facteurs environnementaux dominants. Cependant, dans le PNDD cela indique que la durabilité du peuplement est contrôlée par deux principaux ensembles de conditions écologiques et socio-environnementales.

En revanche la distance inter-cluster entre les points de données des populations des trois espèces des trois groupes et dans chaque site des différents groupes identifiés. L'existence des trois clusters se traduit par une distance plus ou moins importante traduisant une hétérogénéité. Dans le cadre des analyses tirées des deux figures, le lien entre les trois clusters des populations de chaque groupe marque une différence ou une similitude des trois groupes qui résultent de la distance inter et extra-cluster.

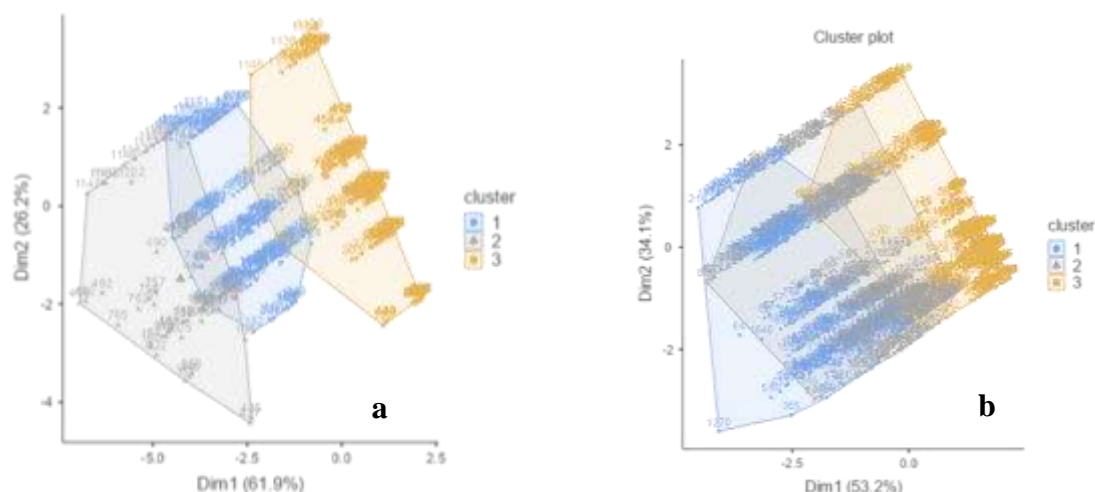


Fig. 39. Diagramme d'éboulis des trois espèces-clés : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.3.2. Structure d'occupation du sol et stades de développement des espèces-clés

L'analyse de la structure du sol ou type d'habitat effectué aura contribué à mettre en évidence la structure de l'habitat favorable au développement des différents stades des trois espèces. L'analyse de la matrice des données se traduit par une distribution de Student à N - 1

degrés de liberté catégorise quatre milieux à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (i) propice au développement des trois espèces (ii) caractérise les différents stades de développement des trois espèces, en relevant le niveau idéal pour le développement de chaque catégorie.

Pour les trois catégories ou stades de développement des espèces-clés, la régénération acquise (RAC, 46,6 %) est plus abondante dans les jachères (Jre), moins dans les FSJ et moyenne dans les AGF. Il est également noté une abondance en plantules (Ple, 33%) dans les Jre. Les FSJ issues des FNP enregistrent une quantité élevée en espèces matures (Mre), catégorie considérée comme semencier (Tableau XVIII).

Tableau XVIII. Proportion des espèces-clés par type d'habitat en fonction du stade de développement

Type d'habitat	Catégorie	% Total
AGF	Mre	2.9 %
	Ple	4.4 %
	Rac	11.0 %
FSJ	Mre	11.9 %
	Ple	8.3 %
	Rac	6.3 %
Jre	Mre	5.7 %
	Ple	20.3 %
	Rac	29.3 %

\***AGF** : agro forêt ; **FSJ** : forêt secondaire ; **Jre** : Jachère ; **Mre** : stade mature ; **Rac** : régénération acquise ; **Ple** : stade plantule

Dans le PNDD (Fig.40b), il est observé une quantité plus élevée des populations Mre des trois espèces (43,3 %), puis du stade Ple (32,6 %) et une faible population des Rac (24,1 %). Il ressort une diminution suivant la verticalité des trois catégories suivantes dans le sens FP, FS jusqu'aux Jre. Les forêts secondaires adultes contiennent une quantité importante des populations Mre des trois espèces. 11,8 % des données de cette étude ont été collectées dans les FSA, contre 52,2 % dans les JRE et 35,8 % dans les FSJ. En revanche dans les FNP, 52,3 % des données de cette étude de l'étude ont été collectées dans JRE, contre 26,4 % dans les AGF et 18,3 % à l'intérieur des FSJ.

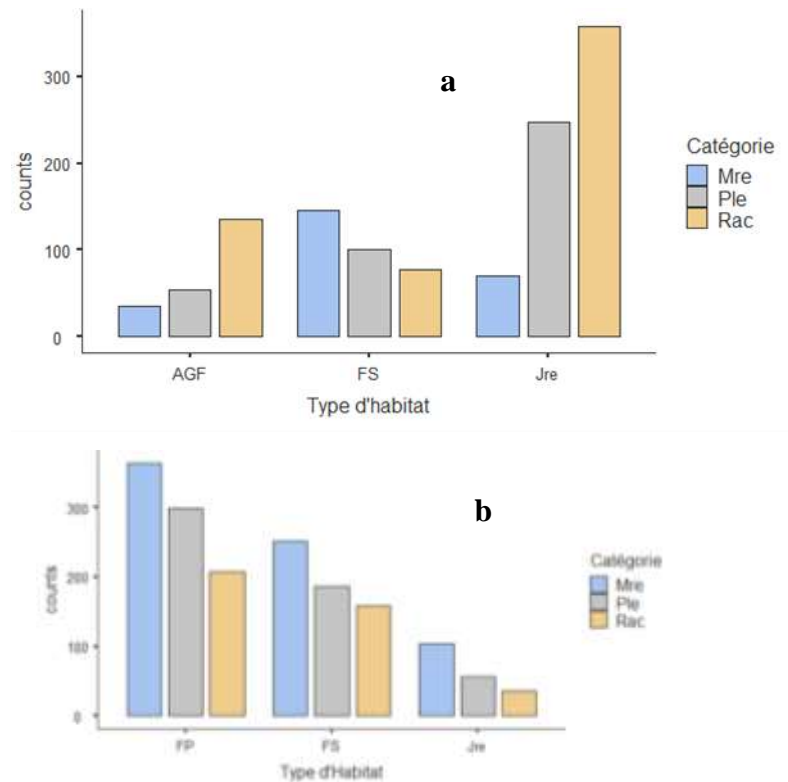


Fig. 40. Typologie des habitats rencontrés à la périphérie du barrage de Lom-Pangar et abondance des espèces : (a) FNP ; (b) PNDD

### III.1.3.3. Statut social des espèces-clés à la périphérie du barrage de Lom-Pangar

Le statut social des espèces-clés a été défini en fonction de la position du houppier dans la placette. Une discrimination des populations des espèces-clés rencontrées ont été catégorisées par rapport au statut de chacun, sur la base de leur statut à l'ensemble des espèces rencontrées au sein d'une placette. Les populations de l'espèce *Mansonia altissima* ressortent comme étant fortement dominées dans les forêts à la PBLP. Cette domination s'observe dans les deux forêts parcourues (Fig.41 a & b)

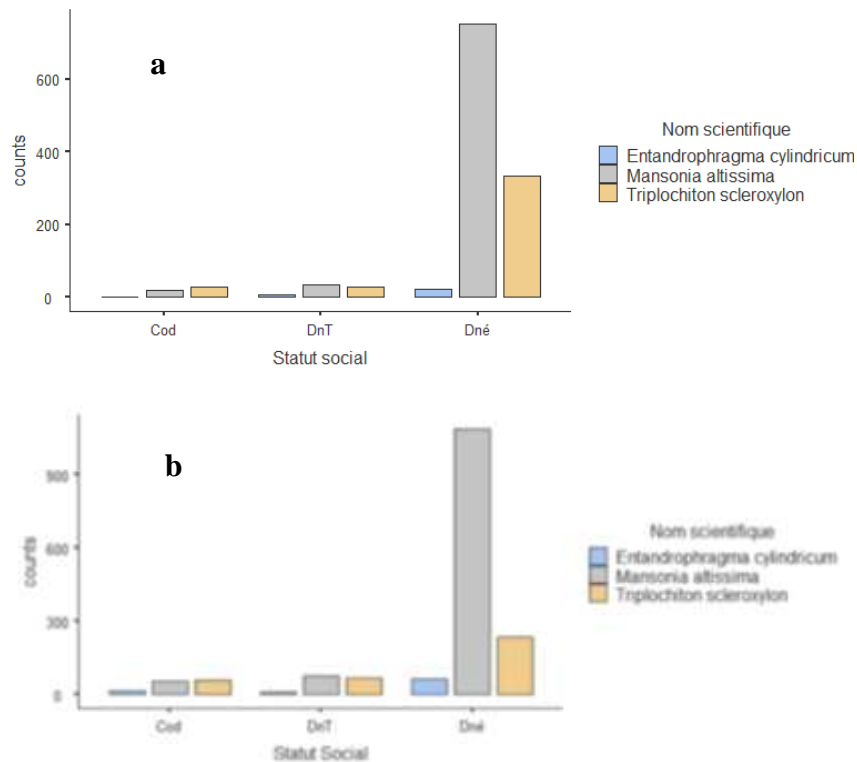


Fig. 41. Répartition des populations des espèces-clés en fonction du statut social : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.4. Analyse des types chorologiques et détermination de fructification des espèces-clés

#### III.1.4.1. Spectre des types biologiques des trois espèces rencontrées

L'analyse du spectre des formes biologiques détaillées des sous-types des phanérophytes montre les types biologiques les plus dominants à savoir : les nanophanérophytes (np) avec 78,2 % de l'ensemble des individus des trois espèces dans les FNP, contre 48,3 % dans le PNDD. Ils sont suivis des mésophanérophytes (MesP) dont les pourcentages respectifs sont de 20,3 % et 43,5 % dans les FNP et le PNDD (Tableau XIX ; Fig.42a & b). Pour l'ensemble des deux sites, les Mégaphanérophytes (MégP) sont faiblement représentés 0,4 % dans les FNP, contre 3,3 % dans le PNDD. Cette valeur plus élevée dans le PNDD est liée au statut de conservation de cet écosite. De plus, la présence de quatre types biologiques distincts est justifiée par la diversité des habitats qui y existent.

Tableau XIX. Proportion des types biologiques par site d'étude

Site	Type biologique	Pourcentage
FNP	MégP	0,4 %
	MésP	20,7 %
	Mp	0,7 %
	Np	78,2 %
PNDD	MégP	3,3%
	MésP	43,5%
	Mp	5,0%
	Np	48,3%

\*MégP : MégaphanérophYTE ; MésP : MésophanérophYTE ; mp : MicrophanérophYTE ; np : NanophanérophYTE

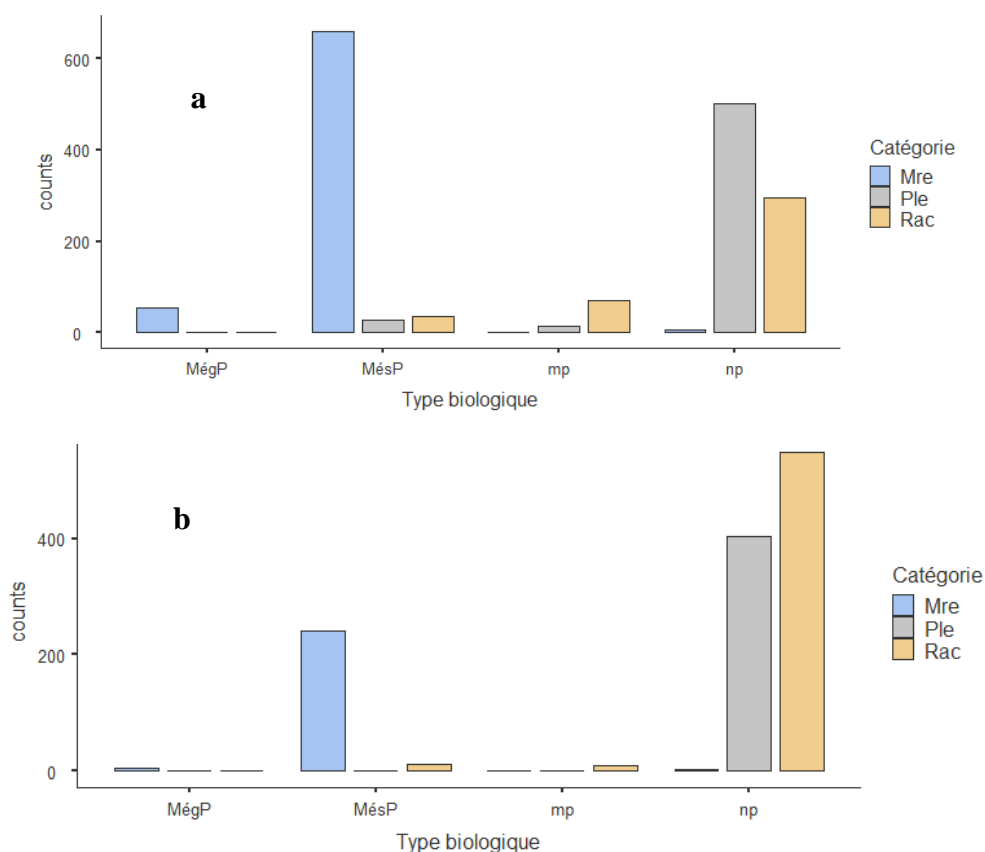


Fig. 42. Répartition des types biologiques pour chaque stade de développement : (a) PNDD ; (b) FNP

### III.1.4.2. Spectre des types phytogéographiques

Du point de vue phytogéographique, les espèces Omni-guinéocongolaises (OGC) sont les espèces dominantes rencontrées à la PBLP 58,33 %. Elles sont suivies des espèces Bas-guinéocongolaises (12,5 %) et des Afro-tropicales (10,42 %) (Fig.43). Les trois espèces-clés se

répartissent autour de deux types phytogéographiques à savoir : OGC pour *Entandrophragma cylindricum* et *Triplochiton scleroxylon* et Pantropicale (PAN) pour *Mansonia altissima*.

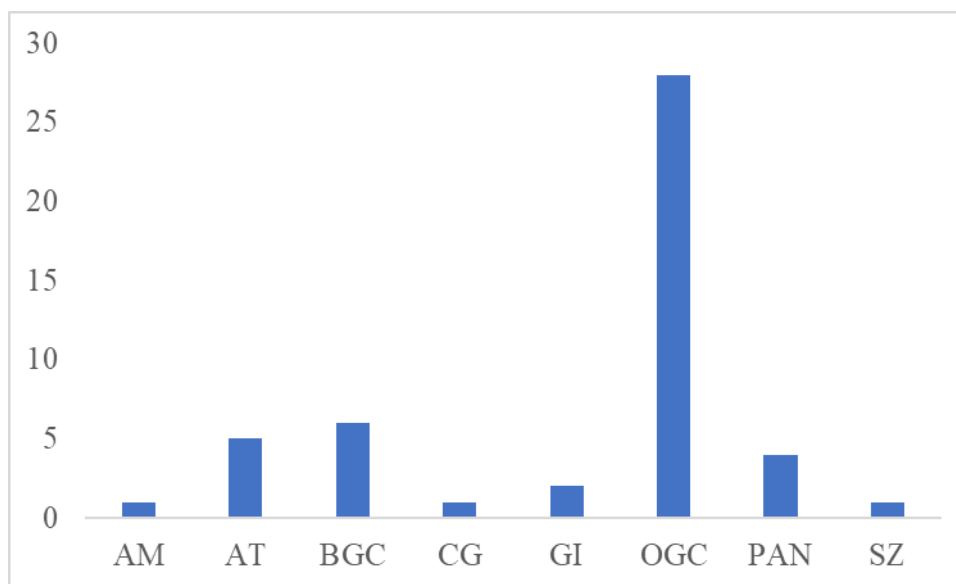


Fig. 43. Spectre brute des types phytogéographiques. (AM) Afro-malgaches ; (AT) Afro-tropicales ; (BGC) Bas-guinéocongolaises ; (CG) Centro-guinéocongolaise ; GI : Guinéenne-inférieure ; OGC : Omni-guinéocongolaises ; PAN : Pantropicale ; SZ : Soudano-zambéziennes

#### III.1.4.3. Caractérisation des modes de dissémination des espèces rencontrées

L'analyse du mode de dissémination des espèces rencontrées montre 5 principaux types de dissémination à savoir : le type anémochore, autochore, barochore, sarchocore et zoochore. Les espèces rencontrées ont une forte dissémination du type chorologique anémochore 59 %. D'autres types de dissémination sont également représentés, le type zoochore (27 %), sarchocore (8 %) (Fig.44). Les trois espèces-clés ont un mode de dissémination anémochore.

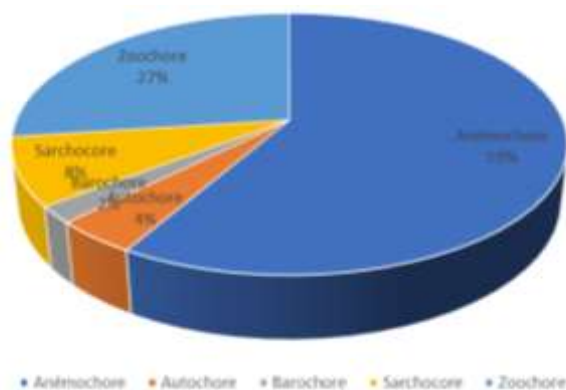


Fig. 44. Types chorologiques des espèces rencontrées

#### III.1.4.4. Tempérament des espèces rencontrées

La caractérisation des espèces rencontrées à la PBLP a été utilisée et une répartition a été faite en fonction du tempérament. Les espèces rencontrées se répartissent en espèces

pionnières (P), non-pionnières (NP) et Tolérantes (T) (Fig.45). *Entandrophragma cylindricum* et *Mansonia altissima* sont des espèces non-pionnières. En revanche, *Triplochiton scleroxylon* est une espèce.

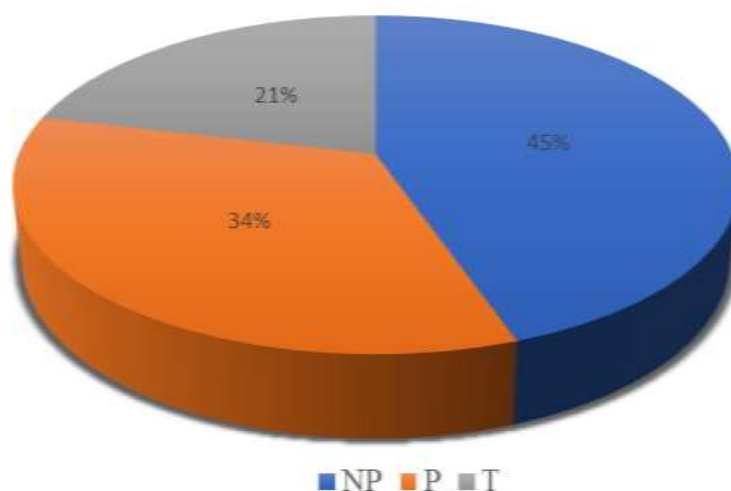


Fig. 45. Tempérament des espèces rencontrées à la Périphérie du barrage de Lom-Pangar

### III.1.5. Cartographie et facteurs de vulnérabilité des trois espèces-clés

#### III.1.5.1. Cartographie des individus matures des trois espèces-clés

La répartition spatiale des individus utilisés des trois espèces a été réalisée à partir de la géolocalisation à l'aide du GPS des individus matures ( $H > 11,9$  m) rencontrés dans le PNDD. Ces cartes (Fig. 46) pour le PNDD et la (Fig. 47) pour les FNP présentent la répartition des individus des trois espèces inventoriées sur une surface de 200 ha pour l'ensemble des deux sites. La géolocalisation permet de remarquer un gradient d'anthropisation variable d'un site à un autre. Cette variation d'anthropisation peut se justifier par :

- Pour ce qui est des FNP, elle est caractérisée par un fort gradient d'anthropisation, avec une faible densité des trois espèces ;
- Le PNDD présente une végétation dense et floristiquement riche. Les activités liées à l'exploitation forestière bien qu'étant légalement interdites n'empêchent pas les intrusions observées.

L'analyse de ces deux cartes montre que les trois espèces sont principalement concentrées dans le PNDD. Cette répartition pourrait se justifier par cet habitat qui est une zone protégée qui offre des conditions écologiques favorables à leur développement. Ces cartes mettent en évidence l'importance de cette aire protégée pour la conservation de ces trois espèces et soulignent la nécessité de mesures de gestion durable dans les zones périphériques au PNDD afin de limiter les menaces d'origine anthropique.

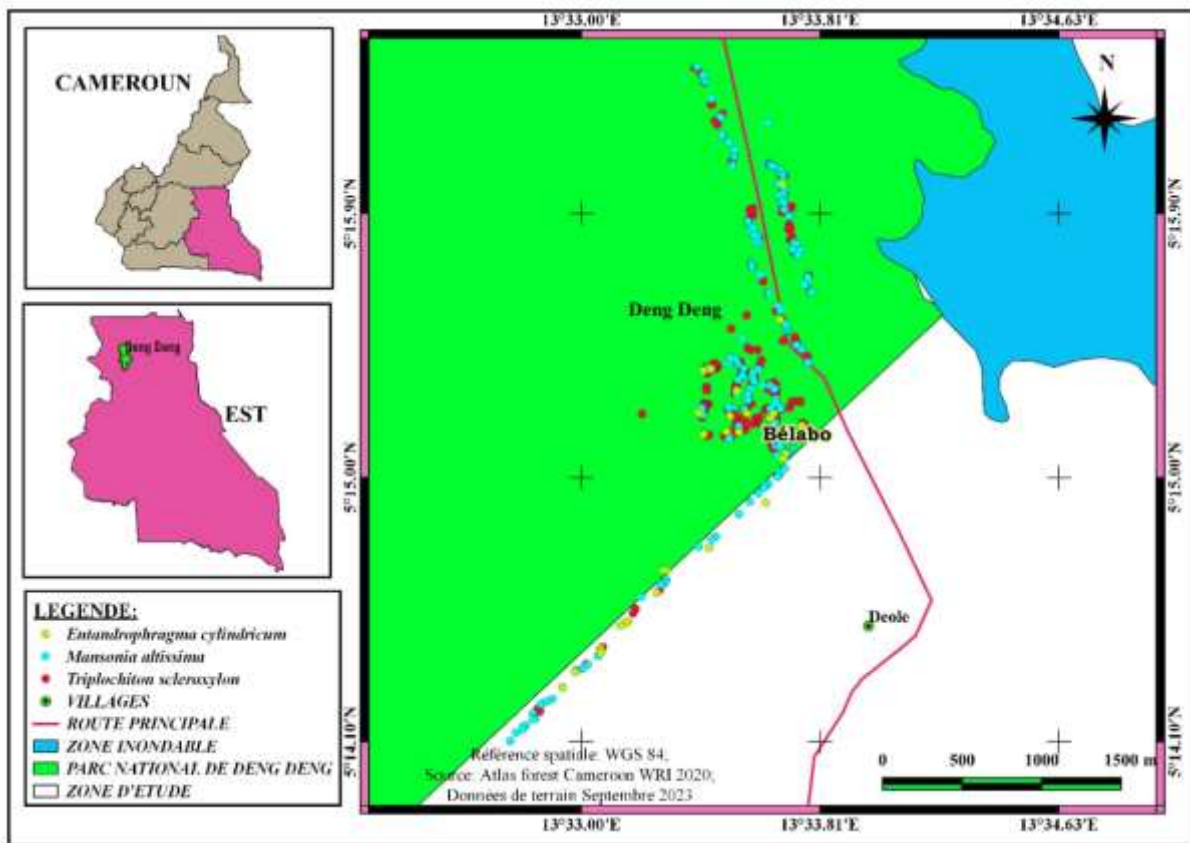


Fig. 46. Carte de répartition spatiale des individus matures des trois espèces rencontrées dans le PNDD

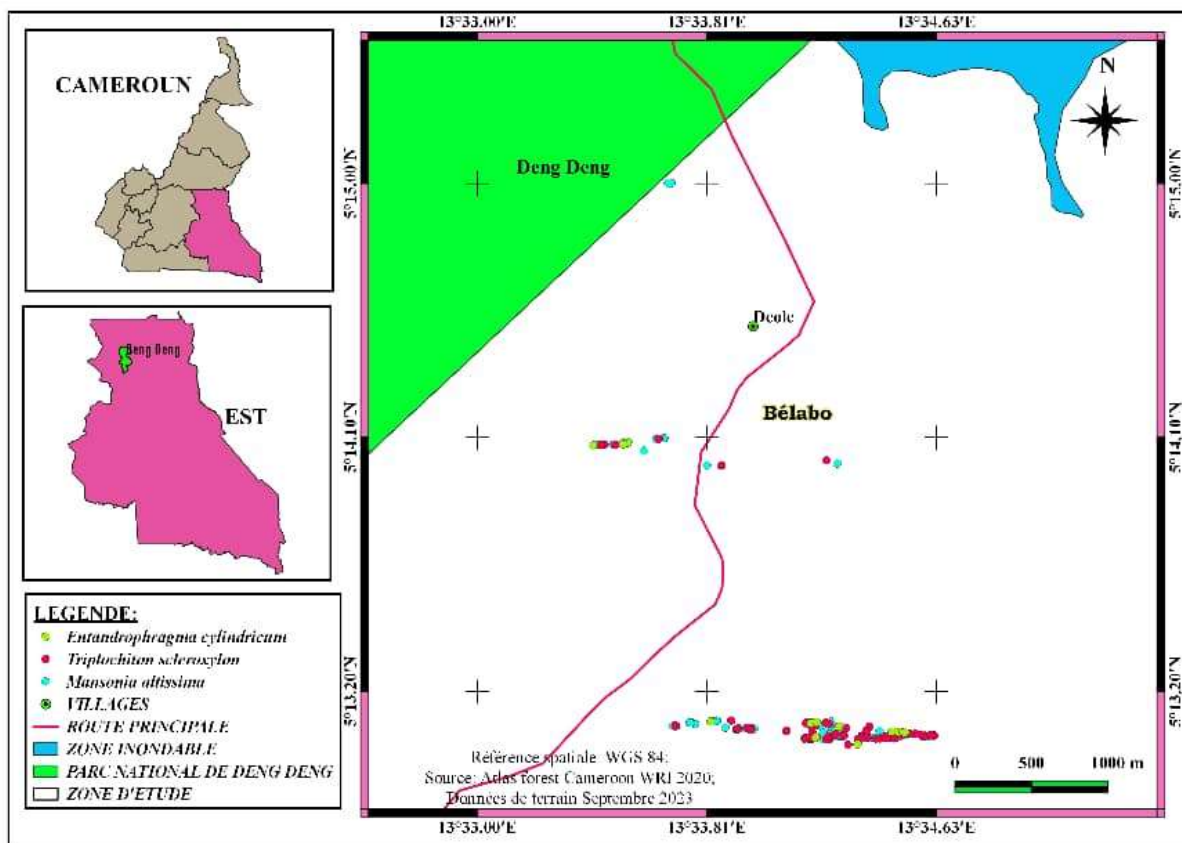


Fig. 47. Carte de répartition spatiale des individus matures des trois espèces rencontrées dans les FNP

### III.1.5.2. Facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité des espèces-clés

#### III.1.5.2.1. Facteurs endogènes de vulnérabilité

Au-delà du prélèvement sélectif de ces espèces pour la fabrication des pirogues qui sont destinés aux acteurs qui interviennent dans les AHAs, à la faveur de sa richesse ichthyologique des eaux de la retenue du barrage. Leurs besoins alimentaires ont provoqué une conversion des terres pour les besoins agricoles et donc une régression chaque année de son massif forestier. La conversion de ces importants massifs forestiers a subi une dégradation et une déforestation pour laisser place aux vastes champs de cultures affectant ainsi la structure et la diversité arborée. Cette conversion des terres agricoles pratiquée à travers les AIB consiste à faire consumer des grandes surfaces de terre à des fins agricole. Au demeurant, le mode d'agriculture affecte la dispersion des graines qui doit assurer le développement de la plantule conduisant à la vulnérabilité de certaines espèces qui subissent un prélèvement sélectif. Les peuplements des trois espèces Ayous, Bété et Sapelli rencontrés dans les agroforêts (AGF) sont plus vulnérables dans ces habitats.

Or la structure d'une espèce repose sur ses mécanismes de reproduction sa phénologie plus ou moins régulière et son mode de dispersion sensé assurer la dispersion des graines dans

son habitat. Dès lors que cette dispersion est perturbée, il s'observe, une absence de régénération devant marquer le passage du stade plantule au stade adulte. Dans les AGF la dispersion des graines de ces trois espèces est perturbée, le développement des plantules observé est déficitaire dans les AGF à la PBLP. Une observation sur les espèces végétales rencontrées le long des transects traversés dans toutes les AGF est caractérisée par une faible présence des plantules des espèces-clés dans ces AGF.

Une analyse de l'observation basée sur l'aspect des troncs de ces trois espèces rencontrées le long des agro forêts montre que 94,5 % des troncs d'arbre retrouvés étaient partiellement ou totalement consumés par les feux. 1 % de l'ensemble de plantules des trois espèces a été rencontré dans les AGF. Dans ces AGF où sont pratiquées des activités agricoles des cultures à cycle court destinées à la consommation locale (*Zea mays* (Corn), *Citrullus lanatus* (Thunb), *Capsicum annuum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Ipomoea batatas* (L.) Lam.), ces cultures alimentent aussi certains marchés au niveau national. Le mode d'agriculture pratiqué rend vulnérable la dispersion, le développement de la graine et donc la régénération naturelle de *M. altissima*, *E. cylindricum* et *T. scleroxylon*.

Au côté des cultures rencontrées dans les AGF, il est noté la présence des espèces arborées dont les produits (graines, écorces) sont utilisés dans l'alimentation (*Irvingia gabonensis*, *Ricinodendron heudelotii*), ou médicinales (*Enantia chlorantha*), mystico-religieuse (*Canarium schweinfurthii*). D'autres espèces utilisées pour ces usages étaient également retrouvés le plus souvent dans les AGF à côté ou à l'extérieur des transects (*Dacryodes edulisi* G. Don, *Mangifera indica* L., *Prunus africana* (Hook.f) Kalkman). La structure des trois espèces-clés en particulier et la diversité arborée en général à la PBLP sont affectées par les AGF.

#### **III.1.5.2.2. Facteurs endogènes de vulnérabilité**

Les observations menées sur le terrain lors des inventaires ont relevé les activités suivantes comme étant celles qui menacent l'intégrité du PNDD. L'agriculture itinéraire sur brûlis (AIB), le braconnage et la chasse villageoise qui étaient visibles à travers les pièges, la présence des douilles de chasse, des barrières de chasse, de l'ouverture des pistes d'évacuation du bois d'œuvre, PFNLs, des activités d'orpaillage et de la collecte du bois de chauffe. Toutes ces formes d'exploitation forestière induisent des changements profonds dans cette aire protégée de catégorie II, selon la classification de l'UICN.

Ces changements sont d'ordre écologique, structurel, évolutif et spécifique qui affectent directement le faciès et la composition forestière à travers la modification substantielle de sa composition floristique et même faunistique.

La pression démographique provoquée a entraîné une pression liée à la conversion du massif forestier pour l'agriculture sur la ressource ligneuse en particulier. L'aire protégée subit la pression liée à la survie des nombreuses populations allochtones et autochtones.

Cette pression était perceptible à travers la disponibilité des ressources animales dans des circuits d'approvisionnement des viandes de brousse clandestins comme les espèces de pangolin (*Phataginus tricuspis*, *Phataginus tetradactyla* et *Smutsia gigantea*) espèces fauniques vulnérables menacées d'extinction en raison de leur surexploitation. Les populations de ces espèces qui sont exclusivement rencontrées dans le PNDD sont chassées pour la qualité de leur viande, donc leurs protéines et de leurs écailles. D'autres espèces comme la biche, les singes (*Cercopithecus SPP.*), le lièvre etc.

Ces conflits humains-faunes observés à la PBLP dans sa zone sud qui se situe déjà à proximité des zones d'habitation, est provoquée par l'augmentation de la population et pourrait affecter aussi la dissémination des espèces.

Mais au-delà du conflit, humains-faunes analysé, l'intégrité du PNDD est aussi affectée par certaines pratiques au rang desquelles figure la recherche du bois-énergie ou bois de chauffage, des produits forestiers non ligneux (PFNL) (*Garcinia kola*) donc les populations de cette espèce sont abondamment rencontrées dans ce milieu qui constitue se présente comme une zone appropriée pour leur développement. Ces activités sont de loin d'être les seules qui affectent l'intégrité de la biodiversité. Les points d'activité d'orpaillage ont été identifiés le long des forêts ripicoles très souvent à proximité des cours d'eau, favorisant ainsi la dégradation de cet écosystème et la destruction des peuplements des grands arbres à proximité pour laisser place à cette activité illicite. D'autres activités comme le sciage artisanal ont été identifiés au travers des souches d'arbre de certaines essences rencontrées.

Ces activités identifiées et analysées mettent en évidence les menaces qui pèsent sur cette aire protégée et la faiblesse des mesures de conservation dans la zone sud de la périphérie du barrage de Lom-Pangar (BLP).

### **III.1.5.3. Statut UICN des espèces rencontrées à la périphérie du barrage de Lom-Pangar**

117 espèces menacées sont signalées dans la région de l'Est Cameroun. La région de DD compte 16 espèces, soit environ 13 % d'espèces classées dans le groupe « espèces menacées » de l'UICN. À l'échelle globale au Cameroun, 815 espèces végétales sont menacées d'extinction et 319 selon la liste rouge de l'UICN en 2013 (source : [www.theguardian.org](http://www.theguardian.org), cit. Anonyme, 2014a).

Le projet de Lom-Pangar a été classé en catégorie A en application des politiques de sauvegarde de la Banque Mondiale, en raison de ses incidences très négatives sur

l'environnement. Ces impacts sur la stabilisation du milieu forestier pourraient se traduire par la disparition d'espèces menacées ou endémiques, notamment les espèces floristiques en danger d'extinction (risque très élevé d'extinction), en l'occurrence *Mansonia altissima*, et 36 espèces vulnérables « risque élevé d'extinction » (Anonyme, 2011a).

Une méthodologie basée sur la recherche documentaire a permis de faire ressortir à l'issue de notre étude les espèces classées comme appartenant à la liste rouge de l'UICN (Tableau XX). Cependant la liste rouge est un outil pour la conservation permettant d'évaluer le risque d'extinction des espèces à partir des critères quantitatifs et scientifiques.

Treize mille cent quatorze individus appartenant à 11 espèces ressortent de cette étude comme faisant partie de la liste des espèces de l'UICN. Ces espèces ont un statut particulier qui varie d'une espèce à une autre. Deux espèces sont classées comme étant en danger critique d'extinction ; sept sont vulnérables ; une à savoir *Milicia excelsa*, est quasi menacée et l'espèce *Triplochiton scleroxylon* est classée LR/lc, préoccupation mineure. Les trois espèces-clés représentent 86,1 % de l'ensemble de ces individus. Les activités de pêche peuvent être une menace pour bon nombre d'espèces au vu des différentes illustrations. Ces trois espèces ne sont pas seulement vulnérables à cause d'une régénération insuffisante (*T. scleroxylon*) ou de la faible régénération rencontrée dans le cadre de la présente étude (*E. cylindricum*), mais davantage à travers le statut de chacune d'elle sur la liste de l'UICN.

Tableau XX. Statut de quelques espèces rencontrées et leur abondance lors de la période d'étude

Espèce	Critère de classification UICN	Nombre d'individus
<i>Austranella congolensis</i>	CR	877
<i>Cordia platythyrsa</i>	VU	35
<i>Entandrophragma candollei</i>	VU	50
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	VU	425
<i>Entandrophragma utile</i>	VU	178
<i>Garcinia kola</i>	VU	81
<i>Iringia gabonensis</i>	VU	40
<i>Mansonia altissima</i>	CR	8098
<i>Milicia excelsa</i>	LR/nt	88
<i>Sterculia oblonga</i>	VU	477
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	LR/lc	2765
<b>Total</b>		<b>13114</b>

**Légende :** CR : En danger critique d'extinction ; LR/lc : préoccupation mineure ; LR/lc ; VU : Vulnérable

## III.2. Discussion

### III.2.1. Composition floristique

L'analyse de la liste floristique globale a fait ressortir une dominance des familles des Fabaceae, Malvaceae, Meliaceae contenant six espèces chacune et cinq espèces pour les Apocynaceae. Letouzey (1982) a rapporté que la zone d'étude, appartient aux forêts denses humides semi-caducifoliées à dominance des Sterculiaceae. Malheureusement, la nouvelle classification des espèces genres et familles chez les plantes (An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants) mises en place depuis 2016 (APG, 2016) a entraîné les changements actuels. Les Malvaceae, étaient autre fois contenue dans la famille des Sterculiaceae et Meliaceae (White, 1986). Mais, plusieurs espèces de la famille des Sterculiaceae ont été reversées dans la famille des Malvaceae (APG IV ibid). Les résultats des inventaires qui reposaient sur les ligneux pouvaient confirmer les études de Letouzey (1985b) qui rapporte que le massif de la région de Deng-Deng (DD) est une forêt dense humide semi-décidue à Sterculiaceae et à Ulmaceae. Cette forêt renferme de ce fait plusieurs essences commerciales telles que : *Entandrophragma cylindricum*, *E. candollei*, *E. utile*, *Mansonia altissima*, *Terminalia superba*, *Triplochiton scleroxylon* et de nombreuses espèces des Meliaceae comme le confirment cette étude où elle fait partie des familles dominantes. La domination des Meliaceae dans la zone échantillonnée avec six espèces, dénote des conditions environnementales favorables à l'épanouissement de cette famille. Nous pouvons citer : *E. candollei*, *E. utile*, *E. cylindricum*, *Guarea sp.*, *Khaya grandifolia* et *Lovoa trichilioides*. Le reversement des espèces de la famille des Sterculiaceae au sein de la famille Malvaceae pourrait indiquée que les Malvaceae constituent désormais la famille la plus représentée dans la forêt dense humide semi-décidue. Cette étude se caractérise par la rareté des ligneux appartenant à la famille des Caesalpinioideae. Doucet (2003) a rapporté que la forêt dense humide semi-décidue est caractérisée la rareté des Caesalpinioideae.

### III.2.2. Variation de la structure des trois espèces à la périphérie du barrage de Lom-Pangar

La disponibilité des plantules est liée à la structure d'occupation du sol. Les milieux ouverts et les trouées renferment une dominance en espèces dans les deux forêts sur lesquelles l'étude s'est portée. Le recrutement abondant observé dans certains habitats Jre et les trouées favorisées par les chablis d'une part et d'autre part, l'absence de prédation liée à l'ouverture de la forêt par les chablis entraînant des trouées et l'absence des espèces granivores dans ces milieux pourrait justifier leur abondance en plantules dans certains milieux. Les trois stades de développement pris comme standard utilisés pour cette étude existent chez *Mansonia altissima*

et *Triplochiton scleroxylon*. Le recrutement important en plantules est conséquent au tempérament des trois espèces, mais aussi il peut être dû également à des difficultés de fructification, ce qui est peut-être le cas chez *Triplochiton scleroxylon* où un recrutement important a été observé autour d'un semencier (nombre de plantules présents  $\geq 250$ ) pour l'ensemble des populations de cette espèce inventoriée. Une analyse des deux premiers stades de développement est marquée par une abondance des deux premiers stades de développement à savoir le stade plantule ( $H < 20$  cm) et la régénération acquise ou stade intermédiaire ( $20 \text{ cm} < H < 11,9$  m) qui étaient de 80 % dans les FNP. Cette régénération acquise rencontrée dans les FNP pourrait être due au tempérament de ces espèces dont l'ouverture assez forte favorise la régénération de ces espèces. Forni (2005) a rapporté que *T. scleroxylon* était une espèce héliophile pionnière et *Entandrophragma cylindricum* et *Mansonia altissima* sont des espèces héliophiles non-pionnières et dont l'évolution de leur régénération naturelle était variable dans le temps en fonction de leur tempérament. En plus les travaux de Forni (ibid) avaient relevé une absence de régénération naturelle des espèces pionnières comme *T. scleroxylon*. Dans le cadre de cette étude nous avons dénombré 3 mécanismes de régénération naturelle dont 385 par semis naturelle, 24 par rejets de souche et 31 par drageons. Cette différence pourrait être due au temps d'observation, à la taille de l'échantillonnage qui était de 200 ha et à la structure des différentes occupations du sol. Les FNP ont montré une meilleure régénération de cette espèce soit 90 % de l'ensemble de la régénération naturelle contre 10% dans le PNDD. Cependant, la quantité importante des plantules (2995 plantules) issues de la régénération naturelle est observée chez *M. altissima* soit 20,5 % dans les FNP contre 79,5 % dans le PNDD est rencontrée dans les trouées et sur divers substrats. Cette régénération abondante dans les trouées pourrait remettre en cause son statut d'espèce non-pionnière en confirmant sa tendance plus héliophile. Malgré tout le tempérament de cette espèce ne fait pas l'unanimité. L'espèce est rapportée comme ayant un tempérament héliophile (Foahom, 1990), non-pionnière (Gyimah et Nakao, 2007).

La structure forestière des trois espèces, *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* a montré des variations de structures en diamètre et en hauteur pour chacune des espèces, laquelle structure était liée à la structure d'occupation du sol de chaque site sur lequel l'étude s'est portée. Les variations de structure d'occupation du sol étaient étroitement liées au recrutement des trois espèces pouvant assurer la pérennité du peuplement des trois espèces. En effet, l'étude sur la régénération naturelle a abordé également les aspects liés à la structure des trois espèces en fonction de la nature d'occupation du sol. La structure de la végétation et sa variation sont des indicateurs du fonctionnement de l'écosystème et de son état (Ostertag *et al.*, 2014).

Les traits structuraux du peuplement à la PBLP, spécifiquement celles d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochyton scleroxylon* reflètent globalement pour les deux sites étudiés une dynamique sous pression mis en évidence par les structures des hauteurs en « cloche » (PNDD) et une structure en « J » (FNP) qui traduisent la dominance des hautes et moyennes tiges (PNDD), avec une prédominance relative des individus de faible hauteur (FNP). À l'image de plusieurs formations végétales, la dynamique forestière varie avec le temps, avec la classe de diamètre et avec le statut social des individus (Delege *et al.*, 1998). En Afrique occidentale, de nombreux auteurs (Lykke, 2000 ; Tente et Sinsin, 2002) ont montré que les activités humaines (agriculture sur brûlis, ranch et autres parcours, exploitation des mines et urbanisation) ont un impact négatif sur la structure, la composition floristique et la dynamique des forêts naturelles. La quantité abondante de plantules de *M. altissima* et non négligeable de *T. scleroxylon* rencontrées le long des transects de la ZNP et dans divers types d'occupation de sol (agro-forêt ; jachère et forêt secondaire) pourrait être expliqué par le tempérament héliophile de ces espèces. À cet effet, Kouadio *et al.* (2014) ont rapporté que l'installation dans les peuplements ouverts d'une espèce est liée à son tempérament héliophile. En revanche selon Sepulchre *et al.* (2008) ont rapporté que l'exploitation pourrait accélérer le processus naturel de régression des espèces exploitées si aucune mesure n'est prise.

### III.2.3. Diversité spécifique

La diversité spécifique a varié d'un transect à un autre. Elle a montré des différences en fonction de la structure d'occupation du sol ou type d'habitat traversé. Pour les deux sites la diversité spécifique des ligneux rencontrés étaient respectivement dans le PNDD et les FNP de 48 et 41 espèces. Elle est supérieure à celle trouvée par Tchingsabe *et al.* (2017) qui était de 38 espèces dans le bloc Kébé de bélabo. Les indices de Shannon étaient de 2,64 bits dans le PNDD et 2,52 bits dans les FNP, mais était supérieure à celle obtenue par Tchingsabe (*ibid*). Ainsi, une communauté forestière est considérée comme étant riche lorsque le calcul de l'indice de Shannon est de 3,5 bits (Kent et Coker, 2003). Par conséquent, la faiblesse de cet indice pourrait se justifier par la nature d'occupation du sol où les ligneux rencontrés sur lesquelles l'étude portait étaient faiblement représentés à la suite des facteurs anthropiques qui ont provoqué la conversion des grands espaces de terre. Elle se justifie donc par le fait que tous les transects traversés dans cette zone d'étude semblent avoir connu de perturbations majeures comme le montrent aussi les valeurs d'équitabilité de Pielou qui sont de 0,68 pour chacun des deux sites. En revanche, cette équitabilité était variable d'un en fonction de la nature d'occupation du sol de 0,66 à 0,73. Ces valeurs se situent dans l'échelle des valeurs considérées comme étant optimales (0,6 à 0,8) par Odum (1976). La zone d'étude étant marquée) des perturbations

anthropiques élevées, il n'y a pas de différence significative d'un transect à un autre et d'un type forestier à un autre. Bien que l'équitabilité de Pielou (0,68) présente une diversité certaine mais dominée par certaines espèces comme *Mansonia altissima*, *Triplochiton scleroxylon* etc., ce que confirme l'indice de Simpson (0,83) dans les deux sites qui se rapproche de 1 traduisant la dominance dans le milieu de certaines espèces.

La quantité des plantules de *T. scleroxylon* dénombrée (250 plantules) autour d'un semencier le long du transect 18 (T18) et de plusieurs individus de hauteur ( $0,2 \text{ cm} < h < 11,9 \text{ m}$ ) pourrait montrer que la régénération naturelle de *T. scleroxylon* est sous la dépendance d'autres facteurs comme la prédation, la fructification irrégulière, la prédation et son tempérament qui influence l'abondance des semis. Ce qui pourrait donc corroborer les propos de Sepulchre *et al.* (2008) qui ont rapporté que l'espèce nécessite des conditions propices à une régénération naturelle dans toute son aire de distribution afin d'assurer une régénération déficiente qui le rangerait comme étant une espèce dont le maintien sur le long terme est compromis. En raison de la faible régénération de *T. scleroxylon* et de *E. cylindricum*, ces espèces à régénération déficiente sont présentées comme étant vulnérables (Tsingsabe *et al.*, 2017). En dépit de la faible régénération naturelle pour assurer la succession des tiges exploitées peut conduire à leur extinction dans le peuplement en absence de traitement sylvicole (Koudio, 2009).

Les trois espèces-clés présentent une densité à l'hectare faible par rapport à leur densité dans le PNDD. Cette faible densité est liée au fort prélèvement que ces espèces subissent. Cette coupe hyper-sélective à l'endroit de leurs individus est liée à la démographie galopante. Sepulchre *et al.* (2008) ont rapporté que l'exploitation pourrait accélérer le processus naturel de régression des espèces exploitées si aucune mesure n'est faite.

Les valeurs de la surface terrière moyenne calculées étaient de  $5,97 \pm 1,43$ , pour le PNDD et de  $4,40 \pm 0,7$  pour les FNP, elles varient avec les types d'occupation de sol. Pour chacune des espèces-clés, elles sont de  $54,33 \pm 13,01 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *T. scleroxylon*,  $24,13 \pm 5,78 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *M. altissima* et de  $2,58 \pm 0,62 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *E. cylindricum* dans le PNDD, contre  $17,97 \pm 4,30 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *T. scleroxylon*,  $5,13 \pm 1,23 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *M. altissima* et  $2,58 \pm 0,62 \text{ m}^2/\text{ha}$  pour *E. cylindricum* dans les FNP. Ces valeurs se rapprochent de celles obtenues dans les forêts tropicales de 25 à 50  $\text{m}^2/\text{ha}$  (Pascal, 2003). Elle paraît élevée pour *T. scleroxylon* en raison du nombre d'individus de diamètre important et de celles des forêts tropicales d'Afrique centrale 31,5  $\text{m}^2/\text{ha}$  (Lewis *et al.*, 2013). En plus, la variation de la surface terrière observée entre les deux sites et sur les différentes couvertures du sol pourrait s'expliquer par les perturbations humaines qui affectent la dynamique de régression de leurs individus dans les FNP où il est observé une activité humaine intense, affectant ainsi la structure forestière. En

effet, les agro-forêts, les jachères et les forêts secondaires sont caractérisés par le degré d'activité humaines (Branthomme *et al.*, 2009).

Cette activité humaine se traduit par la faible densité des individus de ces trois espèces observées dans les FNP, avec  $0,75 \pm 0,2$  individus/ha, pour *E. cylindricum*,  $24,35 \pm 6,45$  individus/ha pour *M. altissima* et  $99,68 \pm 2,56$  individus/ha pour *T. scleroxylon*. La faible densité des tiges exploitable à l'hectare serait due à l'exploitation des tiges dans (Kouadio, 2009 ; Noutcheu *et al.*, 2016) et davantage le sciage illégal actuel le long des FNP et des intrusions illégales observées au travers des souches abandonnées. La faible densité justifiée par une le sciage artisanal, une coupe hyper-sélective au détriment des populations de ces trois espèces constitue une menace sur la structure de ces trois espèces. Cette menace qui est perceptible également dans le PNDD est marquée par les activités illicites telles que : l'orpaillage qui dégrade le milieu ; la chasse illicite et la coupe du bois remarquable par les souches de bois ou les billes de bois abandonnées au sein de cette aire protégée.

Les perturbations occasionnent la régression des populations des trois espèces : les feux de brousse ; l'agriculture itinérante sur brûlis (AIB) ; le sciage artisanal ; les activités d'orpaillages (à l'intérieur du PNDD). À l'image de plusieurs formations végétales des milieux anthropisés, Ces facteurs de dégradation sont une conséquence favorisée par la croissance démographique induite par les AHAs depuis la première mise en eau de la retenue du barrage en 2016, ayant entraîné une richesse ichthyologique des eaux de sa retenue. Selon Yaovi *et al.* (2021) les ressources forestières constituent une ressource importante d'approvisionnement pour les populations riveraines des aires protégées.

La relation diamètre hauteur permet de noter une tendance de type linéaire et exponentielle. Les coefficients de détermination sont forts ( $> 60\%$ ) et suggèrent que plus de 60 % des de la hauteur sont expliquées par les variations du diamètre. En revanche, malgré les pressions anthropiques, l'existence de la compétition pour la lumière, l'interférence des variations climatiques (variabilités thermiques, pluviométrique et l'intensité de la sécheresse) pourraient justifier ce type de corrélation.

#### **III.2.4. Relation et distance du premier semencier**

Une partie non négligeable des résultats obtenus pour ce qui est des plantules de *T. scleroxylon* dans les FNP appuient les observations faites en forêt boréale par Nickerson (1958), Rowe (1970) et St-pierre *et al.* (1991) en ce qui concerne l'agglomération de la régénération naturelle autour des arbres adultes après un feu. Il se dégage que la qualité des lits de germination est dépendante de la présence des arbres, sauf pour le type d'occupation de sol observé notamment pour la jachère, où la cartographie des lits de germination des plantules

abondants autour d'un semencier a mis en évidence la présence d'humus calciné, une épaisseur de la litière (EL) relativement faible ( $1,1 \text{ cm} < \text{EL} < 1,17 \text{ cm}$ ) et une abondance de plantules à 20 m à l'azimut autour de ce semencier.

### III.2.5. Déterminisme des caractéristiques environnementales

L'analyse de corrélation entre les différents paramètres dendrométriques, l'épaisseur de la litière, la distance du semencier et l'abondance des plantules des trois espèces-clés montrent que l'épaisseur de la litière influence positivement et significativement le recrutement des plantules. Plusieurs Modèles de distribution et de corrélation ont montré une abondance en plantules lorsque la valeur de l'épaisseur de la litière était comprise entre 1 et 2,5 cm. Le niveau d'éclairement aurait une incidence sur le recrutement des espèces comme *M. altissima* et *T. scleroxylon* qui ont montré un niveau de recrutement dans les milieux perturbés et dans les trouées pour *M. altissima*. Selon Forni (2005) l'exploitation telle que pratiquée au Cameroun et plus généralement en Afrique centrale ne crée pas une perturbation suffisante pour assurer la régénération naturelle des espèces pionnières.

Les résultats de cette étude ont montré l'importance des paramètres écologiques et dendrométriques dans la distribution et sur les processus de recrutement de *M. altissima* et de *T. scleroxylon* rencontrées au cours de l'inventaire. L'ACP a montré les paramètres écologiques et dendrométriques rattachés à chacun des trois stades de développement de chacune des espèces. La moindre différence de structure de développement de chaque espèce pourrait être expliquée par les variables environnementales. Différents travaux ont utilisé les analyses multivariées (DCA, CCA) pour étudier l'effet des paramètres écologiques sur la végétation et ont montré que la composition floristique, la structure et la distribution de la végétation varient avec les conditions du milieu (Akame *et al.*, 2014 ; Dibong et Ndjouondo, 2014 ; Koubouana *et al.*, 2018 ; Kouassi, 2019).

### III.2.6. Caractéristiques floristiques, répartition spatiale et dynamique à la périphérie du barrage de Lom-Pangar

La densité de répartition globale pour l'ensemble des trois stades d'observation de chacune des trois espèces est de  $4,25 \pm 0,44$  tiges/ha pour *E. cylindricum*,  $59,15 \pm 1,46$  tiges/ha pour *Mansonia altissima* et  $17,95$  tiges/ha pour *T. scleroxylon* dans le PNDD. Dans les FNP, ces espèces ont une densité de répartition respective de  $0,75 \pm 0,02$  tiges/ha pour *E. cylindricum* de  $24,35 \pm 0,6$  tiges/ha pour *M. altissima* et  $9,68$  tiges/ha pour *T. scleroxylon*. Cette densité est plus élevée dans le PNDD que dans les FNP probablement grâce au statut de conservation de cet écosite. Les travaux de Traore *et al.* (2011) dont l'étude s'est déroulée dans le secteur

phytogéographique Sud-soudanien situé au Sud-Ouest du Burkina Faso rapportent que l'action anthropique semble jouer un rôle majeur dans la destruction du couvert végétal.

De plus, l'expansion démographique et socioéconomique à la PBLP pose de nombreux problèmes. 11 espèces ont été formellement identifiées comme appartenant à la liste la liste rouge de l'UICN Red List UICN (2023) et dont la croissance pourrait entraîner considérablement la disparition d'un certain nombre. Ce résultat corrobore celui rapporté par Anonyme (2014a) qui souligne que sur 117 espèces menacées signalées dans la région de l'Est Cameroun, 16 se trouvent dans la zone de DD. Fongnzossie *et al.* (2019) dont l'étude s'est portée sur les peuplements d'arbres au sud-Cameroun soulignent que la disparition chaque année d'environ 1000 km<sup>2</sup> de forêt au Cameroun doit entraîner l'extinction de quelques espèces endémiques connues ou non encore décrites. Deux des trois espèces portées par cette étude *E. cylindricum* et *M. altissima* sont fortement concernés. Cependant *T. scleroxylon* avec sa faible régénération observée et bien que présentant une aire de répartition importante présente des courbes diamétriques qui le range nettement dans les essences avec « maintien sur le long terme compromis » (Martini *et al.*, 1998). Par ailleurs le fait de présenter une fructification très irrégulière pourrait en faire de cette essence qui présente une vulnérabilité particulière face à l'exploitation. Pour ces espèces, il serait intéressant que l'on choisisse d'assister la régénération naturelle comme le préconise Doucet (2003) à défaut de la voie artificielle d'enrichissement, solution préconisée par Fickinger (1992).

### **III.2.7. Facteurs de vulnérabilité des espèces-clés à la PBLP**

Les observations menées sur le terrain sur l'état des populations des trois espèces à savoir : *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* montrent que ces espèces sont vulnérables dans le PNDD du fait des prélèvements frauduleux, mais davantage à l'extérieur dans les FNP où les populations riveraines ont facilement accès. La coupe hyper sélective des populations de ces trois espèces destinées à satisfaire les acteurs qui interviennent dans les AHs constitue l'une des principales causes. Ainsi, une valeur élevée du stade plantules a été observée dans les FNP pour *T. scleroxylon* (11,5 %) contre (1,3 %) dans le PNDD. En revanche, dans l'ensemble des deux systèmes d'affectation des terres (SAT), *M. altissima* présente une bonne régénération (69 %) dans le PNDD contre (17,8 %) dans les FNP, principalement au niveau des trouées d'abondance régénération. *E. cylindricum* présente une régénération très faible dans l'ensemble de la zone étudiée, soit 0,42 % au stade plantule et 3,4 % au stade intermédiaire dans le PNDD. Cette régénération naturelle peu satisfaisante pour *E. cylindricum* et *T. scleroxylon* accentue la vulnérabilité de ces deux espèces en absence du recrutement devant assurer la pérennité de leur population dans les différents milieux. Selon le Sommet des Trois Bassins sur la Biodiversité (STB, 2023) la déforestation augmente la

vulnérabilité des forêts, il y a plus de déforestation dans les régions tropicales et sub-tropicales que dans les régions tempérées ou boréales. Plus de 30 % d'arbres d'espèces tropicales seront exposés au risque d'extinction.

À ces causes ci-dessous évoquées, il faut ajouter que ces espèces préférentiellement utilisées dans les AHAs sont menacées selon l'UICN (2023) et exploitées pour la qualité de leur bois d'œuvre. L'usage de ces espèces à statut particulier par les populations locales doit attirer l'attention sur la conservation de ces espèces. En effet, ces espèces à statut particulier sont très sensibles aux perturbations causées par l'Homme (Tchouto, 2004 ; Van Gernerden, 2004). Il est certain que la pression anthropique exercée sur ces espèces (i) ne favorise pas leur survie, (ii) va influencer le recrutement. En plus, l'exploitation forestière telle que pratiquée par les populations locales se fait de manière anarchique à la faveur de la richesse ichthyologique des eaux de sa retenue (Zock *et al.*, 2024a), contribue fortement à la diminution voire à la raréfaction de leurs populations dans les FNPs, accentuant la vulnérabilité de ces espèces dans l'écosite situé à proximité. En République Démocratique du Congo, Kimbatsa (2015) a montré que les causes de la vulnérabilité des espèces étaient dues essentiellement aux prélèvements excessifs des différentes parties ou organes des espèces à la périphérie de la réserve de biosphère de Dimonika.

En plus, la disparition des habitats naturels de ces espèces est accentuée par l'exploitation forestière, leur prélèvement excessif et la conversion des surfaces forestières en terres agricoles. Cette situation accentue le risque de vulnérabilité sur ces espèces préférentiellement utilisées dans les AHAs, mais dont la régénération naturelle observée ne pourra pas permettre de compenser les taux de prélèvement à la faveur de la démographie galopante, en l'absence des stratégies de substitution par les populations à la PBLP. Traoré *et al.* (2011) dont l'étude s'est déroulée dans le secteur phytogéographique Sud-soudanien situé au Sud-Ouest du Burkina-Faso ont rapporté que l'action anthropique semble jouer un rôle majeur dans la destruction du couvert végétal. Ces actions anthropiques affectent aussi bien le couvert forestier et les espèces qu'il abrite, en rendant vulnérables les trois espèces-clés et leurs habitats à la suite des conversions des terres.

## **CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## IV.1. Conclusion

Cette étude consacrée à l'analyse des potentialités de régénération naturelle sous l'influence des facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité de trois espèces-clés utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar était fondamentale. Son objectif principal a consisté à évaluer les potentialités de régénération naturelle sous l'influence des facteurs exogènes et endogènes de vulnérabilité de trois espèces à forte valeur d'usage dans les activités halieutiques à la périphérie du BHLP afin d'assurer la conservation des populations d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*.

Ainsi, les résultats de cette étude ont confirmé l'hypothèse de départ, selon laquelle la régénération naturelle des trois espèces étudiées (*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*) à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar est influencée par la fragmentation de la couverture végétale. Cette fragmentation entraîne une altération des processus écologiques (déforestation, résilience écologique, incendie, dynamique des populations etc.) essentiels à la régénération naturelle des trois espèces.

Les résultats sur les caractéristiques structurales (diamètre et hauteur) de ces trois espèces sont étroitement liées aux systèmes d'affectation des terres au niveau desquels leurs valeurs sont plus élevées dans le PNDD que la FNP. Du point de vue régénération, seule l'espèce *E. cylindricum* montre une régénération relativement difficile aux stades plantules (0,42 %) et intermédiaire (3,44 %) dans les SAT concernés par cette étude. *T. scleroxylon* présente une régénération naturelle faible en raison de sa dépendance à l'égard des conditions climatiques spécifiques et probablement de la prédation de ses graines. Bien que l'espèce *M. altissima* ait présenté une régénération naturelle assez importante dans les deux habitats, l'absence de ces individus matures dans les FNP traduit une vulnérabilité liée à la surexploitation et à la dégradation de l'habitat. Il est plus facile de comprendre la faible probabilité de succès de la régénération naturelle d'*Entandrophragma cylindricum* et le déficit de régénération naturelle de *Triplochiton scleroxylon* eu égard aux facteurs de dépréciation pouvant entraîner la prédation de leurs graines par les insectes granivores et les ravageurs mais aussi, semis ou jeunes plantules par les insectes phytophages. Ces résultats confirment l'hypothèse spécifique formulée selon laquelle, l'action anthropique réduit l'abondance des jeunes tiges et affecte la structure forestière des trois espèces dans les zones anthropisées.

En plus, les cartes de répartition spatiale des individus des trois espèces inventoriées sur une surface de 200 ha pour l'ensemble des deux sites présentent un gradient d'anthropisation variable d'un habitat à un autre. Cette répartition spatiale confirme l'hypothèse spécifique de

départ selon laquelle l'abondance des semenciers serait plus importante dans le PNDD. Ainsi, ces résultats soutiennent l'idée que la conservation et la gestion durable de ces espèces requièrent une approche intégrée prenant en compte les facteurs écologiques, socio-économiques et environnementaux.

Le spectre des formes biologiques détaillées des sous-types des phanérophytes montre que les types biologiques les plus dominants à savoir : les nanophanérophytes avec 78,2 % de l'ensemble des individus des trois espèces dans les FNP, contre 48,3 % dans le PNDD. Ils sont suivis des Mésophanérophytes dont les pourcentages respectifs sont de 20,3 % et 43,5 % dans les FNP et le PNDD. Pour l'ensemble des deux habitats, les Mégaphanérophytes sont faiblement représentés 0,4 % dans les FNP, contre 3,3 % dans le PNDD. De plus, la présence de quatre types biologiques distincts dans chaque habitat est justifiée par la diversité de la couverture végétale qui y existe. Du point de vue phytogéographique, les espèces Omni-guinéocongolaises sont les espèces dominantes rencontrées à la PBLP 58,33 %. Elles sont suivies des espèces Bas-guinéocongolaises (12,5 %) et des Afro-tropicales.

En définitive, l'étude des facteurs qui influencent la régénération naturelle des espèces-clés ayant une importance socioéconomique était importante afin de caractériser les mécanismes qui peuvent influencer la régénération naturelle. Elle a montré que la régénération des trois espèces pourrait s'effectuer naturellement par semis, drageons, rejets de collet ou de souches. Au-delà des mécanismes de mise en œuvre de cette régénération qui doivent être développés. Leurs applications artificiellement, par semis et plantations, marcottes aériennes, induction du drageonnage, rejets de souches, culture *in vitro* etc. pourraient mieux contribuer à assurer la reconstitution de leurs populations dans les forêts tropicales humides où elles sont importantes et présentent déjà une population en déclin.

Les résultats de cette étude montrent qu'en Afrique la forêt est un élément central de l'économie, pour les populations villageoises ou parfois même pour un pays entier, qui intervient dans les stratégies des politiques d'un État ou des États.

En plus, les forêts sous toutes les formes constituent une immense réserve en molécules biochimiques qui offrent des perspectives formidables, notamment pour la recherche pharmaceutique. Celles à la PBLP répondent aux multiples usages socio-économiques locaux, particulièrement pour les populations rurales allochtones qui ont émigré à la faveur de la richesse ichtyologique de la retenue. Ces forêts qui se dégradent jouent un rôle essentiel dans la conservation et l'enrichissement des sols, luttent contre l'érosion, protègent la qualité des eaux. Les populations d'arbre d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon* ainsi que d'autres ligneux dans le Bassin du Congo et à la PBLP

constituent le « fusil » d'un équilibre environnemental, social, politique et économique parfois fragile.

Par conséquent, les chercheurs et les forestiers doivent contribuer efficacement à la régénération des écosystèmes du Bassin du Congo de manière globale et spécifiquement ceux des aires protégées qui prenant en compte, la reproduction sexuée, réalisée dans des pépinières modernes, aux mécanismes de multiplication végétative les plus adaptés.

La surveillance des habitats non perturbés comme le PNDD serait une solution obligatoire pour une conservation efficace *in situ* des espèces en général, spécifiquement des trois visées par cette étude. L'ampleur de l'impact humain dans la zone d'étude pourrait constituer une menace sérieuse pour la viabilité future de ces espèces. Des programmes de conservation et de gestion durable de ces espèces sont urgents.

## IV.2. Perspectives

Afin de compléter la présente étude, il serait judicieux :

- D'évaluer le taux de survie des plantules par classe de hauteur afin de déterminer le stade de vie présentant une mortalité élevée ;
- d'identifier *in situ* dans les forêts tropicales les insectes et rongeurs phytophages et granivores qui consomment les graines de ces trois-espèces après qu'elles soient tombées ;
- d'approfondir la caractérisation des niches climatiques de ses trois espèces compte-tenu de l'évolution du climat actuel dans le contexte camerounais en particulier et celui du Bassin du Congo en général.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. (2005). Étude environnementale du Barrage de Lom-Pangar : Étude de la Biodiversité. Agence de régulation de l'électricité (ARSEL), 115 p.
- Anonyme. (2011a). Étude d'impact environnemental cumulatif du projet hydroélectrique de Lom-Pangar. AECOM, 302 p.
- Anonyme. (2011b). Situation de la gestion des forêts tropicales. Organisation Internationale des Forêts (OTIBT), 46-54.
- Anonyme. (2012). Plan communal de développement de Bélabo. Commune de Bélabo, PP. 9-35.
- Anonyme. (2014a). Cinquième Rapport du Cameroun à la Convention de la Biodiversité. République du Cameroun – MINEPDED. Yaoundé, 157 p.
- Anonyme. (2014b). Situation des forêts du monde – Mieux tirer parti des avantages socioéconomiques des forêts. FAO, Rome.
- Anonyme (2018). MINEPAT Faire du Potentiel Halieutique de Lom Pangar un Levier de développement de la Région de l'Est. Yaoundé, Cameroun. 2018. 50 p.
- Abakar O., Fridolin C., Fotsop O.W., PRISO R.J. et Taffouo V. D. (2021). Paramètres de structure, état phénologique de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. et diversité spécifique des essences accompagnatrices dans la forêt du Sud-Est Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(2): 707-727.
- Abernethy K. A., Coad L., Taylor G., Lee M. E. et Maisels, F. (2013). Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120303. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0303>
- Abbosouka Y., 2021. Analyse des impacts des activités anthropiques et des infrastructures sur l'intégrité du Parc National de Deng-Deng, dans la région de l'Est-Cameroun. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Développement de l'Université Senghor, Département Environnement, Spécialité Gestion de l'environnement, 72 p.
- Abraham J. et al. (2014). Olfactory cues of mahogany trees to female *Hypsipyla robusta*. *Bull. Insectology*, 67, 21-30.
- Achard F., Eva H. D., Stibig H.-J., Mayaux P., Gallego J., Richards T. et Malingreau J.-P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Sciences*, 297 (5583): 999-1002.
- Adedeji G. A., Oladele, T. A., Eludoyin O. S. & Aiyelaja A. A. (2018). Obeché (*Triplochiton scleroxylon* K. Shum.): Poor products development wood but good environmental tree in Nigeria. *World News of Natural Sciences*, 18(2): 203-212.
- Adéoti MF, Djyh GB, Djaman AJ, Guede Guina F. et Sess ED. (2010). Méthode d'extraction et de purification de la mansonine d'écorces de *Mansonia altissima*. *J. sci. pharm. biol.*, Vol.11, n°2 -2010, pp. 6-12.
- Adeoti M. F., Bidie P., Camara-Cisse M., Monteomo G. F., Kolia K. I., Gogahy K., Djaman A. J. et Dosso M. (2016). Toxicité aiguë et effets indirects sur la pompe  $Na^+/K^+$  ATPase de l'extrait chloroforme de *Mansonia altissima* (Sterculiaceae) chez le lapin. *European J Biotechnol. Biosci*, 4 : 29-33.
- Adjonou K., Radji A. R., Kokutse A. D., Kokou K. (2016). Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest). *VertigO – la Revue Electronique en Sciences de l'Environnement*, 16(1) :1-15.
- Adomou A. C. (2005). Vegetation patterns and environmental gradients in Bénin. Implications for biogeography and conservation. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, 132 p.
- Adomou C. A., Agbani O. P. et Sinsin B. (2011). Plants in Neuenschwander P., Sinsin B. Goergen G. E. (Eds.). Red list for Benin. *International Institute of Tropical Agriculture*, pp 21-46.

- African Regional Workshop (Conservation and Sustainable Management of Trees, Zimbabwe, July 1996). (1998). *The IUCN Red List of Threatened Species*, 12 p.
- Agbo I. R., Abel A. et Vihotogbe R. (2017). Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (Caesalpiaceae) dans le district phytogéographique zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 (2) 730-742.
- Agbodjogbe G.B. (2011). Analyse de la structure des Galeries Forestières de la Réserve Forestière Totale de Faunes de Tamou (RTFT) en République du Niger. Mémoire de Master international, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, IRD, Sud expert plantes, Université de Dschang, Université Abdou Moumoudi, 59 p.
- Ahouandjinou S.T.B., Yédomonhan H., Tossou G.M., Adomou A.C. et Akouègninou A. (2017). Diversité des plantes mellifères de la zone soudanienne : cas de la forêt classée des collines de Kouandé, Nord-Ouest du Bénin, *Afrique SCIENCE* ; 13(6) :149 – 163.
- Akame J. M., Mvondo O. J., Teikeu W. A., Owona S., Olinga J. B., Ottou E.J.M. et Ntomba S. (2014). Apport des images LANDSAT-7ETM+ à l'étude structural du socle archéen de Sangmelima (Sud-Cameroun). *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 491 :35-54.
- Akindele A., Gailing O. & Finkeldey R. (2010). Diversité génétique de *Mansonia altissima* A. Chev., sous différents régimes d'impact humain dans la réserve forestière d'Akure, Nigéria *Forestry Studies in China*, 12 : 193–200.
- Akouègninou A., Van Der Burg J. & Van Der Masesen L. (Eds). (2006). Flore analytique du Bénin. Cotonou & Wageningen: *Backhuys Publishers*.
- Alexandre D-Y. (1983). Le lambeau forestier du village du Cacao : essai de caractérisation avant abatage. Cayenne :ORSTOM, 10 p.
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV *Boti. J. Linn. Soc.*, 181: 1-20.
- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C. & Pontanier R. (1995). Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zone aride et semi-aride, le vocabulaire et les concepts. John Libbey Eurotext, Montrouge, France, 11-29 p.
- Atelier régional africain. (1998). Conservation et gestion durable des arbres, Zimbabwe, *Mansonia altissima* var. *altissima* la liste rouge des espèces menacées de l'UICN : Et32283A9686553. en. Consulté le 19 août 2023.
- Aubréville A. (1959). La flore forestière de la Côte d'Ivoire. 2e éd. Révisée. Nogent-sur-Marne, France : Centre Technique Forestier Tropical.
- Barbault R. (1995). Écologie des peuplements. Structure et dynamique de la Biodiversité.
- Bariteau M. (1992). Régénération naturelle de la forêt tropicale humide de Guyane : étude de la répartition spatiale de *Qualea rosea* Aublet, *Eperua falcata* Aublet et *Symphonia globulifera* Linnaeus f. *Ann. For. Sci.*49(4) :359-382.
- Bationo B. A., Yélémo B., Ouedraogo S. J. (2004). Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), une espèce exotique adoptée par les paysans du centre-ouest du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 282 (4) : 5-10.
- Bayol N., Demarquez B., De Wasseige C., Eba'a R., Fisher J.-F., Nasi R., *et al.* (2012). La gestion des forêts et la filière bois en Afrique centrale. *In* : De Wasseige C., de Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux P., Desclée B., *et al.* (éds). Les forêts du bassin du Congo – État des forêts 2010. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne, 41-61.
- Beckman N. G., et Rogers H. S. (2013). Consequences of seed dispersal for plant recruitment in tropical forests : Interactions within the seedscape. *Biotropica*, 45 (February), 666–681.
- Beer C., Reichstein M., Tomelleri E., Ciais P., Jung M., Carvalhais N., Rodenbeck C., Arain M. A., Baldocchi D. et Bonan G. B. (2010). Terrestrial gross carbon dioxide uptake: global distribution and covariation with climate. *Sciences*, 329 (5993): 834-838.
- Beekman H. (2016). Wood anatomy and trait-based ecology. *IAWA J.*, 37, 127-151.

- Begon M., Harper J. L. & Townsend C. R. (1990). Ecology: individuals, populations, and communities. *Blackwell Scientific Publications*. Oxford, 945 p.
- Bele M. Y., Sonwa D. J. et Tiani A.-M. (2015). Adapting the Congo Basin forests management to climate change: Linkages among biodiversity, forest loss, and human well-being. *Forest Policy and Economics*, 50, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.05.010>
- Bellefontaine R., Meunier Q., Ichaou A., Morin A., Mapongmetsem P. M., Belem B., Azihou F., Houngnon A. et Abdouramane H. (2018). La régénération par grains et par multiplication végétatives à faible coût (drageons et boutures de segments de racine). Cirad, 463 p.
- Billon L., Sordello R., Witte I., Touroult J. (2015). Méthode d'analyse des données issues du protocole de recensement des collisions faunes/véhicule pour la détection des zones à risque. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. SPN 2015-55 :30 p.
- Biwolé A.B., 2015. Origine et dynamique de population d'arbres des forêts denses humides d'Afrique centrale, le cas de *Lophira alata* Banks ex Gaertn C.F. (ochraceae) . Thèse de Doctorat. Université de Liège-Gembloux Agro- Bio Tech, 117 p.
- Blasser J. Sarre A., Poore D. et Johnson S. (2011). Situation de la gestion des forêts tropicales 2011, volume 38. OIBT.
- Blervacq R., Doucet J-L.i et Tossens S. (2023). Interaction trophique entre mammifères et espèces ligneuses d'intérêt commercial dans une forêt du Sud-est Cameroun. Mémoire de Master en Bio ingénieur : gestion des forêts et espaces naturelles, à finalité spécialisée, Gembloux Agro-Bio Tech, 89 p.
- Boadu K. B. & Siaw D. E. K. A. (2019). The effect of storage period on viability of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum seeds. *Scientific African*, 5: e00127.
- Bonam, G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedback and the climate benefits. *Sciences*, 320(5882): 1444-1449.
- Bongers F., Poorter L., Van Rompaey R. S. A. R. & Parren M. P. E. (1999). Distribution of twelve moist forest canopy tree species in Liberia and Côte d'Ivoire: response curves to a climatic gradient. *Journal of Vegetation Science*, 10: 371-382.
- Bormann, F. H and Likens, G. E. (1979). Pattern and process in a forested ecosystem. New York, NY: Springer.
- Botanic Gardens Conservation International (BGCI) & UICN SSC Global Tree Specialist Group. (2018). *Mansonia altissima*. La liste rouge des espèces menacées de l'UICN : eT62753A136113496. <https://doi.org/10.2305/IUCN>. UK. 2018-2. RLTS. T62753A136113496. fr. Consulté le 23 septembre 2023.
- Bowen M. R., Howland F.T., Last R.R.B., Leakey & Longman K. A. (1977). *Triplochiton scleroxylon*: conservation et amélioration, informations sur les ressources génétiques forestières, n°6,FAO, Rome, 52 p.
- Branthomme A., Aitrell D., Kamelarczyk K. & Saket M. (2009). Suivi et Évaluation des ressources forestières nationales : Manuel pour le Relevé intégré de données sur le terrain. *Food and Agriculture Organization, Rome*, p 201.
- Brodie J., Post E. et Laurance W. F. (2012). Climate change and tropical biodiversity: a new focus. *Trends in ecology and evolution*, 27 (3): 145-150.
- Brokaw, N. V. L. (1985a). Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66: 682–687.
- Brokaw, N.V.L. (1985b). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. San Diego, California. Academic Press. pp. 53–69.
- Brown, N.D. & Jennings, S.B. (1998). Gap-size niche differentiation by tropical rainforest trees: a testable hypothesis or a broken-down bandwagon? Pages 79-94 in D.M. Newberry, H.H.T. Prins, and N.D. Brown (eds), Dynamics of Tropical Communities. Blackwell Science, Oxford.
- Brunck F. & Mallet B. (1993). Les problèmes phytosanitaires de l'acajou en Côte d'Ivoire. *Bois For. Trop.*, 237, 9-29.

- Bullock J. E. S. (1997). Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *International Journal of Sport*, 18 (08), 618-624, 1997.
- Burkey T. V. (1994). Tropical tree species diversity: a test of the Janzen-Connell model. *Oecologia*, 97 : 533-540.
- Catinot R. (2018). Tropical silviculture in dense African forest (Part 1). *Bois et Forêt des Tropiques*, 336: 7-18.
- Chagneau P., Mortier F., Picard N. et Barco J.-N. (2009). Processus de Cox marqué dirigé par un environnement prédit : application à la répartition spatiale de juvéniles en forêt tropicale humide. 41 journées de Statistique, SFdS, Bordeaux, France, 7 p.
- Chapman H. M., Goldson S. L. et Beck J. (2010). Postdispersal removal and Germination of Seed Dispersed by Cercopithecus nictitans in a West African Montane Forest. *Folia Primatologica; International Journal of Primatology*, 81(1), 41–50.
- Chave, J. (2008). Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process; pp 11-30 in *Tropical Forest Community Ecology*, Eds. Stefan Schnitzer and Walter Carson. Wiley-Blackwell. Oxford.
- Chêtelat J. (2005). Eléments méthodologiques de diagnostic paysager utilisant les systèmes d'information géographiques. Thèse de doctorat PhD, section des sciences et ingénierie de l'environnement, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. 302 p.
- Chupezzi Tieguhong J. & Ndoye O. (2007). L'impact de l'exploitation du bois des concessions forestières sur la disponibilité des produits forestiers non ligneux dans le Bassin du Congo. Étude pilote sur les techniques d'exploitation forestière. Rome : FAO.
- CITES (Convention pour le Commerce International des espèces de la faune et flore menacées d'extinction). (1983). Texte de convention. Version amendée à Gaborone. <https://cites.org/fra/disc/text.php> (Consulté le 27/11/23).
- Clark C., Poulsen J., Malonga R. et Elkan Jr P. (2009). Logging concessions can extend the conservation estate for central african tropical forests. *Conservation Biology*, 23(5): 1281-1293.
- Clark D.B., Clark, D.A. and Rich, P.M. (1993). Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain forest. *Biotropica*, 25: 397-407.
- Condit R. (1995). A review of La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest. *Eco science* 2: 209-210.
- Condit R., P. S. Ashton, P. Baker, S. Bunyavejchewin, S. Gunatilleke, N. Gunatilleke, S.P. Hubbell, R.B. Foster, L. Hua Seng, A. Itoh, J.V. LaFrankie, E. Losos, N. Manokaran, R. Sukumar, and T. Yamakura. (2000). Spatial patterns in the distribution of common and rare tropical tree species: a test from large plots in six different forests. *Science* 288: 1414-1418.
- Condit R., Muller-Landau H C., Thomas J. C. (2006). Testing metabolic ecology theory for allometric scaling of tree size, growth and mortality in tropical forests. *Ecology letters*, 9 (5), 575-588.
- Condit R., Chisholm, R.A, Hubbell, S.P. (2012). Thirty Years of Forest Census at Barro Colorado and the Importance of Immigration in Maintaining Diversity. *PLoS ONE* 7(11): 1-6.
- Connell, J.H. and Orias, E. (1964). The ecological regulation of species diversity. *The American Naturalist* 98: 387-414.
- Connell, J. H. (1971). On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine mammals and in rain forest trees. Pages 298-312 in P.J. den Boer and G. Gradwell, editors. *Dynamics of Populations*. Center for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen, The Netherlands.
- Crane, P.R. and Lidgard, S. (1989). Angiosperm diversification and paleolatitudinal gradients in Cretaceous floristic diversity. *Science*, 246: 675-768.
- Crawley, M.J. 1997. *Plant Ecology*. 2nd ed. *Blackwell Science*, Oxford.

- Crutzen P. J. (2002). Geology of Mankind. *Nature*, 415 (6867): 23 p.
- Cunningham S.A., Floyd R.B., Griffiths M. & Wylie F.R. (2005). Patterns of host use by the shoot-borer *Hypsipyla robusta* (Pyralidae: Lepidoptera) comparing five Meliaceae tree species in Asia and Australia. *For. Ecol. Manage.*, 205, 351-357.
- Daget P. (1980). Le nombre de diversité de Hill, un concept unificateur de la diversité écologique. *Acta Oecological/Oecol. Gener.* 1(1) :51-70.
- Dajoz R. (2008). La Biodiversité : l'avenir de la planète et de l'Homme. Ellipse, Paris 275 p.
- Daniewski WM., Anczewski et Gumulka M. (1996). Sesquiterpenoid constituents of *Entandrophragma cylindricum*. *Phytochemistry*, 43 (4), 811-814.
- Dauby G., Zaiis R., Blach-Overgaard A., Catarino L., Damen T., *et al.*, (2016). RAINBIO: a mega-database of tropical African vascular plants distributions. *PhytoKeys*, 74: 1-18. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.74.9723>
- 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, Faculté Universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, 283 p.
- DeFries R., Herold M., Verchod L., Macedo M. N. et Shimabukuro Y. (2013). Export-oriented deforestation in mato grosso: harbinger or exception for other tropical forests? *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1619):13 p.
- De la Mensbrughe G. (1966). *La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire*. Nogent-sur-Marne, France : Centre Technique Forestier Tropical.
- Denslow, J.S. (1995). Disturbance and diversity in tropical rain forests: \_the density effect. *Ecological Applications* 5: 962-968.
- De Wilde J.F.E. (2015). Meliaceae. In: Sosef M.S.M. et al., eds. *Flore du Gabon*. Margraf Publishers.
- Dibong S. D., Mpondo E., Ngoye A., Kwin M. F. (2011). Plantes médicinales utilisées par les populations Bassa de la région de Douala au Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5: 1105-1117.
- Dibong S. D. & Ndjouondo G.P. (2014). Inventaire floristique et écologique des macrophytes aquatiques de la rivière de Kambo à Douala (Cameroun). *J. Appl. Biosci*, 80 :7141-7160.
- Dimobe K., Wala K., Batawila K., Dourma M., Woegan Y. A. & Akpagana K. (2012). Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'OTI (Mandouri) Togo. *VertigO*, 29 p.
- Doucet, J.L. (2003). L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. *Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux*, 390 p.
- Doucet, J-L. & Kouadio Y. L. (2007). Le moabi une espèce « phare » de l'exploitation forestière en Afrique Centrale. *Parcs & réserves*, 62 (2) :25-31.
- Doucet J.-L., Daïnou K., Ligot G., Ouédraogo D.-Y., Bourland N., Ward S.-E., *et al.* (2016). Enrichment of Central African logged forests with high-value tree species: testing a new approach to regenerating degraded forests. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 12 (1-2): 83-95.
- Doumenge C., Palla F., Scholte P., Hiol Hiol F. et Larzillière A. (Eds.) (2015). Aires Protégées d'Afrique centrale – Etat 2015. OFAC, Kinshasa, République Démocratique du Congo et Yaoundé, Cameroun, 256 p.
- Dourma M., Wala K., Guelly K. A., Bellefontaine R., Deleporte P., Akpavi S., Batawila K., Akpagana K. (2012). Typologie, caractéristiques structurales et dynamique des faciès forestiers fragiles à *Isoberlinia spp.*, en vue de leur gestion au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques*, (313) : 15 p.

- Dro B., Soro D., Koné M. W., Bakayoko A. & Kamanzi K. (2013). Évaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelles dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & plant Sciences*, 17(3) :2631-2646.
- Droissart V., Dauby G., Hardy O. J., Deblauwe V., Harris D. J., Janssens S., Mackinder B. A., Blach-Overgaard A., Sonké B., Sosef M. S. M., Stévant T., Svenning J.-C., Wieringa J. J. et Couvreur, T. L. P. (2018). Beyond trees: *Biogeographical regionalization of tropical Africa*. *Journal of Biogeography*, 45(5), 1153-1167. <https://doi.org/10.1111/jbi.13190>
- Durrieu de Madron L., Favrichon V. & Dupuy B. (1998). *Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif de Mopri-Côte d'Ivoire (1978-1992)*. Montpellier, France : Cirad-Forêt.
- Durrieu de Madron L. & Daumerie A. (2004). Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle centrafricaine. *Bois For. Trop.*, 281(3), 87-95.
- Ellstrand, N.C., Elam, D.R. (1993). Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 24, 217-242.
- Elton, C.S. (1927). *Animal Ecology*, New York, Macmillan Co <http://www.archive.org/details/animalecology00elto>>. Consulté le 8 décembre 2022.
- Endler, J.A. (1982). Pleistocene forest refuges: fact or fancy? Pages 641-57 in Prance, G.T., editor, *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press. New York.
- Engone O., J-P. (2015): Structure spatiale et dispersion des communautés d'arbres en forêt tropicale humide du Gabon : rôle des facteurs édaphiques et du gradient de chablis. Thèse de doctorat en Sciences forestières, Université LAVAL Quebec, Canada, 169 p.
- Etame-L. G., Ngoule C.C., Mbome B., Kidik P. C., Ngene J. P., Yinyang J., Okalla C.E., Ngaba G.P. & Dibong S. D., 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): 5560-5578.
- Evrard Q., Haurez B., et Doucet J.-L. (2017). Le rôle des rongeurs dans la dispersion des diaspores en milieu forestier (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*
- Eurostat. (2000). From land cover to landscape diversity in the European Union. Luxembourg : European Commission/European Environmental Agency.
- Fandohan B., Glele Kakai R., Sinsin B. & Pelz D. (2008). Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois espèces ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marou au Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 12 :173-186.
- FAO. (2011). Situation des forêts du monde. FAO. Rome. 176 p.
- FAO. (2016). La situation mondiale de l'Alimentation et de l'Agriculture (SOFA). FAO, Rome, Italie.
- FAO. (2018). La situation des forêts du monde. Les forêts au service du développement durable. Rome, 136 p.
- FAO. (2020). La situation des forêts du monde : forêts, biodiversité et activités humaines. FAO, Rome, Italie 223 p.
- Fargeot C., Forni E., Nasi R. (2004). Réflexions sur l'aménagement des forêts de production dans le bassin du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 281 (3) : 19-34.
- Fargione J., Hill J., Tilman D., Polasky S. et Hawthorne P. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, 319 (5867):1235-1238.
- Fayolle A. et al. (2015). Differential performance between two timber species in forest logging gaps and in plantations in Central Africa. *Forests*, 6, 380-394.
- Federov, A.A. (1966). The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. *Journal of Ecology* 54: 1-11.
- Feer F., & Forget P.-M. (2002). Spatio-temporal variations in post-dispersal seed fate. *Biotropica*, 34(4), 555-566.

- Fétéké F., Perin J., Fayolle A., Daïnou K., Bourland N., Kouadio Y.-L., *et al.*, (2015). Modéliser la croissance de quatre essences pour améliorer la gestion forestière au Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 325: 5-20.
- Fickinger H. 1992. Göttinger Beitrage zur Land-und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Göttingen, vol. 75.
- Filion J. & Morin H. (1996). Distribution spatiale de la régénération de l'épinette noire 8 ans après un feu en forêt boréale (Québec). *Can. J. For. Res.* 26 : 601-610
- Foahom P. B. (1990). L'utilisation du bété (*Mansonia altissima* A. Chev., Sterculiaceae) dans l'aménagement et la régénération des forêts du Sud-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques* 226 : 20–28.
- Foley J. A., Defries R., Asner G. P., Barford G., Bonan G., Carpenter S. R., Chapin F. S., COE M. T., Daily G. C. et Gibbs H. K. (2005). Global consequences of land use. *Sciences*, 309 (5734): 570-574.
- Fongnzossie F. E., Biwolé B. A., Ngenang G. M., Nekdem F., Ngoufo R., Fono A. L. Dibong S. D. (2019). Analyse floristique, structurale et phytogéographique de la végétation du massif forestier de Ngog-Mapubi-Dibang (Cameroun). *In : le Journal de botanique*, 86 : 75-92.
- Forni E. (1997). Types de forêts dans l'Est du Cameroun et étude de la structure diamétrique de quelques essences. Mémoire d'études approfondies en sciences agronomiques et ingénierie biologique, faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 75 p.
- Forni E. (2005). Connaitre le tempérament des espèces pour prévoir l'évolution de la composition des forêts exploitées. *IUFRO World*, 15 :4 p.
- Ganka G., Fandohan A. B. & Lougbegnon T. O. (2021). *Triplochiton scleroxylon* K. Schum (Sterculioideae-Malvaceae) : synthèse des connaissances et perspectives de recherche. *Annales des sciences Agronomiques*, 24(2) :135-146.
- Gautier-Hion A., Duplantier J.-M., Quris R., Feer F., Sourd C., Decoux J.-P., Dubost, G., Emmons L., Erard C., Hecketsweiler P., Mounngazi A., Roussilhon C., et Thiollay J.- M. (1985). Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*, 65(3), 324-337.
- Gautier L., Chatelain C. et Spichiger R. (1994). Presentation of a releve method for vegetation studies based on high resolution satellite imagery. In Proceedings of XIIIth plenary meeting of AETFAT, eds. J. H. Seyani & A. C. Chikuni, pp. 1339-1350. National Herbarium and Botanic Gardens of Malawi, Zomba.
- Gegu J. M & Gegu J. (1980). Essai d'objection de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. In Gégu J. M. (ed). Séminaire de Phytosociologie Appliquée. Amicale Francophone de Phytosociologie, Metz :75-94.
- Geist H. J. et Lambin E. F. (2001). What drives tropical deforestation. *LUCC Report Series* 4: 116.
- Gibbs H. K., Ruesch A., Achard F., Clayton M., Holmgren P., Ramankutty N. et Foley J. (2010). Tropical forest were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 107 (38):16732-16737.
- GIEC. (2007). Climate change. Synthesis report. Contribution des groupes de travail I,II et III au quatrième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse. 104 p.
- Gillet J.-F., Ngalouo B. & Missamba-Lola A.P. (2008). *Rapport d'analyse - volet dynamique forestière. Projet CIB FFEM « Suivi du programme dynamique forestière – agroforesterie – inventaires faunes »*. Brazzaville, République du Congo : ministère de l'Économie Forestière.
- Gillet, J.F. (2013). Les forêts à marantaceae au sein de la mosaïque forestière du nord de la république du Congo. Thèse de doctorat, Université de LiègeGembloux Agro-Bio tech, 194 p.

- Gillet P., Vermeulen C., Feintrenie L., Dessard H., et Garcia C. (2016). Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas. *BASE*, 183-194. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13022>
- Gonmadje F., Doumenge C., Mckey C., Sunderland T.C.H., Balinga M.P.B. et Sonké B. (2012). Analyse phytogéographique des forêts d'Afrique centrale : le cas du massif de Ngovayang (Cameroun). *Plant Ecology and Evolution*, 145(2):152-164.
- Gorel A. (2012). Étude de l'Origine des populations d'Ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) dans les forêts du sud-est du Cameroun. Mémoire de Master, Université de Liège, Belgique 130 p.
- Gosline G., Bidault E., Van der Burgt X., Cahen D., Challen G., Condé N., Couch C., Couvreur T.L.P. Dagallier L.M.J., Darbyshire I., Dawson S., Doré T. S., Goyder D., Grall A., Haba P., Harris D., Hind D.J.N., Jongkind et al. (2023). Une liste de contrôle taxonomique vérifiée et certifiée des plantes vasculaires de la République de Guinée. *Nature données scientifiques*, 10(327) :1-12.
- Gounot, (1969). A method of establishing groups of amplitude in plant sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biologist* 5 (1948). 1-34.
- Gourlet-Fleury S., Mortier F., Fayolle A., Baya F., Ouédraogo D., Bénédet F. et Picard, N. (2013). Tropical forest recovery from logging: A 24 year silvicultural experiment from Central Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120302. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0302>
- Grijpma P. & Gara R. (1970). Studies of the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). II. Host preference of the larva. *Turrialba*, 20, 241-247.
- Grime, J.P. (2001). Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties. 2<sup>nd</sup> edition. Wiley. New York. 417 p.
- Grinnell J. (1904). The origin and distribution of the chestnut-backed chickadee. *The Auk* 21: 364-379.
- Grinnell, J. and Swarth, H.S. (1913). An account of the birds and mammals of the San Jacinto area of Southern California, *University of California Publications in Zoology* 10: 197-406.
- Grinnell, J. (1917). The niche-relationships of the California trasher. *The Auk* 34: 427-433.
- Grinnell J. (1928). Presence and absence of animals. *University of California Chronicle* 30: 429-450.
- Grosjean P. & Guyliann E. (2021). <https://wp.sciviews.org/ssd-umons2-2020/afm.html>.
- Grubb, P. J. (1977). The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews* 52:107-145.
- Guariguata, M.R, Cornelius, J., Locatelli, B., Forner, C., Sánchez-Azofeifa, G.A. (2008). Mitigation needs adaptation: Tropical forestry and climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13: 793- 808.
- Guinochet B. (1963). Phytosociologie. Martin & Cie, Paris, 227 p.
- Gyimah R. & Nakao T. (2007). Early growth and photosynthetic responses to light in seedlings of three tropical species differing in successional strategies. *New Forests*, 33:217-236.
- Haffer, J. (1969). Speciation in Amazon rainforest birds. *Science* 165: 131-37.
- Hall J.S., Harris D.J., Medjibe V. & Ashton P.M.S. (2003). The effects of selective logging on forest structure and tree species composition in a Central African forest: implications for management of conservation areas. *For. Ecol. Manage.*, 183, 249-264.
- Hall J. S. (2008). Seed and seedling survival of African mahogany (*Entandrophragma* spp.) in the Central African Republic: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 255: 292-299.
- Hall J.S. (2011). Natural forest silviculture for Central African Meliaceae. In: Günter S., Weber M., Stimm B. & Mosandl R., eds. *Silviculture in the Tropics*. Berlin: Springer.
- Hall P., Ashton P. S., Condit R., Manokaran N. et Hubbell, S. P. (1998). Signal and Noise in Sampling Tropical Forest Structure and Dynamics. In:Dallmeier F, Comiskey JA eds.

- Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling. Paris: UNESCO Paris and The Parthenon Publishing Group, *International Publishers in Science, Technology and Education*.
- Hansen M. C., Stethman S. V. et Potapov P. V. (2010). Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 107 (19):8650-8655.
- Hardy, O. J. et Sonké, B. (2004). Spatial pattern analysis of tree species distribution in a tropical rain forest of Cameroon: assessing the role of limited dispersal and niche differentiation. *Forest Ecology and Management* 197: 191-202.
- Hartshorn, G.S. (1978). Treefalls and tropical forest dynamics. Pages. 617-638 in P.B. Tomlinson and M.H. Zimmermann, ed. *Tropical Trees as Living Systems*. Cambridge Univ. Press, London.
- Haurez, B. (2015). Rôle du gorille des plaines de l'Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) dans la régénération des forêts denses humides et interaction avec l'exploitation sélective de bois d'œuvre. Gembloux Agro-Bio Tech.
- Hessou HK. (2019). Diversité, ethnobotanique et état de conservation des espèces de sous-bois des plantations de *Tectonia grandis* Lf au sud Bénin. *Sciences de la vie, de la terre et agronomie* 7 (1),
- Hill J.L. et Hill R. A. (2001). Why are tropical rain forests so species rich? Evaluating theories. *Progress in Physical Geography* 25 (3): 326-354.
- Hosonuma N., Herold M., De Sy V., DeFries R. S., Brockhaus M., Verchot L., Angelsen A. et Romijn E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4): 18 p.
- Houngbégnon F. G. A., Gillet J.-F., Michaux J., Brostaux Y., Zébazé D., Lhoest S., Vermeulen C., Sonké B. et Doucet J.-L. (2023). Seed dispersal by duikers in selectively logged rainforests: Overlooked dispersal of an important animal community. *Forest Ecology and Management*, 529, 120650. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120650>
- Hubbell, S. P. (1979). Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203 :1299-1309.
- Hubbell, S. P., Foster, R. B., O'Brien, S. T., Harms, K. E., Condit, R., Wechsler, B., Wright, S. J., Loo de Lao, S. (1999). Light-gap disturbances, recruitment limitation and tree diversity in a Neotropical Forest. *Science* 283 (5401): 554-557.
- Hubbell, S.P. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. *Monographs in Population Biology*, Vol.32. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 375 p.
- Hunter M.L. (1999). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press: Cambridge; xiv + 698.
- InsideWood, (2004). *InsideWood library*, <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>, (consulté le 26 novembre 2023).
- Jagoret P., Kwesseu J., Messie C. A., Michel I., Malézieux E. (2014). Valeurs d'usage des ligneux utilisés en agroforesterie : les cacaoyères du Centre-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 321: 45-54.
- Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- Jayaraman K. (1999). *Manuel de statistique pour la recherche forestière*. FAO, Rome, Italie, 242 p.
- Jiagho E. R. (2018). Flore et végétation ligneuses à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun) : dynamique et implication pour une meilleure gestion. *Géographie*. Université d'Angers, 363 p.
- Jiagho R. E., Zapfack L. et Jumo K. C. U. A. (2019). Distribution et évaluation de la flore ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun). *Vertigo la revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne], volume 19, numéro 3 |Décembre 2019, mis en ligne le 30 décembre 2019, consulté le 24 janvier 2023. URL:

- Johnson, R.H. (1910). Determinate evolution in the color pattern of the Ladybeetles. Carnegie Institution of Washington. Washington. 104 p.
- Kabelong B. L. P. R. (2013). Influence des activités anthropiques sur la ressource ligneuse dans la périphérie du Parc National de Waza. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master professionnel en Sciences forestières. Université de Yaoundé I. 109 pages + annexes.
- Kabelong B. L. P. R., Zapfack L., Weladji R. B. et al. (2018). Floristic diversity and carbon stocks in the periphery of Deng-Deng National Park, Eastern Cameroun. *Springer Nature*. 15 p.
- Kabore E., Sambare O., Ouedraogo A. et Thiombiano A. (2013). Diversité et cordon ripicole le long de la Sirba (Nord-est du Burkina Faso). *Int. J. Bio. Chem. Sci.* 7(5) :1929-1950.
- Karsenty A. (2010). Large-scale acquisition of rights on forest lands in Africa. Washington DC *Rights and Resources Initiative*.
- Kasongo Yakusu E., Monthe F. S., Bourland N., Hardy O. J., Louppe D., Bola Mbele Lokanda F., et al. (2018). Le genre *Entandrophragma* (Meliaceae) : taxonomie et écologie d'arbres africains d'intérêt économique (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 22 (2).
- Kasongo Y. E., Louppe D., Monthe F. S., Hardy O. J., Mbele Lokanda F. B., Hubau W., Van Den Bulcke J., Van Acker J., Beeckman H., Bourland N. (2019). Enjeux et amélioration de la gestion des espèces du genre *Entandrophragma cylindricum*, arbres africains devenus vulnérables. *Bois et forêts des tropiques*, 339 : 75-94.
- Keay R. W. J. (1989). *Trees of Nigeria* Oxford Sciences Publications. 476 p.
- Kémeuzé V. A. (2008). *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague. In: Louppe D., Oteng-Amoako A. A., Brink M. (éds). *Ressources végétales de l'Afrique tropicale* 7 (1). Bois d'œuvre 1. Traduction de : *Plant Resources of Tropical Africa* 7 (1). *Timbers* 1. 2008. Wageningen, Pays-Bas, Fondation PROTA, 268-273.
- Kenfack D., Thomas D. W., Chuyong G. et Condi R. (2006). Rarity and abundance in a diverse African forest. *Biodivers Conser*, 28 p.
- Kengne O. C., Zapfack L., Garcia C., Noiha N. V. et Nkongmeneck B-A. (2018). Diversité floristique et structurale de deux forêts communautaires sous exploitation au Cameroun : cas de Kompia et Nkolenyeng. *European Scientific Journal*, 24(14) :1857-7431.
- Kent M. & Coker P. (2003). *Vegetation Description and Analysis – a practical approach*. John Wiley & Son Eds:UK; 354p. + annexes.
- Kimbatsa F.G. (2015). Utilisation abusive des produits forestiers non ligneux (PFNL) et son impact écologique sur la réserve de la biosphère de Dimonika (République du Congo). *Revue Canadienne de Géographie Tropicale*, 2,52-59.
- Klank, C., Pluess, A.R. & Ghazoul, J. (2010). Effects of population size on plant reproduction and pollinator abundance in a specialized pollination system. *J. Ecol.* 98, 1389–1397. doi: 10.1111/j.1365-2745.2010.01720.
- Klopčič, M., Simončič, T. & Bončina, A. (2015). Comparison of regeneration and recruitment of shade-tolerant and light-demanding tree species in mixed uneven-aged forests: experiences from the Dinaric region. *Forestry* 88, 552–563. doi:10.1093/forestry/cpv021.
- Kobou K., Adjossou K. & Hamberger K. (2005). Les forêts sacrées de l'aire OUATCHI au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *Vertigo-La Revue en Sciences de l'environnement*, (6) 3.
- Koenen E.J., Clarkson J.J., Pennington T.D. & Chatrou L.W. (2015). Recently evolved diversity and convergent radiations of rainforest mahoganies (*Meliaceae*) shed new light on the origins of rainforest hyperdiversity. *New Phytol.*, 207(2), 327-339.

- Kono L. D. Essono D. M. Ambombo M. E., Mbarga B. M. A. & Biye E. (2020). Influence des facteurs biotopiques sur les stocks de carbone des marécages à herbacées de la ville de Yaoundé (Cameroun) et ses environs. *Afrique Sciences*, 16 (6) :1-13.
- Kouadio Y.L. (2009). Mesures sylvicoles en vue d'améliorer la gestion des populations d'essences forestières commerciales de l'Est du Cameroun, Thèse doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 278 p.
- Kouassi G. (2019). Disponibilité et vulnérabilité des espèces sources de produits forestiers non ligneux d'origine végétale de la forêt classée du Haut-Sassandra et sa périphérie après la décennie de crise au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire : Vulnérabilité sources de produits forestiers non ligneux. Sciences de l'environnement. Université Jean Lorougnon Guédé; Université Jean Lorougnon Guédé. 189 p. <https://theses.hal.science/tel-03033353>
- Koubouana F., Ifo S. A., Ndzai S. F., Stoffenne B. & Mondzali-Lénguya R. (2018). Étude comparative d'une forêt primaire et d'une forêt dégradée au Nord de la République du Congo par référence à la structure des forêts tropicales humides. *Revue Scientifiques et Techniques Forêt et environnement du Bassin du Congo*, 11 :11-25.
- Kremen C., Niles J. O., Dalton M., Daily G., Ehrlich P., Fay J., Grewal D. Guillery R. P. (2000). Economic incentives for rain forest conservation across scales. *Sciences*, 288(5472) :1828-1832.
- Labarere J. (2012). Support de cours : chapitre 4, tests paramétriques de comparaison de deux moyennes. Université Joseph Fourier de Grenoble-Année scolaire 2011/2012, 47 p.
- Lacoste A. & Salomon R. (1969). *Éléments de biogéographie et d'écologie*. Paris Fernand Nathan, 235 p.
- Laporte N. T., Stabach J. A. Grosch R., Lin T. S. et Goetz S. J. (2007). Expansion of industrial logging in Central Africa. *Sciences*, 316(5830) :1451-1462.
- Laurance W.F. (1999). Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation*, 99(2):107-116.
- Laurance W. F., Albernaz A., Fearnside P. M., Vasconcelos H. L. et Ferreira L. V. (2004). Deforestation in Amazonia. *Sciences (New York,NY)*, 304 (5674) : 1109.
- Laurance P., Jacques A. B., Anik B. A., Marie-joelle R. & Trenkel V. M. (2009). Assessment of impacts from human activities on ecosystem components in the Bay of Biscay in the early 1990s *Aquatic Living Resources*, 22, 409-431.
- Laurance W. F., Sayer J. et Gassman K. G. (2014). Agriculture expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in ecology and evolution*, 29 (2) :107-116.
- Lebacq L., Istas J. R. (1950). Les bois des Méliacées du Congo Belge. Volume 2. Tervuren, Belgique, Annales du musée du Congo Belge, 127 p.
- Lebrun j. (1947). La végétation de la plaine alluviale du Lac Edouard, Exploitation du Parc National Albert. Institut des Parcs Nationaux du Congo belge.
- Lebrun J. (1960). Sur une méthode de délimitation des horizons et étages de végétation des montagnes du Congo Oriental. *Bulletin du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles* 1 :75-94. DOI :10.2307/ 3667120
- Ledo A. (2015). Nature and Neighbours matter: interspecific association among tree species exist and very across life stages in tropical forests. *PLoS One*, 11 :1-17.
- Legendre L. & Legendre P. (1984). *Écologie numérique 2 : la structure des données écologiques*. Masson collection d'écologie 13, 335 p.
- Lemmens R. H. M. J. (2008). *Entandrophragma excelsum* (Dawe & Sprague) Sprague. In: Louppe D., Oteng-Amoako A. A., Brink M. (éds). *Ressources végétales de l'Afrique tropicale* 7 (1). Bois d'oeuvre 1. Traduction de : *Plant Resources of Tropical Africa* 7 (1). Timbers 1. 2008. Wageningen, Pays-Bas, Fondation PROTA, 273-280.
- Lescuyer G., Cerutti P. O., Essiane E., Ebaa R., Nasi R. (2012). Évaluation du secteur du sciage artisanal dans le bassin du Congo. In : De Wasseige C., de Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux P., Desclée B., Nasi R., *et al.* (éds). *Les forêts du bassin du Congo – État des forêts 2010*. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne.

- Letouzey, R. (1968). Étude phytogéographique du Cameroun. Editions Paul Lechevalier, Paris, 511 p.
- Letouzey R. (1982). Manuel de Botanique Forestière Afrique Tropicale Tome 1, 2A, 2B. Botanique Générale. *Centre Technique Forestier Tropical*, Nogent-sur-Marne, France. 461 p.
- Letouzey R. (1985a). Notice de la carte phytogéographiques du Cameroun au 1/500000, 3 SC : Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée. Yaoundé : *Inst. De la Recherche Agron.* et Toulouse: *Inst. De la Carte Intern. De la Végétation*.
- Letouzey R. (1985b) : Notice de la carte phytogéographiques du Cameroun au 1/500000, 4 TV : Domaine de la forêt dense humide toujours verte. Yaoundé : *Inst. De la Recherche Agron.*, Toulouse : *Inst. De la Carte Intern. De la Végétation*.
- Lewis S.L., Sonke B., Sunderland T., Begne S. K. *et al.*, (2013). Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Phil trans R Soc B*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0295>.
- Li L., Wei S. G., Huang Z. L., Ye W. H. Cao H. L. (2008). Spatial patterns and interspecific associations of Three canopy species at difference life stages in a subtropical forest, *China J. Integr. Plant. Biol.*, 9: 1140-1150.
- Li, L., Huang, Z., Ye, W., Cao, H., Wei, S., Wang, Z., Lian, J., Sun, I-F., Ma, K., and He, F. (2009). Spatial distributions of tree species in a subtropical forest of China. *Oikos*, 118 : 495-502.
- Ligot G., Fayolle A., Gourlet-Fleury S., Dainou K., De Ridde J. F. G. M., Drouet T., Groenendijk P. & Doucet J. L. (2019). Growth determinants of timber species *Triplochiton scleroxylon* and implications for forest management in central Africa. *Forest Ecology Management*, 256: 1458-1467.
- Lisingo J., Wetsi J.-L. & Ntahobavuka H. (2010). Enquête sur les chenilles comestibles et les divers usages de leurs plantes hôtes dans les districts de Kisangani et de la Tshopo (R.D. Congo). *Géol. Géogr. Écol. Trop.*, 34, 139-146.
- Lisingo J., Lokinda F., Wetsi J.-L., Ntahobavuka H. (2012). Exploitation artisanale du bois et des chenilles comestibles par les habitants de la ville de Kisangani et ses environs. In : Benneker C., Assumani D.-M., Maindo A., Bola F., Kimbuani G., Lescuyer G., *et al.* (éds). Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'œuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen, Pays-Bas, *Tropenbos International*, 248-262.
- Lisingo W. L. J. (2016). Organisation spatiale de la diversité spécifique d'arbres en forêt tropicale dans le Bassin Nord-Est de la Cuvette Centrale Congolaise. Thèse de Doctorat, Université de Kisangani. République démocratique du Congo.
- Longman K. A. & Leakey R. R. B. (1995). La domestication du Samba. L'expérience écossaise. *Annales des Sciences Forestières*, 52 : 43-56.
- Louppe A. A., Oteng-Amoako & Brink M. (2008). Ressources végétales de l'Afrique tropicale (7)1 :785 p.
- Louppe D. *et al.* (2015). L'agroforesterie : concept, définition, avantages et inconvénients. *Ed. Quae, 2015*
- Louis J. & Fouarge J. (1947). *Essences forestières et bois du Congo. 4 : Entandrophragma palustre*. Bruxelles : Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo belge (INEAC).
- Lourmas M. *et al.* (2007). Reduced density due to logging and its consequences on mating system and pollen flow in the African mahogany *Entandrophragma cylindricum*. *Heredity*, 99:151-160.
- Lowe R. G. (1968). Periodicity of a tropical rain forest tree: *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. *International Forestry Review*, 4 :150-163.
- Lykke A. M. (2000). Local perception of vegetation change and priorities for conservation of woody savanna vegetation in Senegal. *Journal of Environmental Management*, 59: 107-120.

- Madeleine-Antin C. (2009). Dynamique des peuplements forestiers hétérogènes : variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et trajectoire de développement en forêt dense humide sempervirente, dans les Ghâts occidentaux de l'Inde. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II- Sciences et Techniques de Langredoc, 204 p.
- Magurran A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, USA. 256 p.
- Makana J.-R. & Thomas S.C. (2004). Dispersal limits natural recruitment of African mahoganies. *Oikos*, 106, 67-72.
- Malhi Y. et Phillips O.L. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots, Gloh change. *Biol.*, 10: 563-591.
- Martini A. M. Z., De Rosa N. & Uhl C. (1998). Espèces de arbres potentiellement ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. *Série Amazônia N°11-Belém* :Imazon, 36 p.
- Martins, S.V., Rodrigues, R.R. 2002. Gap-phase regeneration in a semi-deciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. *Plant Ecology* 163: 51-62.
- Masters W. A., Djurfeld A. A., De Haan C., Hazell P., Jayne T., Jirström M. et Reardon T. (2013). Urbanization and farm in size in Asia and Africa: implications for food security and agricultural research: *Global Food security*, 2(3):156-156-165.
- Mate J.-P., Lusuna M., Nshimba H., Ndjele L. (2013). Les essences forestières à charbon de bois aux environs de Kisangani. In : Marien J.-N., Dubiez E., Louppe D., Larzillière A. (éds). Quand la ville mange la forêt. Les défis du bois-énergie en Afrique centrale. Versailles, France, Éditions Quæ, 159-166.
- Mayaux P., Holmgren P., Achard F., Eva H., Stibig H.-J. et Branthomme A. (2005). Tropical forest cover change in the 1990s and option for future monitoring. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360 (1454): 373-384.
- McGarrigal K. & Marks B.J. (1995). *FRAGSTATS*. Spatial pattern analysis programme for quantifying landscape structure. USDA Forest Service. Portland: Pacific Northwest Station.
- McIntosh (1950). The interrelation of certain analytic and synthetical phytosociological characters. *Ecology*, (31): 435-58.
- Medjibe V. & Hall J.S. (2002). Seed dispersal and its implications for silviculture of African mahogany (*Entandrophragma* spp.) in undisturbed forest in the Central African Republic. *For. Ecol. Manage.*, 170, 249-257.
- Mekongo N. A. (2022). Dynamique spatiotemporelle du couvert forestier et impact de l'anthropisation dans le Parc National de Deng-Deng et sa périphérie. Mémoire de fin de formation en vue de l'obtention du diplôme de professeur d'enseignement technique de deuxième grade (DIPET II), École Normale Supérieure d'Enseignement Technique, 69 p.
- Mendelsohn R. (2009). L'impact du changement climatique sur l'agriculture dans les pays en développement *J. Nat. Retour. Policy Rest.* 1(1) :5-19.
- Mendoza E., Fay J. et Dirzo R. (2005). A quantitative analysis of forest fragmentation in Los Tuxtlas, southeast Mexico: patterns and implications for conservation. *Revista chilena d'histria natural*, 78(3) :451-467.
- Menga P., Bayol N., Nasi R. & Fayolle A. (2012). Phénologie et diamètre de fructification du wengé, *Millettia laurentii* De Wild. : implications pour la gestion. *Bois For. Trop.*, 312(2), 31-41.
- Mengue-Medou C. (2002). « Les Aires Protégées en Afrique : perspectives pour leur conservation », *Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement [On Line]*, Volume 3 Numéro 1 | Avril 2002, consulté le 16 août 2023, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/4126> ;DOI :<https://doi.org/10.4000/Vertigo.4126>.
- Mensah, S., Houehanou, T.D., Sogbohossou, E.A., Assogbadjo, A.E. & Glèlè Kakai, R. (2014). Effect of human disturbance and climatic variability on the population structure of *Azelia africana* Sm. ex pers. (Fabaceae–Caesalpinioideae) at country broad-scale (Bénin, West Africa). *S. Afr. J. Bot.* 95, 165–173.

- Meunier Q., Moubogou C. & Doucet J-L. (2015). Les arbres utiles du Gabon. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Liège PP. 214-215.
- Miles L. & Karpos V. (2008). Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation: global land-use implications. *Science*, 320(5882) :1454-1455.
- Monthe F. K., Duminil J., Kasongo Yakusu E., Beeckman H., Bourland N., *et al.*, (2018). The African timber tree *Entandrophragma congoense* (Pierre ex De Wild.) A.Chev. is morphologically and genetically distinct from *Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC. *Tree Genetics & Genomes*, 14: 66.
- Morin, P.J. (2000). Biodiversity's ups and downs. *Nature* 406: 463-464.
- Moupela C., Doucet J-L., Dainou K., Tagg N., Bourland N. et Vermeulen C. (2013). Dispersal and predation of diaspores of *Coula edulis* Baill. In an evergreen forest of Gabon. *Afr J. Ecol.* 52, 88-96.
- Mueller-Dombois, D. (1991). The Mosaic Theory and the Spatial Dynamics of Natural Dieback and Regeneration in Pacific Forests. *Ecological Studies Volume 85* : 46-60.
- Muoghalu I.J. (2012). Vulnérabilité des systèmes biophysiques et socioéconomique des savanes et les formations boisées d'Afrique occidentale et Centrale au changement climatique. *African Forest Forum*, 14(2) : 45 p.
- Nanson A. (2004). Génétique et amélioration des arbres forestiers. Gembloux, Belgique, Presses agronomiques de Gembloux, 712 p.
- Nasi R. et Guéneau S. (2007). Les changements en forêt tropicale : vers une nouvelle forme de gouvernance. *Revue Forestière Française*, 5 p.
- Nickerson H. K. (1958). On the complex form of the Poincaré lemma. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 183-188.
- Nielsen E. T. et Rice R. (2004). Gestion durable des forêts et incitation directe à la conservation de la diversité. *Revue Tiers Monde*, 1 : 129-152.
- Njoukouo M.M. et Guyzo P. (2018). État des lieux des plantations forestières d'essences locales en zone de forêt dense au Cameroun. Master professionnel, Université de Dschang, 78 p.
- Nkongmeneck B. A. (1999). The Boumba Bek and Nki forest reserves: botany and ethnobotany. Rapport de WWF – Cameroun. 131 p.
- Noutcheu R., Laura K.S., Tchata M., Taedoung H., Tchingsabe O. et Tieguhong T.C. (2016). Do logging concessions decrease the availability to villagers of foods from timber trees? A quantitative analysis for Moabi (*Baillonella toxisperma*), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) and Tali (*Erythropheum suaveolens*) in Cameroon. *Forest Ecology and Management* 381:279-288.
- Noûfe D. *et al.*, (2016). Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname des zones Nord et Centre de la Côte d'Ivoire. 27 (3):41-55.
- Noss R. (1990). Indicator for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biodiversity*, 4(4): 355-364.
- N'tambwe N. D., Languru S. Konga Ya S. N., Sumbu T. B. *et al.*, (2022). Influence des facteurs écologiques sur la répartition de juvéniles sous semenciers et Modèle écologique de recrutement de *Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg dans une forêt semi-décidue du nord-est de la RD Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2(35): 302-314.
- Nyiramana A., Mendoza I., Kaplin B. A. et Forget P.-M. (2011). Evidence for seed dispersal by rodents in tropical montane forest in Africa. *Biotropica*, 43(6), 654-657.
- O'Driscoll R. L. (1998). Description of spatial pattern in seabird distributions along line transects using neighbour K statistics. *Marine Ecology Progress series*, 165 : 81-84.
- Odum E. P.O. (1976). *Écologie*. Doin, Paris, 257 p.
- OFAC. (2007). Les forêts du bassin du Congo. Etat des forêts 2006. Office des Publications de l'Union Européenne, Luxembourg. 258 p.

- Ogbamgba K.O. & Wekhe S. N. (2006). The effect of dietary inclusion of *Mansonia altissima* on feed intake, feed efficiency, and feed conversion of laying birds and cocks. *African Journal of Biotechnology* 5(10): 1022–1024.
- Ohene-Coffie F. (2008). *Mansonia altissima* (A.Chev.) A.Chev. *Bull. Soc. Bot. France* 58, Mém. 8: 138 (1912). Text/html; charset=UTF-8, visité vendredi 3 juillet 2015 20: 05: 10.
- Oldeman R. A. A. & Van Dijk J. 1991. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. In: Gomez-Pompa A., Whitmore T. C., & Hadley M., (Eds). *Rain Forest Regeneration and Management*. Unesco, 1991.
- Onana J. M. et Check M. (2011). The vascular plants of Cameroun. A taxonomic check list with UICN assessments. *Flore du Cameroun* 39. IRAD-National Herbarium of Cameroun, 159 p.
- Ong L., McConkey K. R. et Campos-Arceiz A. (2022). The ability to disperse large seeds, rather than body mass alone, defines the importance of animals in a hyper-diverse seed dispersal network. *Journal of Ecology*, 110(2), 313-326.
- Onilude Q. A. (2019). Development and evaluation of linear and non-linear models for diameter at breast height and crown diameter of *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum) plantations in Oyo State, Nigeria. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 47-52.
- Omelko A., Ukhvatkina O., Zhmerenetsky A., Sibirina L., Petrenko T. Bobrovsky M. (2018). Des jeunes arbres aux arbres adultes : comment les schémas spatiaux des plantes des plantes avec différentes stratégies de vie changent au cours du développement de l'âge dans une vieille forêt coréenne de pins à feuilles larges. *For Ecol. Mang.* 411: 46-66.
- Opuni-Frimpong E. *et al.* (2008a). Relative susceptibility of four species of African mahogany to the shoot borer *Hypsipyla robusta* (Lepidoptera: Pyralidae) in the moist semideciduous forest of Ghana. *For. Ecol. Manage.*, 255, 313-319.
- Opuni-Frimpong E., Karnosky D., Storer A. & Cobbinah J. (2008b). Silvicultural systems for plantation mahogany in Africa: influences of canopy shade on tree growth and pest damage. *For. Ecol. Manage.*, 255, 328-333.
- Orians, G.H. (1982). The influence of Treefalls in tropical forests on tree species richness. *Tropical Ecology*, 23 : 255–279.
- Ostertag R., Narahari-Inman F., Cordell S. & Giardina C. P. (2014). Forest Structure in low-diversity tropical forests: a study of Hawaiian wet and dry forest. *PLOS ONE* 9(8):e103268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103268>
- Ouédraogo D.Y., Doucet J.L., Daïnou K., Baya F., Biwolé A.B., Bourland N., Fétéké F., Gillet J.F., Kouadio Y.L., Fayolle A. (2018). La taille à la reproduction des espèces d'arbre à la canopée en Afrique Centrale. *Biotropica* 3 : 465-476.
- Oumar A., Choula F., Fotsop W. O., Priso R. J. et Taffouo D. V. (2021). Paramètres de structure, état phénologique de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. et diversité spécifique des espèces accompagnatrices dans la forêt du Sud-est Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(2) : 707-727.
- Owona Ndong P.-A., Peltier R., Linjouom I., Louppe D., Smektala G., Beligné V., *et al.* (2009). Plantations de bois d'œuvre en zone équatoriale africaine : cas de l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 299 : 37-48.
- Palla F., Louppe D. & Forni E. (2002). Sapelli. Fiche technique, écologique et sylvicole. Montpellier, France, Cirad-Forêt.
- Pan Y. *et al.* (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forest. *Science*, 333:988-999.
- Pascal J-P. (2003). Notions sur les structures et dynamiques des forêts tropicales humides. *Revue forestière française*, 55 :118-130.
- Pavoine S. (2005). Méthodes statistiques pour la mesure de la biodiversité. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon I, France, 252 p.

- Pélissier R. (1995). Relation entre l'hétérogénéité spatiale et la dynamique de renouvellement d'une forêt dense sempervirente (Forêt d'Uppangala-Ghâts Occidentaux de l'Inde). Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon I, 246 p.
- Petrucci Y., Tandeau de Marsac G. et Morel P.J. (1995). *Évolution du peuplement adulte et de la régénération acquise après interventions sylvicoles. Dispositif de recherche en forêt dense de Boukoko-La Lolé. Appui à la recherche forestière Fac/Arf*. Bangui, République centrafricaine : ministère des Eaux, Forêts, Chasse et Pêche.
- Phalan B., Bertzky M., Butchart S. H., Donald P. H., Scharlemann J. P., Stattersfield A. J. et Balmford A. (2013). Crop expansion and conservation priority in tropical countries *PLoS one*, 8(1):12-52.
- Philip S.M. (1994). *Measuring Trees and Forests*. Second edi, Wallingford.
- Piba S.C., Tra Bi F.H., Konan D., Bitignon B.G.A. et Bakayoko A. (2015). Inventaire et disponibilité des plantes médicinales dans la forêt classée de Yapo-Abbé, en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 11(24) :7857-7881.
- Picard, N. (1999). Passage d'un modèle individuel à un modèle de distribution de la dynamique forestière : application à une forêt dense tropicale humide Guyane française. Thèse de doctorat, Université de Claude Bernard-Lyon I, 246 p.
- Pickett, S.T.A. and White, P.S. 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press. New York. 457p.
- Pielou E.C. (1965). Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *J. Theor. Biol* 10: 370-383.
- Pierlot R. (1966). Structure et composition de forêts denses d'Afrique centrale, spécialement celles de Kivu. Bruxelles : académie Royale des Sciences d'Outre-Mer XVI-4, 367 p.
- Plumptre A.J. (1995). The importance of "seed trees" for the natural regeneration of selectively logged tropical forest. *Common For. Rev.*, 74, 253-258.
- Pocheville A. (2010). La niche écologique : concepts, modèles, applications. Evolutin. Ecole Normale Supérieure de Paris-ENS Paris, France, 165 p.
- Poorter L., Bongers F., Kouamé F.Y.N. & Hawthorne W.-D. (2004). *Biodiversity of West African forests. An ecological atlas of woody plant species*. Wallingford, UK: Cabi.
- Poorter L., Bongers L. et Bongers F. (2006). Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, tradeoffs, and functional groups. *Ecology*, 87: 1289-1301.
- Potts, M.D., Ashton, P.S., Kaufman, L.S., and Plotkin, J.B. (2002). Habitat patterns in tropical rain forests: a comparison of 105 plots in Northwest Borneo. *Ecology* 83: 2782-2797.
- Puerta Piñero, C., Muller-Landau, H.C., Calderón, O. and Wright, S.J. (2013). Seed arrival in tropical forest Treefall gaps. *Ecology* 94 (7): 1552-1562.
- Puig, H., Forget, P.M., et Sist, P. (1989). Dissémination et régénération de quelques arbres en forêt tropicale guyanaise. Bulletin de la Société Botanique de France. *Actualités Botaniques*, 136(3/4),119-131.
- Pyke, C. R., Condit, R., Aguilar, S. and Lao, S. (2001) Floristic composition across a climatic gradient in a neotropical low-land forest. *Journal of Vegetation Science* 12 : 553-566.
- Randrianjaka H. (2021). Atlas de la restauration écologiques des massifs forestiers (Forêts sèches) du site Bioculturel Antrema CR KATSEPY, District Mintsinjo, région BOENY. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université d'Antananarivo, 97 p.
- Raunkjær C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford University Press, London, 632 p.
- Reis, B.P., Martins, S.V., Filho, E.I.F., Sarcinelli, T.S., Gleriani, J.M., Marcatti, G.E., Leite, H.G. & Halassy, M. (2019). Management Recommendation Generation for Areas Under Forest Restoration Process through Images Obtained by UAV and LiDAR. *Remote Sens.* 11, 1508. doi : 10.3390/rs11131508
- Ricco R. (2017). Analyse de corrélation : étude des dépendances – variables quantitatives, version 1.1. support de cours, Université Lumière Lyon 2, 105 p.

- Richards, P.W. (1996). The tropical rainforest. Second edition. Cambridge University Press. Cambridge. 575p.
- Rise R. E., Gullison R. E. et Reid J. W. (1997). Can sustainable management save tropical forest? *Scientific American*, 276(4) :44-49.
- Rollet B. (1969). La régénération naturelle en forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane vénézuélienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, 124, 19-38.
- Rollet B. (1974). L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaines. Nogent sur Marne, France : Centre Technique Forestier Tropical, 298 p.
- Rollet B. (1981). La régénération naturelle dans les trouées, un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides : 1<sup>ère</sup> partie. *Bois For. Trop*, 201 :3-34.
- Rosin C., et Poulsen J. R. (2016). Hunting-induced defaunation drives increased seed predation and decreased seedling establishment of commercially important tree species in an Afrotropical forest. *Forest Ecology and Management*, 382, 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.016>
- Rowe A.M. et Chou J.C.S. (1970). Pressure volume temperature concentration relation of aqueous NaCl solutions. *J Chem. Eng. Data*.15 :61-66.
- Rougeot P-C. (1955). Attacides (*Saturnidae*) de l'équateur africain français. *Encycl. Ent.* 34:1-116.
- Runkle, J. R. (1992). Guidelines and sample protocol for sampling forest gaps, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 44 p.
- Sagar R., Raghubanshi A.S. et Singh J.S. (2003). Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in z dry tropical forest region of India. *Forest Ecology and Management*, 186:61-71.
- Sandermann W. & Dietrichs H. H. (1959). Extractive of *Mansonia altissima* and their injurious effects on health. *Holz Roch-U. Werkstoff*, 17 (3), 88-97.
- Sandjong Sani R. C., Ntoupka M., Ibrahima A. et Vroumsia T. (2013). Essai d'analyse de la conception paysanne de l'évolution, de la gestion et de l (utilité du Parc National de Mozoko-Gokoro (Cameroun). *International Journal of Biological and Cheshmical Sciences* 7(6):2490-2503.
- Sandjong Sani R. C., Ntoupka M., Ibrahima A. et Vroumsia T. (2018). Caractérisation structurale du Parc National de Mozoko-Gokoro -Cameroun). *Flora et Vegetatio Subano-Sambesica*, 21 :7-24.
- Sassens M., Sheil D., et Giller, K. E. (2015). Fuelwood collection and its impacts on a protected tropical mountain forest in Uganda. *Forest Ecology and Management*, 354, 56-67.
- Schell R. (1970). Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux Vol.1 les flores et structures. Gauthier-Villars eds., Paris.
- Schell R. (1976 et 1977). Flore et Végétation de l'Afrique Tropicale. Gauthier-Villars, Bordas, Paris, Tome 1 & 2.
- Schoener, T.W. (1989). The ecological niche. Pages 79-113 in J.M. Cherrett (ed.), *Ecological Concepts: the contribution of ecology to an understanding of the natural world*. Blackwell. Cambridge.
- Schupp, E.W. & Howe, H.F. Augspurger, C. K & Levey, D.J. (1989). Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology* 70 (3): 562-564.
- Schwartz B. N., Uriarte M., Defries R., Gutierrez-Velez H.V. et Pinedo-Vasquez M. A. (2017). Land-use dynamics influence estimates of carbon sequestration potential second-growth forest, *Environmental research* 12(7): 11 p.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (CDB). (2009). Biodiversité, développement et réduction de pauvreté : reconnaître le rôle de la biodiversité pour le bien être humain. P.52.
- Seka M.J., Bégin J., Avana T.M.L., Riopel M., Ruel J.C. (2018). Régénération naturelle de L'Okan (*Cylicodiscus gabunensis* Harms) et facteurs influençant la probabilité D'observation des semis. *Rev. Sci. Tech. For. Environ. Bassin Congo*. Volume 11. PP. 26-38.

- Selwood, K.E., McGeoch, M.A. et Nally, R.C. (2014). The effects of climate change and land-use change on demographic rates and population viability. *Biol. Rev.* 000–000. doi : 10.1111/brv.12136.
- Sepulchre, F., Dainou, K., Doucet, J.L. (2008). Étude de la vulnérabilité de 18 essences Ligneuses commerciales d’Afrique centrale reprises sur la liste rouge IUCN. 51 p.
- Shannon C. E. (1948). A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal* 27, 379-423. DOI:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x
- Simpson E. H. (1949). Measurement of biodiversity, *Nature* 163:688.
- SND30. (2020). Stratégie Nationale de Développement 2020-2030 : pour la transformation structurelle et le développement inclusif. Ministère de l’Economie, de l’aménagement et de la planification du territoire. Cameroun, 231 p.
- Sokpon N., Biaou SH., Ouinsavi C., Hunhyet O. (2006). Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d’exploitabilité et régénération naturelle. *Bois for Trop.* (287) : 45-57.
- Sonké B. (1998). Études floristiques et structurales des forêts de la réserve de Faune du Dja (Cameroun). Thèse présentée en vue de l’obtention du grade de Docteur en Sciences, Option Écologie végétale. Université Libre de Bruxelles. 226 p.
- Southwood T. R. E. et Henderson P. A. (1999). Ecological methods. Blackwell Sciences, Oxford 575 p.
- Sorensen T. (1948). A method of establishing group of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyse of the vegetation on Danish common. *Kjobenhavn*, 4:1-34.
- Sprague T. (1910). *Entandrophragma leiopyx and pseudocedrela*. *Bull. Miscellaneous Inf. kew.* 177-182.
- Staner P. (1941). Les Méliacées du Congo Belge. *Bull. Jardin Bot. État Bruxelles*, 16, 109-251.
- Staner P., Gilbert G. (1958). Meliaceae. In : Robyns W., Staner P., Demaret F., Germain R., Gilbert G., et al. (éds). Flore du Congo Belge et du Rwanda-Urundi. Spermatophytes. Volume 7. Bruxelles, Belgique, Institut national pour l’étude agronomique du Congo belge (INEAC), 147-213.
- STB. (2023). Sommet des Trois Bassins sur la Biodiversité, les Écosystèmes et les Forêts Tropicales. (<https://www.thethreebasinsummit.org> consulté le 3 octobre, 2023).
- Steele M. A., Bugdal M., Yuan A., Bartlow A., Buzalewski J., Lichti N., et Swihart R. (2011). Cache placement, pilfering, and a recovery advantage in a seed-dispersing rodent: Could predation of scatter hoarders contribute to seedling establishment? *Acta Oecologica*, 37(6), 554–560.
- Stoner K. E., Riba-Hernández P., Vulinec K., et Lambert J. E. (2007). The Role of Mammals in Creating and Modifying Seedshadows in Tropical Forests and Some Possible Consequences of Their Elimination. *Biotropica*, 39(3), 316-327.
- St-Pierre H., Gagnon R. et Bellefleur P. (1991). Régénération après feu de l’épinette noire (*Piceamariana*) et du pin gris (*Pinusbanksiana*) dans la forêt boréale, Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 22(4) :474-481.
- Strong, D. R. (1977). Epiphyte loads, Treefalls, and perennial forest disruption: a mechanism for maintaining higher tree species richness in the tropics without animals. *Journal of Biogeography* 4:215-218.
- Swaine, M.D. et Whitmore, T.C. (1988). On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetation* 75: 81-86.
- Tabi Eckebil P. P., Verheggen F., Doucet J.-L., Malaisse F., Dainou K., Cerruti O. P. Vermeulen C. (2017). *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague *Meliaceae*, une espèce ligneuse concurrentielle en Afrique centrale (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 21(1): 80-97.
- Tang, C.Q., He, L-Y., Gao, Z., Zhao, X-F., Sun, W-B. et Ohsawa, M. (2011). Habitat fragmentation, degradation, and population status of endangered *Michelia coriacea* in

- Southeastern Yunnan, China. *Mt. Res. Dev.* 31, 343-350. doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00004.1.
- Tailfer Y. (1989). La forêt dense d'Afrique centrale : identification pratique des principaux arbres. Paris : Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT) ; Wageningen, Pays-Bas : CTA.
- Taylor C.J. (1960). *Synecology and silviculture in Ghana*. London: Thomas Nelson and Co.
- Tchekote H., Meva'a N. Z. L., Moudingo J. L. et Djofang N. P. (2020). Diagnostic de la conservation pour une gestion durable de la biodiversité dans le Bakossi, Bayang Mbo, Régions du Sud-Ouest et du Littoral du Cameroun. *Revue Scientifique et Technique et Environnement du Bassin du Congo*, (15) :49-59.
- Tchingsabe O., Mbile Ndje J. G., Dibong D. S., Tchatat M. et Ngomeni A. F. (2017). Évaluation du potentiel des bois d'œuvre des parcelles Permanentes d'observation du bloc Kébé, Bélabo (Est-Cameroun). *J. Appl. Biosci.*, (116):11601-11611.
- Tente B., Sinsin B. (2002). Diversité et structure des formations arborescentes du secteur Perma-Toucountouna dans la chaîne de l'Atacora (Bénin). *Études sur la Flore et la Végétation du Burkina Faso*, 6 : 31-42.
- Terada K. & Suzuki M. (1998). Revision of the so-called 'Reevesia' fossil woods from the Tertiary in Japan - a proposal of the new genus *Wataria* (Sterculiaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 103: 235-251.
- The Plant List (2015). *Meliaceae-Entandrophragma*, <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Meliaceae/Entandrophragma/>, (18 Juillet 2022).
- Tilman. D. (1990). Mechanisms of plant competition for nutrients: the elements of a predictive theory of competition. Pages 117-141 in J. Grace and D. Tilman editors. *Perspectives on plant competition*. Academic Press. New York.
- Tilman, D. (1994). Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* 75: 2-16.
- Tieguhong J.C. & Ndoye O. (2007). The impact of timber harvesting in forest concessions on the availability of non-wood forest product (NWFP) in the Congo Basin. *FAO forest harvesting case study*. P. 38.
- Tiokeng B., Mapongmetsem P.-M., Nguetsop F. V. et Tacham W. D. (2015). Biodiversité floristique et régénération naturelle sur les Hautes Terres de Lebalem (Ouest-Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(1): 56-68.
- Tracy, C.R. and Brusard, P.F. (1994). Preserving biodiversity: species in landscapes. *Ecological Applications* 4 : 205-207.
- Traissac S. (2003). Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale à répartition agrégée. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard de Lyon I, 220 p.
- Traoré L., Ouédraogo I., Ouédraogo A. & Thiombiano A. (2011). Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (1): 258-278.
- Traoré L., Ouédraogo I., Ouédraogo A., Thiombiano A. (2020). Étude de la vulnérabilité de 18 Essences Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(1): 258-278.
- Tuomisto, H., Poulsen, A.D., Ruokolainen, K., Moran, R.C., Quintana, C., Celi, J. (2003a). Linking floristic patterns with soil heterogeneity and satellite imagery in Ecuadorian Amazonia. *Ecological Applications* 13 (2): 352-371.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Markku Yli-Halla. (2003b). Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian Forests. *Science* 299: 241-244.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Aguilar, M., Sarmiento, A. (2003c). Floristic patterns along a 43 km long transect in an Amazonian rain forest. *Journal of Ecology* 91 (5): 743-756.
- UICN. (1999). Parks for biodiversity: policy guidance based on experience in ACP countries. Prepared par la Commission Mondiale pour les Aires Protégées pour l'UICN. Brussels

- et UICN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K, <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1999-034.pdf>, consulté le 19 août 2022.
- UICN. (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse, Cambridge, Royaume- Uni, UICN, 32 p. Originellement publié en tant que IUCN Red List Categories and Criteria : Version 3.1. Second edition.
- UICN. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). (2020). Liste rouge des espèces menacées. <https://www.iucnredlist.org/fr/>.
- UICN. (2021). Deforestation and Forest Degradation. IUCN issues Br. (February).
- UICN. (2023). UICN Red list of Threatened species. Version 2023,1, [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). date de consultation : Mars 2023.
- United Nations (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 € 2000705.
- Van Gemerden B.S. (2004). Disturbance, diversity, and distribution in Central African rain forest. Ph.D. thesis, Wageningen University, 199 p.
- Van Huis A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu. Rev. Entomol.*, 58, 563-583.
- Vásquez-Grandón A., Donoso P.J. et Gerding V. (2018). Forest degradation: When is a forest degraded? *Forests*, 9(11), 1–13.
- Veenendaal E., Swaine M., Lecha R., Walsh M., Abebrese I. et Owusu-Afriyie K. (1996). Responses of West African forest tree seedlings to irradiance and soil fertility. *Functional Ecology*, 501-511.
- Vermeulen C., Schippers C., Julve C., Mezogue Ntounde F.D., Bracke C., Doucet JL. (2009). Enjeux méthodologiques autour des produits forestiers non ligneux dans le cadre de la certification en Afrique centrale. *Bois For. Trop.*, 300 (2) : 69-78.
- Vermeulen C. (2013). Enjeux autour des forêts congolaises. *Conjonctures congolaises 2013*, pages 85 – 110.
- Vitoekpon I., Adomou C. A. & Oumorou M. (2018). Statut de conservation des peuplements à *Mansonia altissima* dans la forêt sacrée d'EWE-Adakplame au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 32 :350-370.
- Vignola, R., Locatelli, B., Martinez, C., Imbach, P. (2009). Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policymakers, society, and scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 14 (8) : 691–696.
- Vivien J. & Faure J.J. (1985). Arbres des forêts d'Afrique centrale. Paris : Agence de coopération culturelle et technique (ACCT).
- Volis, S. & Deng, T. (2019). Importance of a single population demographic census as a first step of threatened species conservation planning. *Biodivers. Conserv.* 29, 527-543.
- Voorhoeve A.G. (1965). *Liberian high forest trees. A systematical botanical study of the 75 most important or frequent high forest trees, with reference to numerous related species.* Wageningen, The Netherlands: Centre for Agricultural Publication and Documentation.
- Vroh B.T.A., Ouattara D. & Kpangui K.B. (2014). Disponibilité des espèces végétales spontanées à usage traditionnel dans la localité d'Agbaou, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences.* 76(1) :6386-6396.
- Walter J-M. N. (2006). La méthode de Ripley pour l'analyse des structures spatiales ponctuelles en écologie. Université Louis Pasteur, Institut de Botanique, 10 p.
- Wasseige C. *et al.*, (2010). Les forêts du Bassin du Congo. État des forêts, 43-62.
- Watt, A.S. (1947). Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology* 35 (1/2): 1-22.
- WCS. (2013). Rapport des études socio-économiques du Parc National de Deng-Deng : projet pour la protection des populations des grands singes et conservation de la biodiversité dans le massif de Deng-Deng.
- Wédjangnon A.A., Houéchégnon T. & Ouinsavi C. (2016a). Caractéristiques ethnobotaniques et importance socio-culturel de *Mansonia altissima* A. Chev. Au Bénin, (Afrique de l'Ouest). *Journal of Animal & Plant Sciences* 29(3), 4678-4690.

- Wédjangnon A. A., Houétchégnon T. & Ouinsavi C. (2016b). Caractérisation écologique et propagation massive de *Mansonia altissima* A. Chev. Dans la zone Guinéenne du Bénin, Afrique de l'Ouest. *Int. J. Pure App. Biosci.*, 4(4): 15-25.
- Wédjangnon A. A., Kuiga Sourou B. N. et Houétchégnon T., Ouinsavi A. I. N. C. (2020). Spatial distribution and interspecific association patterns between *Mansonia altissima* A. Chev., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn and *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. in a moist semi-deciduous forest. *Annals of Forest Science*, 77(6): 11 p.
- White F. (1983). The vegetation map of Africa. A descriptive memoir, UNESCO, *Natural resources Research* 20: 1-356.
- White F. (1986). *La végétation de l'Afrique*. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Paris: Orstom et Unesco.
- White J.T.L. (1992). Vegetation history and logging disturbance: effects on rain forest mammals in the Lop reserve, Gabon (with special emphasis on elephants and apes). Ph.D. thesis, University of Edinburg, 250 p.
- White L. & Edwards A. (2000). Conservation en forêt pluviale africaine. Methodes de recherche pratiques, Wildlife Conservation Society, New York. 444 p.
- Whitmore, T.C. (1975). Tropical rain forests of the Far East. Clarendon Press. Oxford. 282 p.
- Whitmore, T. C. (1989). Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70 (3): 536-538
- Wilson, E. O. (1988). Biodiversity. National Academy Press. Washington. 521p.
- Wright S. J. (2005). Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (10): 553- 560.
- Yadji B. et Oko R.A. (2014). Étude sur l'harmonisation des législations relatives à la gestion de la faune et des aires protégées dans les sept pays membres du RAPAC : Cameroun, Congo, Gabon, RCA, RDC, STP et TCHAD. Partie 1 : état des lieux et analyse comparative des législations relatives à la gestion de la faune et des aires protégées. RAPAC, Libreville, Gabon : 251 p.
- Yalibanda Y. (1999). Phénologie en forêt dense de Ngotto (Rca). Bilan de trois années d'observation. In : Nasi R., Amsallem I. & Drouineau S., eds. *La gestion des forêts denses africaines aujourd'hui. Actes du séminaire Forafri de Libreville (Gabon), 12-16 octobre 1998, Montpellier, France*. Montpellier, Cirad : France.
- Yamamoto, S.I. (1992). The gap theory in forest dynamics. *Botanical Magazine* 105 : 375-380.
- Yao Adou C.Y. & N'Guessan E.K. (2005). Diversité botanique dans le sud du parc national de Taï, Côte d'Ivoire. *Afrique Sciences*, 01(2) :295-315.
- Yaovi C. R., Hien M., Kabore S. A., Sehoubou Y. J. & Somda I. (2021). Utilisation et vulnérabilité des espèces végétales et stratégie d'adaptation des populations riveraines de la Forêt classée du Kou (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(3): 1140-1157.
- Yedomonhan H., Adomou A. C., Aguessy M. & Bossou F. G. (2017). Evaluation des caractéristiques ethnobotaniques et structurales de *Nesogordonia kabingaensis* (K. Schum) Capuron ex R. Gern. (Sterculiaceae) dans la forêt sacrée d'Èwè au Bénin en vue de la définition des stratégies de sa conservation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(5): 2481-2494.
- Zanne, A.E. & Chapman, C.A. (2005). Diversity of woody species in forest, treefall gaps, and edge in Kibale National Park, Uganda. *Plant Ecology*, 178 : 121-139.
- Zapfack L., Noiha Noumi V., Dziedjou Kwouossu P. J., Zemagho L. et Fomete Nembot T. (2013). Deforestation and carbon stocks in the surroundings of Lobeke National Park (Cameroon) in the Congo Basin. *Environ Nat Resour Res*, 3(2) :78–86.
- Zock B. et Mbarga Bindzi M.A. (2020). Inventaire et répartition spatiale des espèces ligneuses utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar. Mémoire de Master en Biologie des organismes végétaux, Option Botanique-Ecologie, Editions Universitaires Européennes, 89 p.
- Zock B., Kono L.D., Mbarga B. M. A., Biye E. & Youmbi E. (2024a). Utilisation des espèces ligneuses dans les activités halieutiques artisanales à la périphérie du barrage de Lom-

- Pangar (Est-Cameroun). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 7(1) :50-64. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v7i1.6>
- Zock B., Kono L.D., Etoundi M. F. L., Youmbi E. & Mbarga B. M. A. (2024b). Impact des activités halieutiques sur les caractéristiques structurales et les potentialités de régénération de trois espèces ligneuses dans les systèmes d'affectation des terres de la périphérie du Barrage Lom-Pangar (Est-Cameroun). *Word Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 10(04) : 9-19.



## **ANNEXES**

Annexe 1. Produits forestiers non-ligneux et leurs différentes utilisations. Source : Anonyme, (2012)

Nom commun	Nom scientifique	Utilisations			Parties prélevées
		Alimentation	Pharmacopée	Artisanat	
Djangsang	<i>Ricinodendron heudolotii</i>	x			Graine
Vin de palme	<i>Elaeis guineensis</i>	x	x	x	Sève/palme
Andok	<i>Irvingia gabonensis</i>	x	x	x	Graine, fruit et écorce
Feuilles de Jonc	<i>Megaphrynium sp</i>			x	Feuilles, tige
Miel		x	x	x	La gelée
Bitter kola (Onié)	<i>Garcinia kola</i>	x	x	x	Fruit, écorce
Noix de cola	<i>Cola acuminata</i>	x	x	x	Fuit/noix
Raphia	<i>Raphia vinifera</i>	x		x	Bambous, feuilles, sève et hannetons
Poivre	<i>Piper guineensis</i>	x			Graine
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>		x		Écorce
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i>		x	x	Écorce, chenilles et cendre
Iroko	<i>Milicia excelsa</i>		x		Écorce, feuilles
Sapelli	<i>Entandrophrgama cylindricum</i>		x		Écorce, chenilles
Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>	x		x	Graine, écorce
Pakouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i>		x	x	Écorce
Voacanga	<i>Voacanga africana</i>		x	x	Graine, feuilles et latex
Gombo sauvage	<i>Glyphalia brebis</i>	x			Fruits
Champignons	<i>Termitomyces spp</i>	x			Chapeau et pied

Annexe 2. Espèces fauniques présentes dans la zone d'étude. Source : Anonyme, (2011a)

	Nom commun	Nom scientifique	Statut UICN
Mammifères Terrestres	Biche	<i>Neotragus batesi</i>	Partiellement protégée
	Céphalophe bleu	<i>Philantomba monticola</i>	Partiellement protégée
	Antilope		Partiellement protégée
	Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>	Non protégée
	Buffle	<i>Syncerus cafer nanus</i>	Intégralement protégée
	Civette	<i>Viverra civetta</i>	
	Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>	Intégralement protégée
	Cynocéphale	<i>Papio anubis</i>	
	Gorille	<i>Gorilla gorilla</i>	Protégée
	Ecureuil à pattes rouges	<i>Funisciunus pyrrhopus</i>	
	Hérisson	<i>Trynomis swinderianus</i>	
	Pangolin	<i>Manis tricuspis</i>	Protégée
	Pangolin géant	<i>Manis gigantea</i>	Protégée
	Singe	<i>Cercocebus sp.</i>	Partiellement protégée
	Sanglier	<i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	Protégée
Rat palmiste	<i>Cricetomys gambianus</i>	Non protégée	
Mammifères aquatiques	Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Intégralement protégée
	Potamogale	<i>Potamogale velox</i>	
	Rat aquatique	<i>Cricetomys gambianus</i>	
Oiseaux	Canard sauvage	<i>Anas platyrhynchos</i>	
	Perdrix	<i>Perdix perdix</i>	
	Calao	<i>Tockus erythrorhynchus</i>	
	Toucan	<i>Ramphastos toco</i>	
	Touraco	<i>Touraco persa</i>	
	Perroquet gris	<i>Psittacus erithacus</i>	Protégée
Reptiles	Varan	<i>Varanus niloticus</i>	Partiellement protégée
	Vipère	<i>Bitis gabonica</i>	Non protégée
	Serpent boa	<i>Python sebae</i>	Partiellement protégée
	Crocodile	<i>Osteoaemus tretraspis</i>	Protégée

Annexe 3 : Décharge correspondance adressée au Ministre de la Faune et de la Flore par le Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I pour l'accès au PNDD.

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
BP 812 Yaoundé  
Tel/Fax: (237) 223 53 86 Telex UY4243KN

FACULTE DES SCIENCES  
FACULTY OF SCIENCE  
PO. Box 812 Yaoundé  
Tel/Fax: (237) 223 53 86 Telex UY4243KN

Yaoundé, le 26 JUIL 2023

LE DOYEN  
À  
Monsieur le Ministre des Forêts  
et de la Faune (MINFOF)  
- YAOUNDE -

**Objet : Demande d'une autorisation d'accès au Parc National de Deng-Deng**

Monsieur le Ministre,

J'ai l'honneur de solliciter auprès de votre haute bienveillance une autorisation d'accès au Parc National de Deng-Deng pour les travaux de thèse de l'étudiant ZOCK Bruno.

En effet, cet étudiant est régulièrement inscrit en thèse à l'Université de Yaoundé I, sous le thème : régénération naturelle et facteurs de vulnérabilité de trois espèces-clé utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du barrage de Lom-Pangar ; cas d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*.

Dans la perspective d'une descente dans le Parc National de Deng-Deng en vue de la collecte de ses données nous sollicitons de votre part une autorisation d'accès au Parc National de Deng-Deng.

Dans l'espoir d'une réponse favorable, je me tiens à votre disposition pour toutes informations complémentaires.

PL - Photocopie de la liste de sélection  
- Photocopie attestation de recherche  
- Exemplaire mémoire Master

LE DOYEN  
F. Jean Claude Tchouankou





Annexe 5 : Principales espèces et familles, surfaces terrières et quelques paramètres de caractérisation botanique (densité (DER) dominance relative (DOR) et fréquence relative (FRR))

N°	Espèce	Famille	Site d'étude							
			PNDD				Forêts non protégées			
			ST (m <sup>2</sup> /ha )	DER	DOR	FRR	ST (m <sup>2</sup> /ha)	DER	DOR	FRR
1	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	Fabaceae	0,04	0,12	0,02	10	0,52	0,27	0,29	10
2	<i>Albizia glaberrima</i> (Schumach. & Thonn.) Benth.	Fabaceae	4,13	1,29	1,57	30	8,08	2,51	4,48	50
3	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	7,39	1,35	2,81	30	2,45	0,81	1,36	30
4	<i>Aningeria sp</i>	Sapotaceae	10,73	4,4	4,08	50	6,67	1,97	3,7	40
5	<i>Annona sp</i>	Annonaceae	1,06	2,6	0,41	50	0,52	1,48	0,29	30
6	<i>Austranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev.	Sapotaceae	20,02	3,68	7,63	50	16,02	4,7	8,89	70
7	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Burseraceae	2,83	0,48	1,08	30	4,36	1,21	2,42	50
8	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	6,55	1,29	2,5	30	10,63	1,34	5,9	50
9	<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	Cannabaceae	0,98	0,3	0,37	10	1,59	0,44	0,88	30
10	<sup>1</sup> <i>Cola sp</i>	Malvaceae	0,18	0,3	0,07	20				
11	<i>Cordia platythyrsa</i> Baker	Cordiaceae	0,71	0,15	0,02	20	1,04	0,36	0,57	30
12	<sup>2</sup> <i>Diospyros crassiflora</i> Hiern	Ebenaceae					0,30	0,13	0,17	10

13	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	0,52	0,57	6,95	10	2,31	1,21	1,28	30
14	<i>Enantia chlorantha</i> Oliv.	Annonaceae	2,54	2,49	0,97	30	0,39	1,12	0,21	30
15	<sup>1</sup> <i>Entandrophragma candollei</i> Harms	Meliaceae	1,25	0,3	0,47	30				
16	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	Meliaceae	<b>5,54</b>	2,54	2,1	70	<b>2,58</b>	1,34	1,26	50
17	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague)	Meliaceae	3,98	0,99	1,52	30	0,8	0,22	0,44	20
18	<i>Erythrophloeum ivorense</i> A. Chev.	Fabaceae	4,65	0,93	1,78	20	2,75	0,81	1,53	50
19	<sup>1</sup> <i>Ficus sp</i>	Moraceae	0,02	0,03	0,008	10				
20	<i>Funtumia elastica</i> (P. Preuss) Stapf	Apocynaceae	2,22	2,54	0,84	50	7,83	1,03	4,35	30
21	<i>Garcinia kola</i> Heckel	Clusiaceae	0,46	0,42	0,17	10	1,27	0,18	0,7	20
22	<i>Guarea sp</i>	Meliaceae	18,26	3,26	6,95	50	6,48	1,52	3,6	50
23	<sup>2</sup> <i>Guibourtia tessmannii</i> (Harms) J. Léonard	Fabaceae					1,94	0,27	1,08	50
24	<i>Irvingia gabonensis</i> Aubry Laconte	Irvingiaceae	0,66	0,21	0,25	10	0,87	0,08	0,48	30
25	<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.	Meliaceae	2,86	0,93	1,09	20	1,97	0,31	1,09	30
26	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre	Irvingiaceae	4,4	0,96	1,68	20	8,17	1,48	4,54	50
27	<sup>1</sup> <i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Eng.	Anacardiaceae	0,1	0,03	0,04	10				
28	<sup>1</sup> <i>Lophira alata</i> Banks ex C. F.Gaerth.	Ochnaceae	0,29	0,06	0,11	10				
29	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	Meliaceae	1,54	0,3	0,59	10	3,64	0,44	2,02	30
30	<i>Mansonia altissima</i> A. Chev.	Malvaceae	<b>24,38</b>	36,43	9,29	90	<b>5,13</b>	36,06	2,85	90
31	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	2,88	0,54	1,1	30	1,23	0,3	0,68	20

32	<i>Mitragyna ciliata</i> Aubrév. & Pellegr.	Rubiaceae	4,51	2,04	1,72	60	7,79	2,01	4,33	50
33	<sup>2</sup> <i>Musa spp</i>	Musaceae					0,27	0,18	0,15	10
34	<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	Urticaceae	2,65	1,2	1,01	10	0,04	0,09	0,02	10
35	<i>Ongokea gore</i> (Hua) Pierre	Olacaceae	0,11	0,12	0,04	60	0,18	0,04	0,1	10
36	<i>Picralima nitida</i> (Stapf) T. Durand & H. Durand	Apocynaceae	0,03	0,07	0,01	10	0,14	0,04	0,08	10
37	<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.f.) Brenan	Fabaceae	7,42	1,74	2,83	50	6,98	3,32	3,88	50
38	<i>Pterocarpus sp</i>	Fabaceae	11,7	2,19	4,45	30	9,38	3,18	5,21	50
39	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	Myricaceae	7,44	1,17	2,83	30	5,17	1,75	2,87	30
40	<sup>1</sup> <i>Raphia vinifera</i> P.Beauv.	Arecaceae	0,25	0,54	0,09	10				
41	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pierre ex Heckel	Euphorbiaceae	6,21	0,87	2,37	30	6,19	2,02	3,43	50
42	<i>Sterculia oblonga</i> R. Br.	Malvaceae	9,8	2,37	3,73	30	6,68	1,52	3,7	50
43	<i>Sterculia rhinopetala</i> K.Shum.	Malvaceae	13,62	4,91	5,19	50	12,27	4,17	6,81	90
44	<sup>1</sup> <i>Tabernaemontana crassa</i> (Benth.) Stapf.	Apocynaceae	0,03	0,09	0,01	10				
45	<i>Terminalia superba</i> Eng. & Diels.	Combretaceae	13,36	2,37	5,09	50	7,86	2,51	4,36	70
46	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Shum.	Malvaceae	<b>54,33</b>	10,75	20,69	90	<b>17,97</b>	17,38	9,98	90
47	<sup>2</sup> <i>Vitex grandifolia</i> Gürke	Irvingiaceae					0,02	0,04	0,01	10
48	<i>Voacanga africana</i> Stapf	Apocynaceae	0,05	0,12	0,02	10	0,01	0,04	0,003	10

\*1 : espèces rencontrées exclusivement dans PNDD ; <sup>2</sup> espèces rencontrées exclusivement dans la ZNP ; **ST** : surface terrière en (m<sup>2</sup>/ha) ; **DER** : densité relative ; **DOR** : dominance relative ; **FRR** : fréquence relative

Annexe 6 : Espèces rares rencontrées dans les deux sites d'étude

N°	Espèces	Indice de raréfaction Statut (%)	
		PNDD	FNP
1	<i>Albizia ferruginea</i>	90	90
2	<i>Albizia glaberrima</i>	70	50
3	<i>Alstonia boonei</i>	70	70
4	<i>Aningeria SP</i>	50	60
5	<i>Annona SP</i>	50	70
6	<i>Autranella congolensis</i>	70	30
7	<i>Canarium schweinfurthii</i>	70	50
8	<i>Ceiba pentandra</i>	70	50
9	<i>Celtis tessmannii</i>	90	70
10	<sup>1</sup> <i>Cola SP</i>	80	
11	<i>Cordia platythyrsa</i>	80	70
12	<sup>2</sup> <i>Diospyros crassiflora</i>		90
13	<i>Elaeis guineensis</i>	90	70
14	<i>Enantia chlorantha</i>	70	70
15	<sup>1</sup> <i>Entandrophragma candollei</i>	70	
16	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	30	50
17	<i>Entandrophragma utile</i>	70	80
18	<i>Erythrophloeum ivorense</i>	80	50
19	<sup>1</sup> <i>Ficus SP</i>	90	
20	<i>Funtumia elastica</i>	50	70
21	<i>Garcinia kola</i>	90	80
22	<i>Guarea SP</i>	50	50
23	<sup>2</sup> <i>Guibourtia tessmannii</i>		70
24	<i>Irvingia gabonensis</i>	90	70
25	<i>Khaya grandifoliola</i>	80	50
26	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	80	50
27	<sup>1</sup> <i>Lannea welwitschii</i>	90	
28	<sup>1</sup> <i>Lophira alata</i>	90	
29	<i>Lovoa trichilioides</i>	90	70

30	<i>Mansonia altissima</i>	10	10
31	<i>Milicia excelsa</i>	70	80
31	<i>Mitragyna ciliata</i>	40	50
33	<sup>2</sup> <i>Musa SPP</i>		90
34	<i>Musanga cecropioides</i>	90	90
35	<i>Ongokea gore</i>	40	90
36	<i>Picralima nitida</i>	90	90
37	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	50	50
38	<i>Pterocarpus SP</i>	70	50
39	<i>Pycnanthus angolensis</i>	70	70
40	<sup>1</sup> <i>Raphia vinifera</i>	90	
41	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	70	50
42	<i>Sterculia oblonga</i>	70	50
43	<i>Sterculia rhinopetala</i>	50	10
44	<sup>1</sup> <i>Tabernaemontana crassa</i>	90	
45	<i>Terminalia superba</i>	50	30
46	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	10	10
47	<sup>2</sup> <i>Vitex grandifolia</i>		90
48	<i>Voacanga africana</i>	90	90

\*<sup>1</sup> Espèces rencontrées uniquement dans le PNDD ; <sup>2</sup> Espèces rencontrées uniquement dans les FNP

Annexe 7. Coordonnées des différents transects

N°	TRANSECTS	LONGITUDE X	LATITUDE Y
1	T1	13 34 46.2	5 16 23.0
	T1	13 34 25.3	5 16 03.5
	T1	13 31 46.2	5 13 24.7
	T1	13 31 26.1	5 13 04.9
2	T2	13 31 26.2	5 13 24.7
	T2	13 31 06.1	5 13 04.9
	T2	13 34 38.6	5 16 01.8
	T2	13 34 38.0	5 16 18.9
3	T3	13 34 38.6	5 15 51.8
	T3	13 34 38.0	5 15 58.9
	T3	13 33 34.6	5 15 26.1
	T3	13 33 34.0	5 15 26.5
4	T4	13 33 14.6	5 15 26.1
	T4	13 33 14.0	5 15 26.5
	T4	13 31 36.5	5 15 22.9
	T4	13 31 36.2	5 13 22.2
5	T5	13 31 13.5	5 13 21.7
	T5	13 31 13.7	5 13 21.8
	T5	13 31 13.5	5 13 01.7
	T5	13 31 13.7	5 13 01.8
6	T6	13 32 29.7	5 14 09.4
	T6	13 32 30.1	5 14 09.5
	T6	13 32 10.7	5 14 09.3
	T6	13 32 30.1	5 14 09.5
7	T7	13 32 10.7	5 13 09.3
	T7	13 33 44.7	5 13 15.6
	T7	13 33 44.7	5 13 55.5
	T7	13 33 30.9	5 13 43.8
8	T8	13 31 37.7	5 13 04.0
	T8	13 31 38.3	5 13 04.1
	T8	13 33 38.3	5 16 04.2
	T8	13 33 38.3	5 16 04.1
9	T9	13 33 47.0	5 15 38.0
	T9	13 33 47.0	5 15 38.0
	T9	13 33 47.0	5 15 38.0
	T9	13 33 45.2	5 15 11.2
10	T10	13 35 27.5	5 15 47.9
	T10	13 32 26.6	5 12 47.3
	T10	13 32 17.5	5 12 27.9
	T10	13 34 26.6	5 14 47.3
11	T11	13 34 41.3	5 14 0.14
	T11	13 34 41.2	5 14 0.09
	T11	13 34 21.3	5 12 0.14
	T11	13 34 21.2	5 12 0.09

12	T12	13 33 48.8	5 14 0.11
	T12	13 33 51.9	5 14 0.05
	T12	13 33 48.8	5 13 50.11
	T12	13 33 51.9	5 13 30.05
13	T13	13 34 27.6	5 13 4.30
	T13	13 33 58.0	5 13 4.31
	T13	13 33 58.8	5 13 4.09
	T13	13 33 58.2	5 13 3.95
14	T14	13 34 11.2	5 13 3.25
	T14	13 34 13.5	5 13 3.26
	T14	13 34 17.9	5 13 2.62
	T14	13 34 17.6	5 13 2.60
15	T15	13 34 13.9	5 13 2.24
	T15	13 34 14.1	5 13 1.98
	T15	13 34 13.9	5 13 1.93
	T15	13 34 14.8	5 13 1.79
16	T16	13 34 23.4	5 13 4.60
	T16	13 34 21.7	5 13 2.62
	T16	13 34 20.8	5 13 0.82
	T16	13 34 18.8	5 13 0.72
17	T17	13 34 27.5	5 13 2.25
	T17	13 34 27.3	5 13 2.24
	T17	13 34 26.7	5 13 2.22
	T17	13 34 26.3	5 13 2.39
18	T18	13 34 29.0	5 13 3.46
	T18	13 34 28.8	5 13 3.46
	T18	13 34 28.8	5 13 3.47
	T18	13 34 28.1	5 13 3.47
19	T19	13 34 29.0	5 13 3.46
	T19	13 34 28.8	5 13 3.46
	T19	13 34 28.8	5 13 3.47
	T19	13 34 28.1	5 13 3.47
20	T20	13 33 29.0	5 15 3.46
	T20	13 33 28.8	5 15 3.46
	T20	13 33 28.8	5 12 3.47
	T20	13 32 28.1	5 12 3.47

**PUBLICATION**



WWJMRD 2024; 10(04): 09-19  
www.wwjmr.com  
International Journal  
Peer Reviewed Journal  
Refereed Journal  
Indexed Journal  
Impact Factor SJIF 2017:  
5.182 2018: 5.51, (ISI) 2020-  
2021: 1.361  
E-ISSN: 2454-6615

**Bruno ZOCK**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Botanique-  
Écologie, BP 812, Yaoundé  
(Cameroun)

**Léon Dieudonné KONO**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Botanique-  
Écologie, BP 812, Yaoundé  
(Cameroun)

**Laurent Florent MENYENE  
ETOUNDI**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Botanique-  
Écologie, BP 812, Yaoundé  
(Cameroun)

**Marie Alain MBARGA BINDZI**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Botanique-  
Écologie, BP 812, Yaoundé  
(Cameroun)

**Emmanuel YOUNBI**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Biotechnologie  
Végétale et Environnement,  
BP 812 Yaoundé (Cameroun)

**Correspondence:**

**Bruno ZOCK**  
Université de Yaoundé I,  
Faculté des Sciences,  
Laboratoire de Botanique-  
Écologie, BP 812, Yaoundé  
(Cameroun)

## Impact des activités halieutiques sur les caractéristiques structurales et les potentialités de régénération de trois espèces ligneuses dans les systèmes d'affectation des terres de la périphérie du Barrage de Lom-Pangar (Est-Cameroun)

**Bruno ZOCK, Léon Dieudonné KONO, Laurent Florent MENYENE  
ETOUNDI, Marie Alain MBARGA BINDZI, Emmanuel YOUNBI**

### Abstract

Growing household demand for fish is having an impact on the volume of wood used to make pirogues, assegaïs and pirogues, assegaïs, and fish smoking. The wood potential of land-use systems (LUS) is declining irreversibly, both in the both in the unprotected forest (FNP) on the outskirts of the Lom Pangar Lom Pangar Dam (PBLP) and in the Deng-Deng National Park (PNDD). (PNDD). Against this backdrop, a study was carried out to assess the impact of fishing activities on the structural characteristics and regeneration potential of three woody species with high use value or key species, found in the land-use systems (LUS) of the peripheral (SAT) on the outskirts of the Lom-Pangar dam (East Cameroon), namely *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague or sapelli (Meliaceae), *Mansonia altissima* (A.Chev.) A.Chev. or bété (Malvaceae) and *Triplochiton scleroxylon* K.Schum. or ayous (Malvaceae). Floristic floristic inventories, considering all individuals from the seedling, and adult stages of the target species were carried out along 20 5 km x 20 m transects, equidistant from each other by 200 m. 20 plots of 250 m x 20 m (i.e. 0.5 ha) were set up along each transect, each subdivided into sub-plots of 20 m x 20 m, at which observations were made. Out of a total of 24861 individuals surveyed during the study, 11363 (45.7%) belonged to these three species, including 4275 individuals in the adult stage. The average basal area (BA) was  $5.97 \pm 1.43$  m<sup>2</sup>/ha in the PNDD, compared with  $4.40 \pm 0.7$  m<sup>2</sup>/ha in the FNP. *T. scleroxylon* has the highest basal area value relative to the mean in the PNDD, with  $ST=54.33 \pm 13.01$  m<sup>2</sup>/ha, compared with  $17.97 \pm 4.30$  m<sup>2</sup>/ha in the NPF. The structural characteristics (diameter and height) of these three species are closely linked to land-use systems, where their values are higher in the PNDD than in the FNP. From a regeneration point of view, only sapelli shows relatively difficult regeneration at seedling (0.42%) and intermediate (3.44%) stages in the SATs concerned by this study.

**Keywords:** Fishing activities, key species, dendrometry characteristics, regeneration, SAT, PBLP.

### 1. Introduction

La gestion durable des forêts et la conservation de la biodiversité exigent un suivi de l'état des peuplements forestiers, par des méthodes efficaces d'analyse structurale de la végétation (Leblanc, 2014). La structure végétale correspond à la distribution et à la dynamique des espèces, aux caractéristiques dendrométriques (diamètre, hauteur, volume) et à la stratification et au recouvrement (Sandjong et al., 2018). Depuis quelques décennies, la dégradation des forêts tropicales humides suscite une attention internationale considérable (Omatoto et al., 2015), du fait que ces écosystèmes forestiers interviennent dans la régulation des systèmes climatiques mondiaux (FAO, 2012). Selon le Sommet des Trois Bassins (2023) ces régions abritent à elles seules 80 % des forêts mondiales et les deux tiers de la biodiversité terrestre, jouant un rôle essentiel dans la régulation du bilan du carbone. Néanmoins, les écosystèmes naturels font depuis fort longtemps l'objet d'une surexploitation, due entre autres à une grande poussée démographique. Les activités

anthropiques (agriculture extensive, orpaillage et exploitation incontrôlée du bois-énergie et du bois d'œuvre) (Dossa *et al.*, 2019) et la surexploitation des espèces à fort potentiel socioéconomique (Ngueguim *et al.*, 2010) dues à la croissance démographique galopante en sont les causes principales. Toutefois, ces forêts occupent une place de choix du fait de l'important rôle qu'elles jouent dans la vie des communautés locales (Kengne *et al.*, 2018). Les stratégies de conservation des forêts tropicales humides notamment la mise en place de réserves biologiques, l'exploitation forestière durable, la restauration des forêts dégradées ou la création des plantations forestières, nécessitent un approfondissement des connaissances sur leur écologie. Les caractéristiques biologiques telles que la régénération des espèces d'arbres influencent aussi leur distribution spatiale. Néanmoins, les limites des connaissances biologiques et écologiques sur la plupart des essences concernées, constitue un grand handicap pour le développement des stratégies d'utilisation et de conservation durable (Fandohan *et al.*, 2008). En plus, les données structurales sont importantes pour apprécier l'état et la dynamique de dégradation des écosystèmes afin de définir les options d'aménagement appropriés (Adjonou *et al.*, 2016).

Selon certains auteurs, les inquiétudes actuelles suscitées par les changements climatiques et l'érosion de la biodiversité ont conduit à une prise de conscience sur le rôle important joué par les forêts tropicales humides. En dépit des résolutions prises au niveau international, leur destruction continue à un rythme toujours croissant (Pascale, 2003). À l'heure actuelle au Cameroun, les connaissances disponibles sur les écosystèmes naturels ou modifiés par l'action anthropique et sur l'ensemble des ressources biologiques nationales restent encore sectorielles et fragmentaires. Il faut cependant noter que de graves lacunes demeurent encore, dans le domaine de la diversité spécifique, du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes naturels en général et des communautés végétales en particulier.

Dans le contexte actuel de surexploitation du milieu naturel, des stratégies de conservation et de protection de ces espèces mériteraient d'être mises en œuvre à la PBLP. Cette étude se propose d'évaluer l'impact de l'exploitation forestière sur les paramètres structuraux et sur la régénération de trois espèces à forte valeur d'usage dans les activités halieutiques artisanales menées par les populations à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar (PBLP), à savoir : *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochiton scleroxylon*.

Cette étude menée vise à décrire la structure et à déterminer les potentialités de régénération de ces espèces dans la perspective de contribuer à leur meilleure conservation et gestion durable. Plus spécifiquement, il est question (i) de décrire les caractéristiques dendrométriques de ces trois espèces (ii) d'analyser leur structure (iii) de déterminer leurs potentialités naturelles de régénération à la PBLB.

## 2. Matériel Et Méthodes

### 2.1. Site d'étude

Le site d'étude se trouve dans la Zone 1 située au Sud du Barrage hydroélectrique de Lom-Pangar (BHLP), dans le village d'Ouami du Canton Képéré, près de la forêt du Parc National Deng-Deng (PNDD) (Fig.1). Cette zone est délimitée par les parallèles 05°14' et 05°15'N et les

méridiens 13°33' et 13°35'E. Sur le plan administratif, ce hameau se situe dans la région de l'Est-Cameroun, département du Lom et Djerem, arrondissement de Bélabo. Selon Letouzey (1985a), la localité se situe dans le domaine Guinéo - Congolais. La formation végétale dominante se caractérise par la forêt humide semi- caducifoliée dominée par les *Sterculiaceae* et les *Ulmaceae*. Le climat appartient à un régime Équato-guinéen très classique à quatre saisons, dont deux sèches et deux pluvieuses (Abbosouka, 2021). Les températures varient de 20 °C (juillet-août) à 30 °C (janvier-février). La pluviométrie moyenne annuelle de 2017 atteint 135 jours pour un total de 1816,1 mm de précipitations. Les sols sont de type ferrallitique rouge, argileux, meubles et perméables contenant un peu d'humus. Le réseau de drainage est dendritique et dense ; le terrain est un plateau hérissé de collines résiduelles (Etame *et al.*, 2018). En revanche, Tchingsabe *et al.* (2017) rapporte avoir observé des sols alluviaux riches qui se trouvent dans les vallées où coulent les grandes rivières du Lom et de la Sanaga. Le site d'étude offre la possibilité d'observer différents types d'affectation des terres et d'évaluer l'influence de l'homme sur les trois espèces. Après leur identification, les habitats ont été caractérisés sur la base de la carte d'occupation des terres à la périphérie du barrage. Ainsi, deux types d'affectation des terres ont été retenus, à savoir : le Parc National de Deng-Deng (PNDD) et les forêts non protégées (FNP). En général, les populations locales ont accès aux FNP avec la possibilité d'y pratiquer des cultures et installer des habitations temporaires. Elles peuvent donc facilement accéder aux produits forestiers non ligneux et d'autres essences forestières. Le choix des FNP a permis d'évaluer l'impact de la perturbation sur les caractéristiques dendrométriques et morphométriques de ces espèces.

Quant au PNDD, il est intégralement protégé, donc avec un faible niveau de pression anthropique sur les ressources forestières.

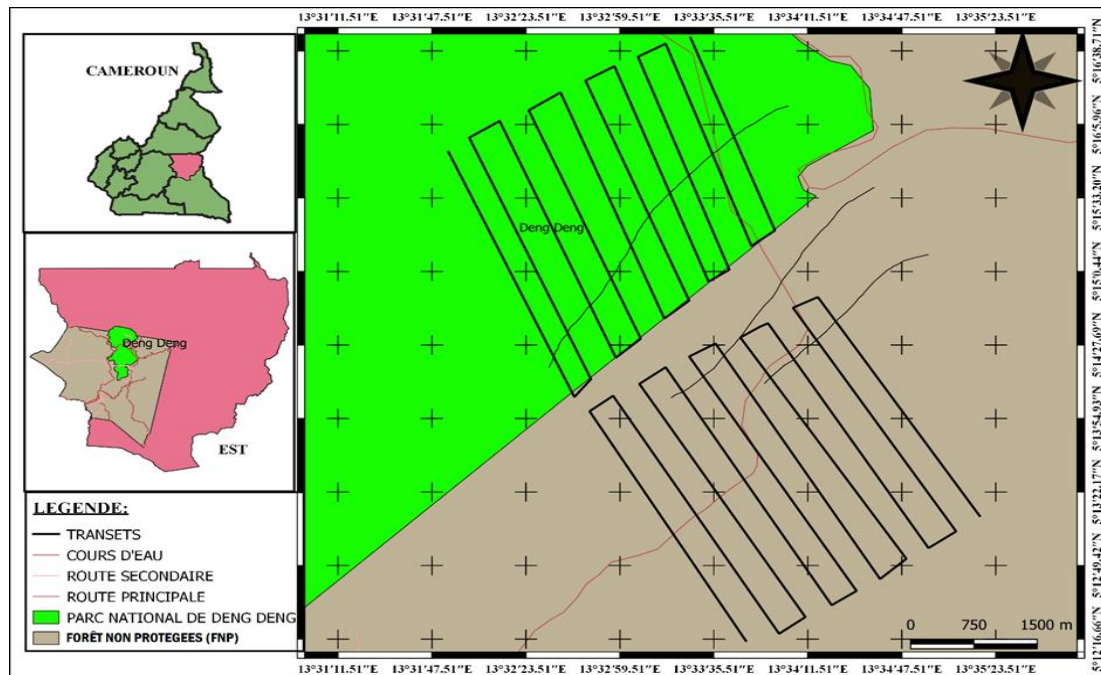


Fig. 1 : Localisation du site d'étude.

## 2.2 Caractéristiques botaniques et écologiques des espèces

Les trois espèces étudiées sont des essences commerciales des forêts denses humides d'Afrique centrale.

*Mansonia altissima* (A. Chev.) A. Chev., ou Bété appartient à l'ordre des Malvales, famille des *Malvaceae* tout comme *Triplochiton scleroxylon* (APG IV, 2016). Elle se développe dans la forêt tropicale africaine depuis la Guinée et la Côte d'Ivoire jusqu'à la République Centrafricaine et le nord du Congo. Il comporte deux espèces à savoir *M. altissima* et *M. kamerunica* Jacq. -FéI., qui sont toutes présentes au Cameroun. Selon Wédjangnon et al. (2016) *Massonia altissima* est un arbre sempervirent de taille moyenne assez grande, atteignant 20 à 40 m de haut ; fût dépourvu de branches sur une hauteur de 30 m, et 100 à 150 cm de diamètre (Fig.2b). Au Cameroun où elle est présente, l'espèce est rencontrée dans les trois types de formation forestière représentées dans le Sud du Cameroun (Foahom, 1990), à savoir : la forêt dense humide sempervirente de basse altitude, la forêt dense humide semi-caducifoliée, où elle présente son maximum d'abondance, et la forêt dense humide de transition de moyenne altitude (Letouzey, 1968 et 1985b). Mais sa densité y est partout faible, de l'ordre de 0,62 tiges/ha seulement en forêt semi-décidue (Vivien & Faure, 1985). AECOM (2011) a signalé qu'au Cameroun où se trouve une infime frange de ses populations, cette espèce présente une aire de répartition très faible. Dans la zone de Deng-

Deng où se trouve une frange non négligeable de sa population, l'espèce est signalée comme étant en danger critique d'extinction (MINEPDED, 2014).

*E. cylindricum* (Sprague) Sprague ou Sapelli est un arbre caducifolié appartenant à la famille des *Meliaceae*, pouvant atteindre 60 m de hauteur et 3 m de circonférence (Fig.2a). Son genre est le plus riche en espèces forestières précieuses exploitées comme bois d'œuvre (Tailfer, 1989). *E. cylindricum* est hermaphrodite et produit des capsules. Son aire de distribution couvre toute la région guinéo-congolaise.

*Triplochiton scleroxylon* ou Ayous est un grand arbre de l'étage dominant des forêts semi-décidues, capable de dépasser 50 m de haut et mini de puissants contreforts (Akouégninou et al., 2006). C'est une espèce caducifoliée dont les feuilles alternes, simples, palmatilobées avec 5 ou 7 lobes sont souvent de 10 à 20 cm de long (Akouégninou ibid ; Fig.2c). Les fleurs sont hermaphrodites, à parfum et se présentent en cimes paniculées. Ces fleurs sont à calice penta lobées avec plus de 30 étamines d'environ 7 à 30 m d'épaisseur. Les jeunes individus ont une écorce blanchâtre, gris cendre à brun jaunes, lisses et très écaillés et rugueuses. Les chocs physiques engendrent l'écoulement d'une gomme du bois mais la cicatrisation est rapide (Palla & Louppe, 2002). Le houppier a la forme d'un fuseau qui semble dessiner la couronne sphérique au jeune âge et un cône renversé à l'âge adulte (Ganka et al., 2021).

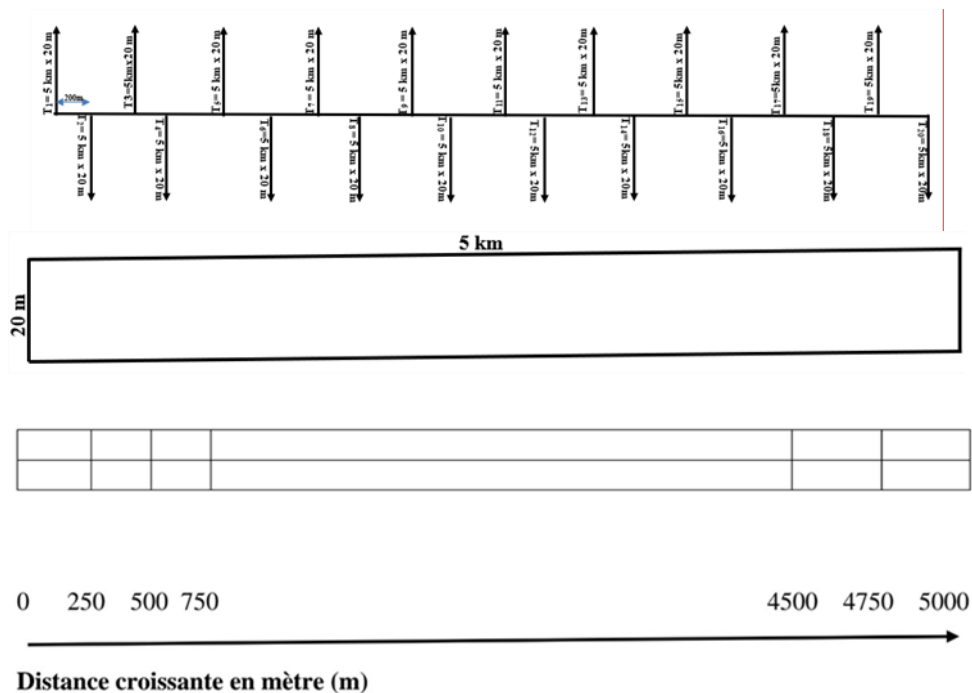


Fig.2 : Spécimens des trois espèces : Entandrophragma cylindricum (a) ; Mansonia altissima (b) ; Triplochiton scleroxylon (c).

### 2.2.1. Dispositif expérimental et collecte des données

La méthode de collecte des données a consisté en un inventaire le long des transects d'une superficie de 5 km x 20 m = 10 ha (superficie d'un transect) à l'intérieur des placettes de 250 m x 20 m (soit 0,5 ha) de superficie ont été disposées le long de chaque transect. L'équidistance entre deux transects était de 200 m (Fig.3a & b). Cette méthode rend compte non seulement de l'hétérogénéité structurale des peuplements mais permet aussi de recenser suffisamment d'individus afin d'obtenir une estimation fiable de la densité et de la structure démographique de chacune des trois espèces-clés. Les distances parcourues ont été estimées à l'aide d'un GPS. Au total, 10 transects linéaires ont été installés dans le PNDD (zone protégée) et

un nombre équivalent dans les forêts non protégées (FNP). Dans chaque transect, les principales données collectées sont le diamètre à hauteur de poitrine (dbh) pris à 1,30 m du sol, la hauteur totale et le nombre d'individus adultes (dbh ≥ 10 cm) de chacune des trois espèces. L'étude des modes de densité de la régénération naturelle a été conduite à l'intérieur des sous-placettes rectangulaires de 20 m x 25 m soit 500 m<sup>2</sup> préalablement délimitées au sein des placettes rectangulaires 5000 m<sup>2</sup> (250 m x 20 m) (Fig.3c) Au total, 400 placettes ont été installées dans la zone d'étude, dont 20 par transect. À l'intérieur des sous-placettes, les rejets de souche, les drageons et les semis naturels ont été dénombrés afin d'évaluer la densité de chaque mode de régénération.



**Fig.3 :** Dispositif d'inventaire botanique : (a) 20 transects avec équidistance de 200m ; (b) transect d'inventaire de surface (5 km x 20 m) ; (c) succession de 20 placettes le long de chaque transect

## 2.3. Analyse et traitement des données

### 2.3.1. Distribution des individus

Des modèles de distribution des hauteurs et des diamètres des individus des trois espèces ont été établis et ajustés à la courbe de distribution de Weibull 2 afin d'estimer les paramètres historiques (forme et échelle) de la distribution des diamètres au sein de chaque population et dans chacun des sites étudiés (PNDD et FNP). L'analyse de la liste floristique a permis de dresser la liste des individus recensés, par la suite de les regrouper en genre et par famille. Pour chaque SAT, sont appréciées directement par des calculs arithmétiques pour la densité, la hauteur moyenne et le diamètre moyen. D'autres paramètres portant sur la mesure des individus ont été évalués. Les données sur le terrain ont été encodées puis traitées à l'aide du programme Microsoft office Excel 365. Par la suite, les logiciels Past 2.17c, version 2013, XLSTAT 2023.2.1414 et Zenplot 2022 ont été utilisés respectivement pour le calcul des indices de diversité, les analyses descriptives, les corrélations et les calculs des paramètres statistiques, mais aussi pour la visualisation des données.

### 2.3.2. Mesure des dimensions des individus

#### 2.3.2.1. Indices de caractérisation botanique et paramètres structuraux

Les paramètres de structure sont : la densité, la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine des trois espèces.

##### • Densité relative d'une espèce (DER) :

$$DER = \frac{\text{nombre d'individus d'une espèce ou famille}}{\text{nombre total d'individus présents dans l'échantillon}} \times 100,$$

La densité représente le nombre d'individus par unité de surface. Elle est une notion importante car elle permet d'avoir une idée sur le degré d'occupation de l'espace par une ou plusieurs populations. Elle permet également d'avoir une idée sur l'intensité de compétitions entre individus pour différents facteurs écologiques. C'est l'un des indicateurs utilisés par l'UICN pour le classement d'une espèce sur la liste rouge (Oumar *et al.*, 2021).

○ La densité relative d'une espèce est le rapport de sa densité absolue (c'est-à-dire le nombre d'individus par unité de surface) au total des densités absolues de toutes les espèces ;

#### 2.3.2.2. Structure de distribution

La structure démographique des arbres est définie par une

distribution des tiges par classes de diamètre (Frontier et Pichod, 1991). La courbe de distribution des effectifs par classe de diamètre est un indicateur de la structure de la population et du niveau de régénération. Elle permet d'accéder à la démographie de la population, c'est-à-dire à sa répartition spatiale en génération ou cohortes (Dourma et al., 2012). La structure des populations avec une courbe en exponentielle décroissante indique une bonne régénération, alors qu'une courbe en cloche témoigne une faible régénération. Entre ces deux extrêmes, il y'a de nombreuses courbes intermédiaires dont l'interprétation est souvent délicate, en raison de l'histoire de la forêt et de la précision de l'inventaire (Dainou & Doucet, 2010).

### 2.3.3. Régénération naturelle des espèces

Concernant la régénération naturelle de ces trois espèces, la densité des individus des différents stades de régénération a été calculée afin d'évaluer et d'apprécier le stade d'évolution et leur potentiel de régénération à la PBLP, aussi bien à l'intérieur du PNDD (zone protégée) qu'à l'extérieur dans les FNP.

## 3. Resultats Et Discussion

### 3.1. Resultats

#### 3.1.1. Caractéristiques structurales

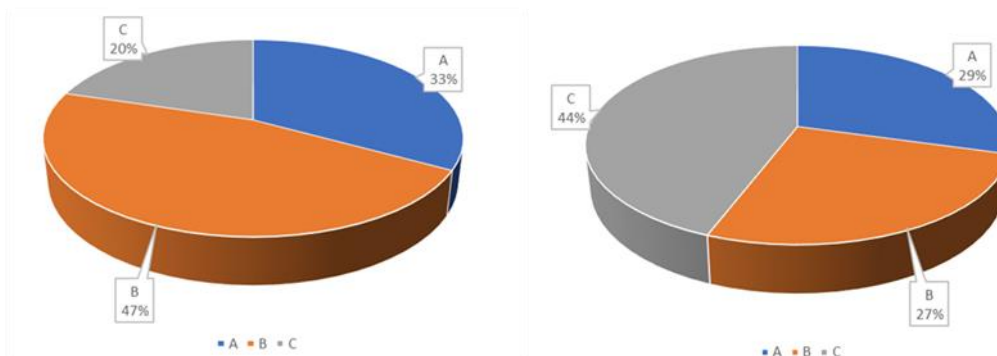
Un total de 24861 individus a été recensé dans les deux sites lors des inventaires dont 2765 Ayous, 8098 Bété et 500 Sapelli. Leur total correspond à 11363 individus, soit 45,71 % de l'ensemble des ligneux obtenus lors des inventaires tous les DBH confondus (Tableau 1), pour une densité de 56,82 tiges par hectares, représentant 28,41 individus par placette.

Pour les trois stades de développement en lien avec la hauteur, la proportion individus adultes représentent 44 % dans le PNDD (Fig.4a). En revanche, dans les parcelles de FNP, le stade B ou stade intermédiaire représente 47 % (Fig.4b).

Les trois espèces ont une densité de 24,4 individus/ha, 24,95 individus/ha et 36,7 pour leurs trois stades respectifs de développement dans le PNDD. En revanche dans les FNP, elles montrent respectivement de 10,1 individus/ha, 14,28 individus/ha et 6,2 individus /ha pour le stade plantule, le stade intermédiaire et le stade adulte.

**Tableau 1 :** Répartition des individus des trois espèces dans les différents stades de développement.

espèce	site	stade plantule	stade intermédiaire	stade adulte
Ayous	PNDD	45	160	1590
	FNP	395	258	317
Bété	PNDD	2380	1925	1780
	FNP	615	1160	238
Sapelli	PNDD	15	125	285
	FNP	0	10	65
Total		3450	3638	4275



**Fig. 4.** Caractérisation des différents stades de développement des trois espèces : PNDD (a) ; FNP (b) ; A : stade plantule ; B ; stade intermédiaire ; C : stade adulte

#### 3.1.2. Densité de distribution spécifique

La densité de répartition globale pour l'ensemble des trois stades d'observation de chacune des trois espèces est de  $4,25 \pm 0,44$  tiges/ha pour *E. cylindricum*,  $59,15 \pm 1,46$  tiges/ha pour *Mansonia altissima* et  $17,95$  tiges/ha pour *T. scleroxylon* dans le PNDD. Dans les FNP, ces espèces ont une densité de répartition respective de  $0,75 \pm 0,02$  tiges/ha pour *E. cylindricum* de  $24,35 \pm 0,6$  tiges/ha pour *M. altissima* et  $9,68$  tiges/ha pour *T. scleroxylon*. Cette densité de répartition à l'hectare variait d'un transect à un autre. Les transects des FNP éloignés du village ou proches du PNDD montrent un niveau élevé chez trois espèces et donc un gradient de diminution de leur population qui tend à diminuer au fur et à mesure qu'on s'éloigne du village ou qu'on se rapproche du PNDD. Certains individus des trois espèces rencontrés dans les FNP présentaient une déformation du fût, ou le tronc ravagé par les feux résultant de la préparation des terres dans le cadre d'une agriculture

itinérante sur brûlis intensément pratiquée à la faveur de la démographie croissante, favorisée par les AHAs qui contribuent à la diminution des populations de ces trois espèces. Dans le PNDD, les activités anthropiques répertoriées sont liées à l'exploitation artisanale de l'or, la chasse illégale favorisant la dégradation de cette aire protégée de catégorie II et avec pour corolaire une érosion de ses ressources fauniques.

#### 3.1.3. Caractéristiques dendrométriques

Une répartition des individus de chaque espèce-clé par classe de hauteur et de diamètre à la courbe de Weibull 2 au seuil de 5 % a été faite afin d'apprécier le stade de vie abondant dans le peuplement (Fig.5 & Fig.6). Les distributions de type de tiges observées paraissent mieux refléter la structure de peuplement des trois espèces dans le PNDD. Ce site présente une dominance des hautes tiges ou semenciers et des individus caractérisés de régénération acquise ( $0,2 \text{ cm} < H < 11,9 \text{ m}$ ).

Les structures en « J » de *M. altissima* et en cloche d'*E. cylindricum* et *T. scleroxylon* dans le PNDD semblent mettre en évidence la limitation de la régénération et la maturation des deux espèces dans cette zone protégée. En revanche, dans la FNP, en dehors d'*E. cylindricum* (Fig.5d) qui présente une distribution en « J », les deux autres espèces ont une distribution en « J » renversé (Fig.5 e & f).

**3.1.4. Structure des effectifs**

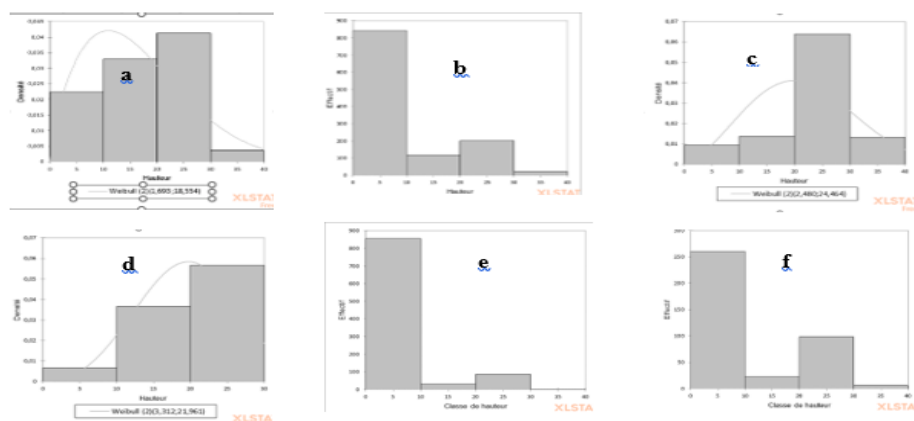
La structure des effectifs des trois espèces présente une différence significative des moyennes observées au seuil de 5 % du nombre d'individus moyen de chaque espèce (N), de la densité à l'hectare (N/ha) du diamètre moyen et de la surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) entre les deux SAT (Tableau 2). La comparaison des moyennes varie d'un SAT à l'autre. La proportion d'individus dans le PNDD et dans les FNP chez *Triplochiton scleroxylon* est respectivement de 65 % et 35 %, chez *Mansonia altissima* de 71 % et 29 % et chez *Entandrophragma cylindricum* de 85 % et 15 %. Ces

valeurs sont également importantes pour ce qui est de leur surface terrière. L'espèce *T. scleroxylon* présente la plus forte valeur de surface terrière dans le PNDD avec  $54,33 \pm 13,01$  m<sup>2</sup>/ha contre  $17,97 \pm 4,30$  m<sup>2</sup>/ha pour la FNP. L'espèce *M. altissima* présente la densité la plus élevée dans le PNDD ( $Di = 59,15 \pm 15,67$ ). Pour l'ensemble de l'étude, *E. cylindricum* présente la densité la plus faible aussi bien dans le PNDD ( $Di = 4,25 \pm 1,13$ ) que dans les FNP ( $Di = 0,75 \pm 0,20$ ).

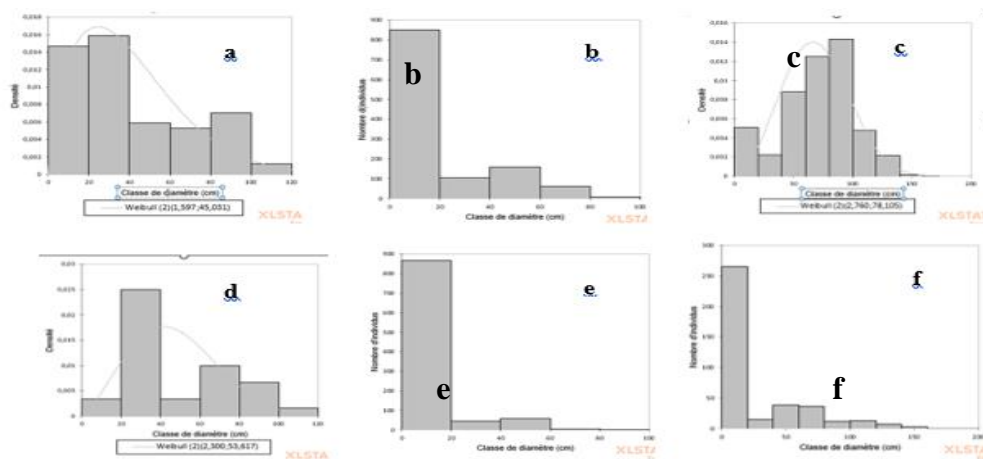
Une analyse des principaux résultats a donné les valeurs moyennes respectives suivantes dans le PNDD  $ST_{moy} = 5,97 \pm 1,43$  m<sup>2</sup>/ha ;  $H_m$  (hauteur moyenne)  $10,94 \pm 0,29$  m ;  $D_m$  (diamètre moyen)  $27,69 \pm 0,84$  cm. Dans les FNP les valeurs moyennes sont  $ST_{moy} = 4,40 \pm 1,05$  m<sup>2</sup>/ha ;  $H_m = 5,06 \pm 0,26$  m ;  $D_m = 12,13 \pm 0,73$  cm dans les FNP. Ces valeurs plus élevées dans le PNDD sont liées à l'abondance des individus de chaque espèce issue des observations de terrain.

**Tableau 2 :** Comparaison des valeurs moyennes et de l'écart-type des paramètres dendrométriques évalués chez les trois espèces pour les 400 placettes.

espèce	SAT	nombre d'individus (N)	densité (N/ha)	diamètre moyen (m)	surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	hauteur totale (m)
Ayous	PNDD	1795	$17,95 \pm 4,28$	$69,00 \pm 1,70$	$54,33 \pm 13,01$	40534,7
	FNP	968	$9,68 \pm 2,56$	$22,40 \pm 1,81$	$17,97 \pm 4,30$	7518,58
Bété	PNDD	5915	$59,15 \pm 15,67$	$14,61 \pm 0,67$	$24,13 \pm 5,78$	39945,95
	FNP	2435	$24,35 \pm 6,45$	$5,87 \pm 0,51$	$5,13 \pm 1,23$	7397,2
Sapelli	PNDD	425	$4,25 \pm 1,13$	$40,38 \pm 3,2$	$5,54 \pm 1,33$	7241,3
	FNP	75	$0,75 \pm 0,20$	$47,5 \pm 4,71$	$2,58 \pm 0,62$	1477,75



**Fig. 5.** Structure en hauteur d'*E. cylindricum*, *M. altissima*



**Fig. 6.** Structures diamétriques respectives d'*E. cylindricum*, *M. altissima* et *T. scleroxylon* dans le PNDD et les FNP : (a, b & c) PNDD ; (d, e & f) FNP

**3.1.5. Régénération des espèces**

La régénération naturelle des trois espèces évaluées montre

des modalités et des niveaux très variables dans les deux SAT retenus pour *E. cylindricum* et *T. scleroxylon* et *M. altissima* (Tableau 3). Ainsi, une valeur élevée du stade plantule a été observée dans les FNP pour *T. scleroxylon* (11,45 %) contre (1,30 %) dans le PNDD. En revanche, dans l'ensemble des deux SAT, *M. altissima* présente une bonne régénération (69,0 %) dans le PNDD contre (17,83 %) dans les FNP, principalement au niveau les trouées où d'abondantes germinations ont été observées. *E. cylindricum* présente une régénération très faible dans l'ensemble de la zone étudiée, soit 0,42 % au stade plantule et 3,44 % au stade intermédiaire dans le PNDD. En

revanche, dans les FNP cette espèce montre une régénération quasiment nulle. Trois modalités de régénération naturelle ont été retrouvées pour *M. altissima* et *T. scleroxylon*, à savoir : les semis naturels, les rejets de souche et les drageons. Même si les deux derniers modes de régénération sont faibles par rapport au semis naturel. Il faut noter que, pour *M. altissima* et *T. scleroxylon*, en plus de pouvoir drageonner, se régénère aussi bien par semis que par rejets de souches. Le mode de régénération par marcottage n'a pas été observé lors des observations de terrain.

**Tableau 3 :** Densité des différents modes de régénération des trois espèces pour n (nombre de placettes égal à 400) placettes.

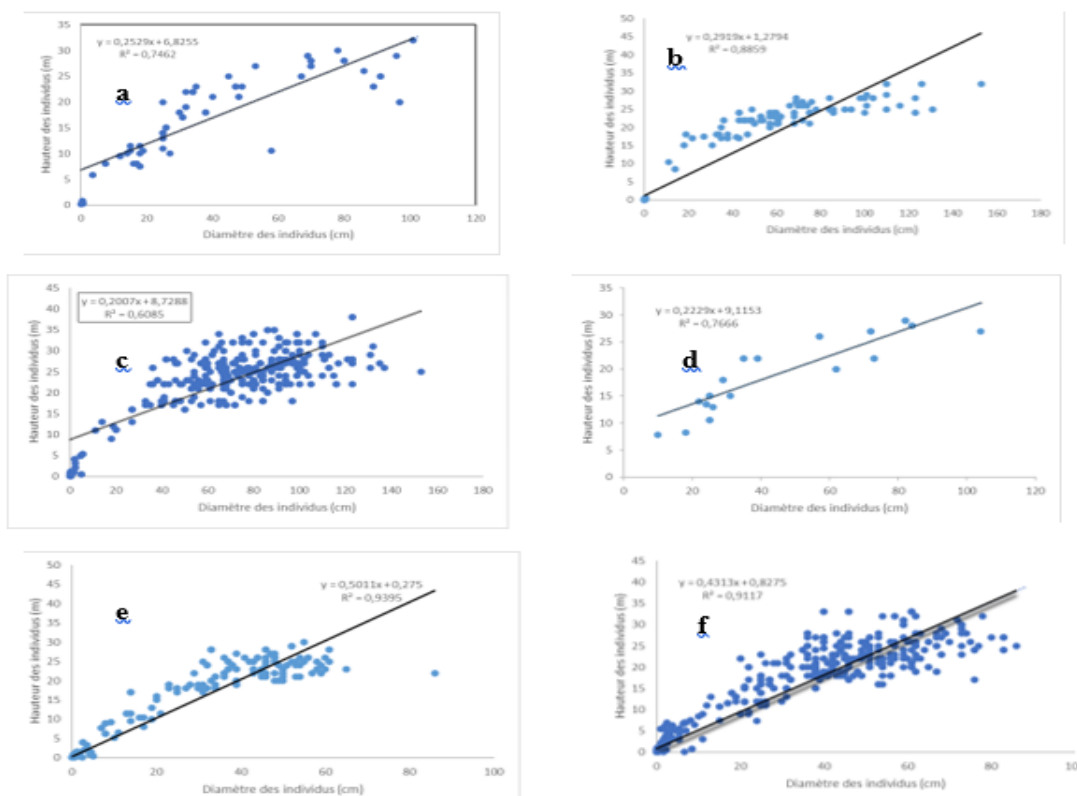
mode de régénération		semis naturels		rejets de souche		Dragéons	
		N	Di	N	Di	N	Di
Ayous	PNDD	36	0,18	7	0,04	2	0,01
	FNP	349	1,75	17	0,09	29	0,15
Sapelli	PNDD	15	0,08	0	0	0	0
	FNP	0	0	0	0	0	0
Bété	PNDD	2081	20,81	237	1,19	62	0,31
	FNP	535	10,41	58	0,29	22	0,11

\*N : nombre d'individus ; Di : densité d'individus par site et par placette (chaque site comportait 200 placettes).

**3.1.6. Corrélation diamètre-hauteur des trois espèces**

Il existe une corrélation positive forte et significative entre le diamètre et la hauteur des arbres aussi bien dans le PNDD et que pour les FNP. Au fur et à mesure que le diamètre augmente, la hauteur croît (Fig. 7). Ces liaisons sont expliquées avec une grande densité des semenciers (H > 11,9) dans le PNDD contre une forte présence des plantules dans les FNP. Ces facteurs pourraient exercer une influence sur la croissance en hauteur en disproportion avec le diamètre des individus

observée surtout pour la FNP. En plus, pour chacun des SAT, des tests de corrélations ont révélés une corrélation entre la hauteur et le diamètre corrélation forte et significative (0,91) et une p-value < 2,2e<sup>-16</sup> entre les deux variables pour le PNDD avec une Multiple R-squared de 0,82 pour (p-value<sub>modèle</sub> : < 2.2e<sup>-16</sup>, p-value<sub>a</sub> < 2e<sup>-16</sup>, p-value<sub>b</sub> < 2e<sup>-16</sup>) et de même une corrélation forte et significative entre les deux variables dans la FNP. Toutes les p-value étaient inférieures à 0,001.



**Fig. 7.** Relations respectives entre le diamètre et la hauteur d'Entandrophragma cylindricum, Mansonia altissima et Triplochiton scleroxylon : (a, b & c) PNDD ; (d, e & f) FNP

**3.1.7. Caractéristiques structurales des trois espèces**

La structure cumulée des hauteurs d'*E. cylindricum*, *M.*

*altissima* et *T. scleroxylon* présente une allure en « cloche » (PNDD) et en « J » (FNP) qui se traduisent par la disponibilité des trois stades de développement : plantule pour les trois classes de hauteur ( $H < 0,2$  cm), régénération acquise ( $0,2 < H < 11,9$  m) et le stade mature ou en voie de maturation ( $H > 11,9$ ) (Fig.8). Les populations de ces espèces se

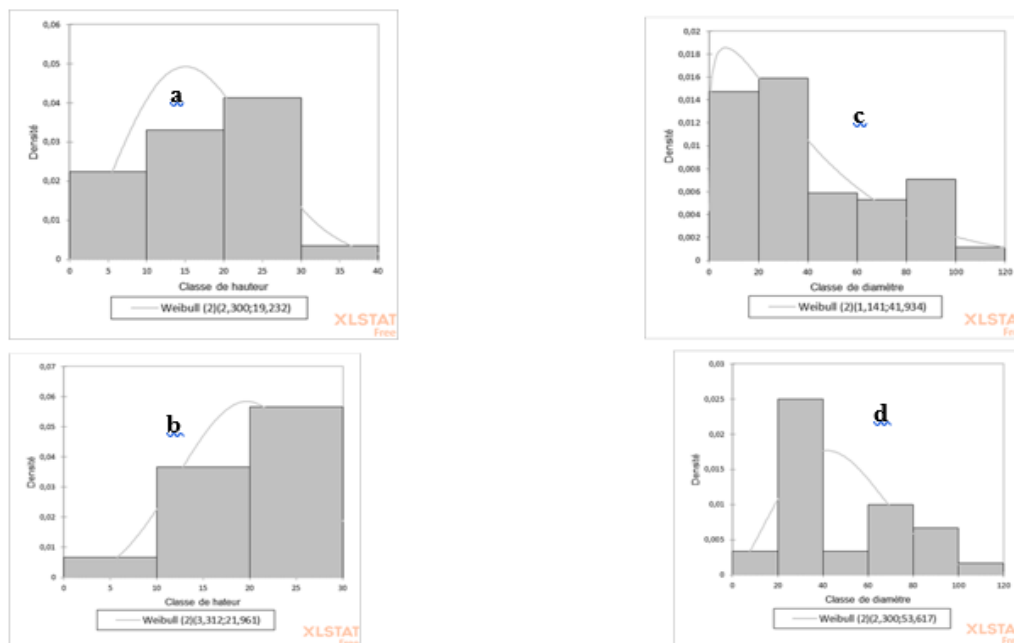


Fig. 8 : Structure cumulée totale des hauteurs et des diamètres des trois espèces : (a & c) PNDD ; (b & d) FNP

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Incidences des perturbations anthropiques à la périphérie du barrage de Lom-Pangar

##### 3.2.1.1. Incidences sur les caractéristiques structurales

Les traits structuraux de la végétation à la PBLP en général, spécifiquement celles d'*Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* et *Triplochyton scleroxylon* reflètent globalement pour les deux SAT une dynamique sous pression mise en évidence par une structure des hauteurs en « cloche » (PNDD) et en « J » (FNP), qui traduit la dominance des hautes et moyennes tiges (PNDD), avec une prédominance relative des individus de faible hauteur (FNP). La courbe exponentielle décroissante que révèle la distribution des individus des trois espèces en classes de diamètre indiquent que les individus des trois espèces ont subi plusieurs coupes. Les trois espèces dans les FNP sont en cours de reconstitution mais regorgent un faible potentiel en ressources forestières ligneuses dans l'ensemble.

Les trois espèces présentent une densité à l'hectare faible dans la FNP par rapport aux valeurs observées dans le PNDD. Cette faible densité est liée au fort prélèvement que ces espèces subissent. Cette coupe hyper-sélective de leurs individus est liée à la forte demande en bois utilisé dans les activités halieutiques. Sepulchre et al. (2008) ont rapporté que l'exploitation pourrait accélérer le processus naturel de régression des espèces exploitées si aucune mesure n'est prise.

Les valeurs de la surface terrière moyenne calculées sont de  $5,97 \pm 1,43$  m<sup>2</sup>/ha, pour le PNDD et de  $4,40 \pm 0,7$  pour la FNP ; elles varient avec les systèmes d'affectation des terres. Pour chacune des espèces, elles sont de  $54,33 \pm 13,01$  m<sup>2</sup>/ha pour *T. scleroxylon*,  $24,13 \pm 5,78$  m<sup>2</sup>/ha pour

*M. altissima* et de  $2,58 \pm 0,62$  m<sup>2</sup>/ha pour *E. cylindricum* dans le PNDD, contre  $17,97 \pm 4,30$  m<sup>2</sup>/ha pour *T. scleroxylon*,  $5,13 \pm 1,23$  m<sup>2</sup>/ha pour *M. altissima* et  $2,58 \pm 0,62$  m<sup>2</sup>/ha pour *E. cylindricum* dans les FNP. Ces valeurs se rapprochent de celles obtenues dans les forêts tropicales de 25 à 50 m<sup>2</sup>/ha (Pascal, 2003). Elle paraît élevée pour *T. scleroxylon* en raison du nombre d'individus de diamètre important, valeur proche de celle observée dans les forêts tropicales d'Afrique centrale, soit 31,5 m<sup>2</sup>/ha (Lewis et al., 2013). En plus, la variation de la surface terrière observée entre les deux sites et sur les différentes couvertures du sol pourrait s'expliquer par les perturbations humaines qui affectent la dynamique de régression de leurs individus dans les FNP où il est observé une activité humaine intense, affectant ainsi la structure forestière. En effet, les agroforêts, les jachères et les forêts secondaires sont caractérisés par le degré d'activités humaines (Branthomme et al., 2009).

Cette activité humaine se traduit par la faible densité des individus de ces trois espèces observées dans les FNP, avec  $0,75 \pm 0,2$  individus/ha, pour *E. cylindricum*,  $24,35 \pm 6,45$  individus/ha pour *M. altissima* et  $99,68 \pm 2,56$  individus/ha pour *T. scleroxylon*. La faible densité des tiges exploitable à l'hectare serait due à l'exploitation des tiges (Kouadio, 2009 ; Noutcheu et al., 2016) et davantage le sciage illégal actuel le long des FNP et des intrusions illégales observées au travers des souches abandonnées. La faible densité justifiée par le sciage artisanal, une coupe hyper-sélective au détriment des populations de ces trois espèces influence négativement la structure de ces trois espèces. Cette influence, est perceptible également dans le PNDD, est en lien étroit avec les activités illicites telles que : l'orpaillage qui dégrade le milieu, la chasse illicite et la coupe de bois

remarquable par les souches ou les grumes abandonnées au sein de cette aire protégée.

La relation diamètre hauteur permet de noter une tendance de type linéaire et exponentielle. Les coefficients de détermination sont forts (> 60 %) et suggèrent que plus de 60 % des de la hauteur sont expliquées par les variations du diamètre. En revanche, malgré la forte pression anthropique, l'existence de la compétition pour la lumière, l'interférence des variations climatiques (variabilités thermiques, pluviométrique et l'intensité de la sécheresse) pourraient justifier ce type de corrélation.

### 3.2.1.2. Incidences sur les potentialités de régénération

La quantité des plantules de *T. scleroxylon* dénombrée (250 plantules) autour d'un semencier le long du transect 18 (T18) et de plusieurs individus de hauteur  $0,2 \text{ cm} < h < 11,9 \text{ m}$  pourrait suggérer que la régénération naturelle de *T. scleroxylon* est sous la dépendance d'autres facteurs tels que la prédation, la fructification irrégulière et son tempérament qui influencent l'abondance des semis. Ce qui pourrait donc corroborer les propos de Sepulchre et al. (2008) qui ont rapporté que l'espèce nécessite des conditions propices à une régénération naturelle dans toute son aire de distribution afin d'assurer une régénération déficiente qui le rangerait comme étant une espèce dont le maintien sur le long terme est compromis. En raison de la faible régénération de *T. scleroxylon* et de *E. cylindricum*, ces espèces à régénération déficiente sont présentées comme étant vulnérables (Tsingsabe et al., 2017). Le faible taux de régénération naturelle pour assurer la succession des tiges exploitées peut conduire à leur extinction dans le peuplement en absence de traitement sylvicole (Koudio, 2009).

Parmi les perturbations qui sont responsables de la régression des effectifs de ces trois espèces, nous citons : les feux de brousse, l'agriculture itinérante sur brûlis, le sciage artisanal, les activités d'orpaillage (à l'intérieur du PNDD). À l'image de plusieurs formations végétales des milieux anthropisés, ces facteurs de dégradation sont une conséquence accentuée par la croissance démographique générée par les activités halieutiques artisanales depuis la première mise en eau de la retenue du barrage en 2016, ayant entraîné une richesse ichtyologique des eaux. Selon Yaovi et al. (2021) les ressources forestières constituent une ressource importante d'approvisionnement pour les populations riveraines des aires protégées.

## 4. Conclusion

L'analyse de l'impact des activités halieutiques sur les caractéristiques structurales et les potentialités de régénération de trois espèces ligneuses à forte valeur d'usage, rencontrées dans les systèmes d'affectation des terres (SAT) de la périphérie du Barrage de Lom-Pangar (Est-Cameroun), à savoir : *Mansonia altissima* (Bété, Malvaceae), *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague (Sapelli, Meliaceae) et *Triplochiton scleroxylon* (Ayous, Malvaceae), a permis montrer que les caractéristiques structurales de ces trois espèces sont étroitement liées aux systèmes d'affectation des terres. Ainsi, les paramètres dendrométriques (diamètre et hauteur) de ces trois espèces sont plus importants dans le PNDD que dans les FNP.

Le taux de régénération d'*E. cylindricum*, *M. altissima* et *T. scleroxylon* dans la zone d'étude a montré des taux de régénération respectifs de 0,42 %, 86,83 % et 12,75 % pour

le stade plantules contre 3,71 %, 84,80 % et 11,49 % pour le stade intermédiaire. Dès lors, les informations obtenues à travers cette étude constituent d'importantes bases techniques pour tester les indicateurs écologiques de gestion durable des trois espèces dans les forêts du Bassin du Congo en général et au Cameroun en particulier où leurs individus subissent une régression à la suite des coupes hyper-sélectives.

En définitive, il est reconnu que la pauvreté constitue l'une des principales causes de la dégradation des ressources forestières du pays. L'amélioration des conditions de vie des populations à la PBLP limiterait les sollicitations qui accentuent les pressions sur les ressources ligneuses vulnérables. Ceci pourrait passer par des initiatives des projets de type « Développement d'Alternatives Communautaires à l'Exploitation forestières Illécales (DACEFI) » déjà menées en Afrique centrale, qui permettent de réduire de façon considérable l'exploitation illégale et abusive des ressources naturelles tout en favorisant la gestion durable des massifs forestiers et des espèces vulnérables comme *E. cylindricum*, *M. altissima* et *T. scleroxylon*. Il serait judicieux d'appuyer les communautés locales afin qu'elles puissent diversifier leurs sources de revenus comme la production des jeunes plants à partir des pépinières villageoises de grandes capacités, la récolte et la transformation des produits forestiers ligneux, la promotion des techniques d'agroforesterie permettant d'améliorer la fertilité des terres, car cette étude offre des perspectives d'acquiescer des données fiables et précieuses pour la conservation et la gestion durable des espèces à forte valeur d'usage.

**5. Remerciements :** Cette étude a bénéficié d'un accompagnement sur le terrain de l'Association Camerounaise « Réseau Biotope » (Centre d'Appui à la Conservation de la Biodiversité, à la restauration des écosystèmes au service du développement), pour la collecte de données et une subvention en matériel de la Fondation Américaine Idea Wild Small Grants.

## Références

1. Abbosouka Y., 2021. Analyse des impacts des activités anthropiques et des infrastructures sur l'intégrité du Parc National de Deng-Deng, dans la région de l'Est-Cameroun. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Développement de l'Université Senghor, Département Environnement, Spécialité Gestion de l'environnement, 72 p.
2. Adjonou K., Radji A. R., Kokutse A. D., & Kokou K., 2016. Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest). [VertigO] la revue électronique en sciences de l'environnement, 16(1), 16 p.
3. AECOM., 2011. Étude d'impact environnemental cumulatif du projet hydroélectrique de Lom-Pangar. AECOM, 302 p.
4. Akouégninou A., Van Der Burg J. & Van Der Masesen L. (Eds.), 2006. Flore analytique du Bénin. Cotonou & Wageningen: Backhuys Publishers.
5. APG IV., 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV Boti. J. Linn. Soc., 181: 1-20.

6. Branthomme A., Altrell D., Kamelarczyk K. & Saket M., 2009. Suivi et Évaluation des ressources forestières nationales : Manuel pour le Relevé intégré de données sur le terrain. Food and Agriculture Organization, Rome, p 201.
7. Daïnou K. & Doucet J. L., 2010. Évaluation de l'aménagement et de l'état des populations des essences exploitées par le Groupe SEFAC. Wavre, Belgique, Nature +.
8. Dossa B. A. K., Gouwakinnou G. N., Sourou N. B., Houetcheignon T., Wedjangnon A. A., Odjrado B. K. & Ouinsavi C., 2019. Caractérisation structurale des peuplements naturels de *Detarium senegalense* J. F. Gmel (Caesalpiniaceae) au Bénin Afrique de l'Ouest. *Rev. Ramses*, (07) : 9 p.
9. Dourma M., Wala K., Guelly K. A., Bellefontaine R., Deleporte P., Akpavi S., Batawila K. & Akpagana K., 2012. Typologie, caractéristiques structurales et dynamique des faciès forestiers fragiles à *Isobertia* spp., en vue de leur gestion au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques*, (313) : 15 p.
10. Etame-L. G., Ngoule C.C., Mbome B., Kidik P. C., Ngene J. P., Yinyang J., Okalla C.E., Ngaba G.P. & Dibong S. D., 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): 5560-5578.
11. Fandohan B., Glele Kakai R., Sinsin B. & Pelz D., 2008. Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois espèces ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marou au Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 12 :173-186.
12. FAO., 2012. Intégration des dimensions des changements climatiques dans les activités des projets de gestion de ressources naturelles. Rome, 68 p.
13. Foahom P. B., 1990. L'utilisation du bété (*Mansonia altissima* A. Chev., Sterculiaceae) dans l'aménagement et la régénération des forêts du Sud-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques* 226 : 20–28.
14. Frontier S. & Pichod-Viale D., 1991. Écosystème : structure, fonctionnement, évolution. Paris, France, Masson, Coll. Écologique, (21) :321 p.
15. Ganka G., Fandohan A. B. & Lougbegnon T. O., 2021. *Triplochiton scleroxylon* K. Schum (Sterculioideae-Malvaceae) : synthèse des connaissances et perspectives de recherche. *Annales des sciences Agronomiques*, 24(2) :135-146.
16. Kengne O. C., Zapfack L., Garcia C., Noiha N. V. & Nkongmeneck B-A., 2018. Diversité floristique et structurale de deux forêts communautaires sous exploitation au Cameroun : cas de Kompia et Nkolenyeng. *European Scientific Journal*, 24(14) :1857-7431.
17. Kouadio Y.L., 2009. Mesures sylvicoles en vue d'améliorer la gestion des populations d'essences forestières commerciales de l'Est du Cameroun, Thèse doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 278 p.
18. Leblanc S., 2014. Étude de l'estimation de paramètres structuraux de la forêt à l'aide d'un cadre de modélisation, de la photographie hémisphérique et du LiDAR. Thèse de Philosophie Doctor (Ph.D) en Télédétection de l'Université de Sherbrooke, 226 p.
19. Letouzey, R., 1968. Étude phytogéographique du Cameroun. Editions Paul Lechevalier, Paris, 511 p.
20. Letouzey R., 1985a. Notice de la carte phytogéographiques du Cameroun au 1/500000, 3 SC : Domaine de la forêt dense humide semi-caducifoliée. Yaoundé : Inst. De la Recherche Agron. et Toulouse: Inst. De la Carte Intern. De la Végétation.
21. Letouzey R., 1985b. Notice de la carte phytogéographiques du Cameroun au 1/500000, 4 TV : Domaine de la forêt dense humide toujours verte. Yaoundé : Inst. De la Recherche Agron., Toulouse : Inst. De la Carte Intern. De la Végétation.
22. Lewis S.L., Sonke B., Sunderland T., Begne S. K. & al., 2013. Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Phil trans R Soc B*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0295>.
23. MINEPDED., 2014. Cinquième Rapport du Cameroun à la Convention de la Biodiversité. République du Cameroun – MINEPDED. Yaoundé, 157 p.
24. 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)., *BASE [en ligne]*, 1 (14) : 167-176. URL : <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=5229>.
25. Noutcheu R., Laura K. S., Tchatat M., Taedoung H., Tchingsabe O. & Tieguhong T. C., 2016. Do logging concessions decrease the availability to villagers of foods from timber trees? A quantitative analysis for Moabi (*Baillonella toxisperma*), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) and Tali (*Erythrophleum suaveolens*) in Cameroon. *Forest Ecology and Management* 381, 279–288.
26. Omatoko J., Nshimba H., Bogaert J., Lejoly J., Shutsha R., Shaumba J. P., Asimonyio J. & Ngbolua K. N., 2015. Étude floristique et structurale des peuplements sur sols argileux à *pericopsis elata* et sableux à *Julbernardia seretii* in the UMA plain forest in Democratic Republic of the Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2 (13): 452-463.
27. Oumar A., Choula F., Fotsop W. O., Priso R. J. et Taffouo D. V., 2021. Paramètres de structure, état phénologique de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. et diversité spécifique des espèces accompagnatrices dans la forêt du Sud-est Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(2) : 707-727.
28. Palla F. & Louppe D., 2002. Obeché. CIRAD, Montpellier, pp. 6.
29. Pascal J-P., 2003. Notions sur les structures et dynamiques des forêts tropicales humides. *Revue forestière française*, 55 :118-130.
30. Sandjong Sani R. C., Ntoupka M., Ibrahima A. & Vroumsia T., 2018. Caractérisation structurale du Parc National de Mozoko-Gokoro (Cameroun). *Flora et Vegetatio Subano-Sambesica*, 21 :7-24.
31. Sepulchre F., Daïnou K. & Doucet J.L., 2008. Étude de la vulnérabilité de 18 essences Ligneuses commerciales d'Afrique centrale reprises sur la liste rouge IUCN. 51 p.
32. Sommet des Trois Bassins. (2023). <https://thethreebasinsummit.com/accueil/> consulté le 25 octobre 2025.
33. Tailfer Y., 1989. La forêt dense d'Afrique centrale :

- identification pratique des principaux arbres. Paris : Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT) ; Wageningen, Pays-Bas : CTA.
34. Tchingsabe O., Mbile Ndje J. G., Dibong D. S., Tchatat M. & Ngomeni A. F., 2017. Évaluation du potentiel des bois d'œuvre des parcelles Permanentes d'observation du bloc Kébé, Bélabo (Est-Cameroun). *J. Appl. Biosci.*, (116) :11601-11611.
  35. Vivien J. & Faure J.J., 1985. Arbres des forêts d'Afrique centrale. Paris : Agence de coopération culturelle et technique (ACCT).
  36. Wédjangnon A.A., Houétchégnon T. & Ouinsavi C., 2016. Caractéristiques ethnobotaniques et importance socioculturel de *Mansonia altissima* A. Chev. Au Bénin, (Afrique de l'Ouest). *Journal of Animal & Plant Scinces* 29(3), 4678-4690.
  37. Yaovi C. R., Hien M., Kabore S. A., Sehoubo Y. J. & Somda I., 2021. Utilisation et vulnérabilité des espèces végétales et stratégie d'adaptation des populations riveraines de la Forêt classée du Kou (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(3) : 1140-1157.

---

## Utilisation des espèces ligneuses dans les activités halieutiques artisanales à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (Est-Cameroun)

Bruno Zock<sup>1&2\*</sup>, Léon Dieudonné Kono<sup>1</sup>, Marie Alain Mbarga Bindzi<sup>1</sup>, Elvire Hortense Biye<sup>1</sup>, Emmanuel Youmbi<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Université de Yaoundé I. Faculté des Sciences. Laboratoire de Botanique-Écologie. BP 812, Yaoundé (Cameroun). E-mail : [bruno.zock@facsciences-uy1.cm](mailto:bruno.zock@facsciences-uy1.cm)

<sup>(2)</sup>Centre d'Appui à la Conservation de la Biodiversité et à la Restauration des Écosystèmes au Service du Développement (Réseau Biotope). BP 33 319, Yaoundé (Cameroun).

<sup>(3)</sup>Université de Yaoundé I. Faculté des Sciences. Laboratoire de Biotechnologie Végétale et Environnement. BP 812, Yaoundé (Cameroun).

Reçu le 15 janvier 2024, accepté le 21 mars 2024, publié en ligne le 30 mars 2024

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v7i1.6>

---

### RESUME

**Description du sujet.** L'utilisation des espèces ligneuses dans les activités halieutiques artisanales à la périphérie du barrage de Lom-Pangar (Est-Cameroun) a entraîné une forte croissance démographique. Afin de contribuer à une meilleure gestion et conservation de l'écosystème forestier, une étude portant sur l'inventaire et les menaces potentielles qui pèsent sur les espèces ligneuses utilisées dans les activités susvisées a été réalisée, sur la base de la répartition spatiale des souches d'arbres.

**Objectif.** L'objectif de cette étude vise à recenser et à déterminer la répartition spatiale des souches d'espèces forestières utilisées dans la pêche artisanale à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar.

**Méthodes.** L'inventaire a été effectué sur une surface échantillon de 32 ha (taux de sondage de 0,5 %) comportant 8 transects de 1000 m x 40 m, soit 4 ha chacun. L'inventaire des souches d'arbres de la flore a reposé sur la méthode des transects.

**Résultats.** Les inventaires effectués ont permis de dénombrer 441 souches d'arbres appartenant à 35 espèces, réparties entre 22 familles et 32 genres.

**Conclusion.** À travers cette étude, l'impact des activités halieutiques sur la conservation de la ressource forestière ligneuse est également abordé, dans une perspective de mise en place de stratégies pour une gestion durable de cette ressource.

**Mots-clés :** activités halieutiques, barrage de Lom-Pangar/Cameroun, répartition spatiale, souches, vulnérabilité

### ABSTRACT

**The use of woody species in artisanal fishing activities on the outskirts of the Lom-Pangar dam (East Cameroon)**

**Description of the subject.** The use of woody species in artisanal fishing activities on the outskirts of the Lom-Pangar dam (East Cameroon) has led to strong demographic growth. To contribute to better management and conservation of the forest ecosystem, a study was carried out on the inventory and potential threats to the woody species used in the above-mentioned activities, based on the spatial distribution of tree stumps.

**Objective.** The aim of this study was to identify and determine the spatial distribution of tree stumps used in artisanal fishing around the Lom-Pangar dam.

**Methods.** The inventory was carried out over a sample area of 32 ha (0.5% sampling rate), comprising 8 transects of 1000 m x 40 m, i.e. 4 ha each. The inventory of tree stumps and flora was based on the transect method.

**Results.** The inventories carried out enabled us to count 441 tree stumps belonging to 35 species, divided into 22 families and 32 genera.

**Conclusion.** Through this study, the impact of fishing activities on the conservation of the woody forest resource is also addressed, with a view to implementing strategies for the sustainable management of this resource.

**Keywords:** fishing activities, Lom-Pangar dam/Cameroon, spatial distribution, strains, vulnerability

---

## 1. INTRODUCTION

Les aires protégées du Cameroun sont menacées par les diverses pressions anthropiques nécessitant un suivi fréquent et précis. Ces écosites abritent une biodiversité exceptionnelle tant faunique que floristique. Dans le contexte des changements climatiques qui prévalent actuellement, ces massifs forestiers contribuent sensiblement à la lutte contre l'effet de serre en absorbant le dioxyde de carbone de l'air et à la régulation du cycle de l'eau (FAO, 2012 ; Wédjangnon *et al.*, 2020). Cependant, les forêts à haute valeur de conservation situées dans le Bassin du Congo font face à des menaces qui pèsent sur elles au premier rang desquelles figure la coupe hyper sélective des essences inhérentes à l'exploitation commerciale du bois (Mvogo *et al.*, 2012).

La déforestation observée dans les zones tropicales a pris une ampleur considérable depuis plusieurs décennies. Même si au cours de l'histoire, toutes les régions ont été concernées par la problématique de la déforestation, celle-ci reste majoritairement centrée sur les forêts tropicales (Verjans, 2016). Le taux annuel (1%) de déforestation entre 2000-2005 au Cameroun est parmi les plus élevés du Bassin du Congo (Doucet & Kouadio, 2007). Les causes principales de cette déforestation sont la réduction de la durée de jachère de l'agriculture sur brûlis et l'exploitation du bois. De plus, au niveau spécifique la flore du Cameroun renferme près de 7850 espèces vasculaires dont 514 endémiques et 815 menacées d'extinction (MINEPDED, 2014).

La conservation de la biodiversité a toujours été une équation très difficile à résoudre dans le contexte africain. Cette difficulté est due à la forte dépendance des populations vis-à-vis des ressources forestières tant faunique que floristique (Jiagho *et al.*, 2016). Les ressources naturelles jouent un rôle socioéconomique et environnementale considérables dans la vie des populations des pays subsahariens (Traoré *et al.*, 2020). En Afrique, les forêts constituent un immense réservoir de la biodiversité et jouent un rôle fondamental dans la satisfaction de nombreux besoins de base des communautés locales (Dongock *et al.*, 2017).

Au Cameroun, l'exploitation du bois a entraîné la réduction du couvert forestier et son appauvrissement en espèces ligneuses. Ceci est provoqué par l'augmentation de la croissance démographique de 2,6 % entre 2005 et 2010 induisant ainsi un taux de déforestation net des forêts de 0,14 %, pour une réduction de 22,6 millions d'ha à 19,6 millions d'ha entre 1980 et 1995. Avec (0,14%), ce taux de déforestation est le plus élevé du Bassin du Congo, après celui de la République Démocratique du Congo (Njoukou &

Guizol, 2018). Cauderon (2013) relève que la fragilité de l'équilibre est devenue évidente au XX<sup>ème</sup> siècle du fait de l'expansion scientifique, technique, économique et démographique de l'humanité. Les exigences du développement au Cameroun constituent une menace réelle pour ses ressources forestières. En effet, la survie d'une espèce végétale dépend non seulement du fonctionnement global de l'écosystème qui l'abrite et de son système de reproduction, mais aussi l'intensité de son exploitation (Agbo *et al.*, 2017).

De nos jours, les projets d'aménagements hydroélectriques de retenue induisent une pression supplémentaire sur la ressource forestière du fait des activités de pêche qui s'y développent. Ces activités de pêche favorisent la dégradation forestière pour satisfaire les besoins des pêcheurs migrants. Toutefois, l'installation des grands barrages de retenue d'eau provoque une forte richesse en faune ichtyologique qui se développe, comme le signalent (Mérona et Morais, 1997 ; Gnanglè *et al.*, 2012). Cette pêcherie utilise le plus souvent les essences forestières pour la fabrication des pirogues, des pagaies et surtout le fumage du poisson, donc le bois-énergie (Chesnes, 2009 ; Angoni *et al.*, 2015). La situation précise de la déforestation, ses conséquences anthropiques et ses conséquences écologiques (réduction des habitats) est jusqu'alors peu connue.

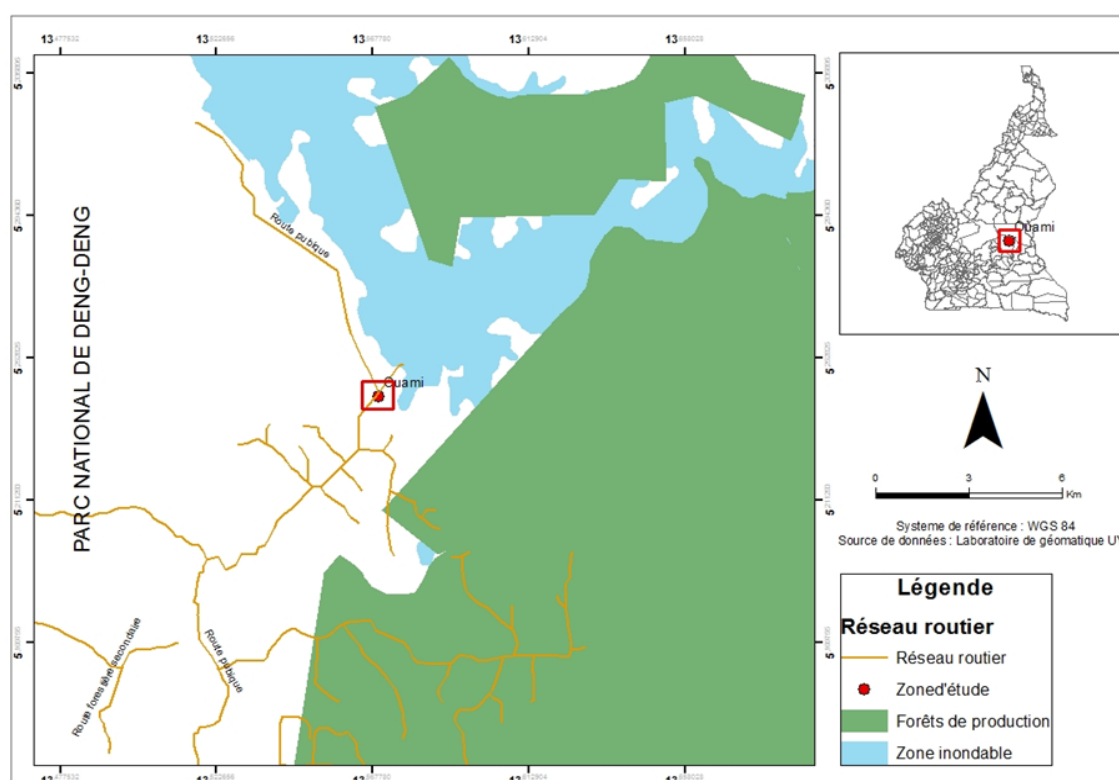
En vue de prévenir le désastre écologique, au-delà de tous ces problèmes environnementaux lourds de conséquences, une étude scientifique s'est avérée indispensable dans le souci d'identifier le problème posé par l'impact des AH sur la ressource forestière de la PBLP. En plus, aucune situation de référence en termes d'inventaire et de répartition spatiale des souches d'espèces ligneuses utilisées dans les activités halieutiques fondée sur des bases scientifiques n'est actuellement disponible. Ces informations sont pourtant nécessaires afin d'assurer une gestion durable du massif forestier et de la biodiversité associée. L'étude vise à recenser et à déterminer la répartition spatiale des souches d'espèces forestières utilisées dans la pêcherie artisanale à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar. De manière spécifique, il sera question de (1) inventorier les espèces utilisées dans les AHAs, (2) identifier les souches d'arbres dans les différents sites, (3) analyser la composition floristique et la richesse spécifique des strates ligneuses, (4) cartographier les espèces et les identifiées et (5) évaluer l'impact des AHAs sur la ressource ligneuse.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Zone d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la zone 1 située au Sud du Barrage hydroélectrique de Lom-Pangar (BHLP), dans le village d'Ouami du Canton Képéré, près de la forêt du Parc National Deng-Deng (PNDD) (Figure 1). Elle se délimite par les parallèles 05°14' et 05°15'N et les méridiens 13°33' et 13°35'E. Sur le plan administratif, notre diction se situe dans la région de l'est-Cameroun, département du Lom et Djerem, arrondissement de Bélabo. Selon Letouzey (1985), la localité se situe dans le domaine Guinéo - Congolais. La formation végétale dominante se caractérise par la forêt humide semi- caducifoliée dominée par les *Sterculiaceae* et les *Ulmaceae*. Le climat appartient à un régime Équato-guinéen très classique à quatre saisons, dont deux sèches et deux pluvieuses (Abbosouka, 2021). Les températures varient de 20

°C (juillet-août) à 30 °C (janvier-février). La pluviométrie moyenne annuelle de 2017 atteint 135 jours pour un total de 1816,1 mm de précipitations. Les sols sont de type ferrallitique rouge, argileux, meubles et perméables contenant un peu d'humus. Le réseau de drainage est dendritique et dense ; le terrain est un plateau hérissé de collines résiduelles (Etame *et al.*, 2018). En revanche, Tchingsabe *et al.* (2017) rapporte avoir observé des sols alluviaux riches qui se trouvent dans les vallées où coulent les grandes rivières du Lom et de la Sanaga. Les activités d'inventaires de la présente étude se sont déroulées dans trois sites : un site à proximité du village Ouami ( $S_1$ ), un site près de l'eau ou zone inondable ( $S_2$ ) et un site au voisinage du PNDD ( $S_3$ ).



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

## 2.2 Matériel

Le matériel utilisé pour la collecte de données floristiques était constitué de : (i) Global Positioning System (GPS) de marque GARMIN 64 S, pour la géolocalisation des individus coupés, la prise des coordonnées géographiques du milieu étudié et aussi pour apprécier les différentes altitudes de certains versants ; (ii) Un décimètre a utilisé pour délimiter les placettes ; (iii) Des fiches de collecte de données floristiques et socioéconomiques ; (iv) Des sachets plastiques pour l'ensachement des échantillons des espèces n'ayant pas été identifiées sur le terrain et dont les noms scientifiques ont été déterminés à l'Herbier National ; (v) Un mètre-ruban pour mesurer la

circonférence et la longueur du bois de feu utilisé par les fumeurs de poisson.

## 2.3 Méthodes

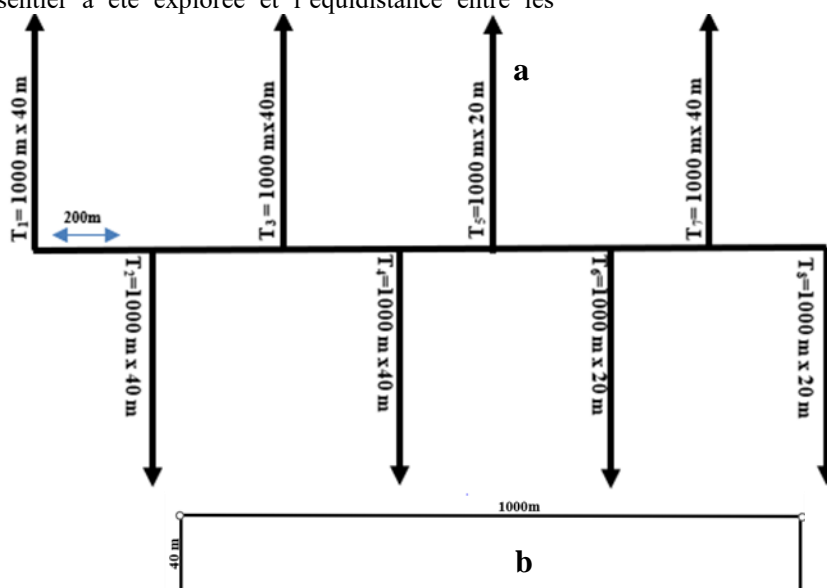
### Délimitation des sites d'étude et échantillonnage

Le plan d'échantillonnage conçu a été basé sur les enquêtes socioéconomiques et a permis d'obtenir des informations sur la répartition catégorielle des acteurs, les essences utilisées dans les AHAs ainsi que les moyens d'approvisionnement et le volume de bois. Ces enquêtes se sont déroulées dans les trois sites de prélèvement, à savoir : un site à proximité du village Ouami ( $S_1$ ), un site près d'une étendue d'eau ou zone inondable ( $S_2$ ) et un site au voisinage du PNDD ( $S_3$ ).

## Inventaire de la flore et des souches

L'inventaire des souches d'arbres et de la flore a reposé sur la méthode des transects (White, 1992). Elle a permis une large couverture de l'échantillonnage au sein de la zone d'étude. Le PNDD a une superficie initiale de 52 347 hectares, au titre des compensations environnementales du projet hydroélectriques de Lom-Pangar. Il était important d'y intensifier l'effort d'échantillonnage et pour cela dans chaque site retenu. Huit transects d'un kilomètre de longueur sur 40 m de large chacun (1000 m x 40 m, soit 4 ha) ont été installés de surface comprise 20 m de part et d'autre du sentier a été explorée et l'équidistance entre les

transects mesure 200 m (Figure 2a & 2b). Dix placettes de 100 m x 40 m, (soit 0,4 ha) ont été délimitées dans les trois sites, 40 placettes « proche du village », 20 placettes « proche de l'eau » et 20 placettes « proche du PNDD ». Des relevés floristiques ont été effectués et une liste exhaustive des espèces de toutes les souches d'arbres rencontrées était dressée. Toutes les souches rencontrées et identifiées ont été géoréférencées à l'aide du GPS. L'identification d'une souche a consisté à donner le même nom local et/ou commercial au porteur du GPS qui était chargé de l'enregistrement sur la fiche de collecte de données prévu à cet effet.



**Figure 2.** Dispositif d'inventaire constitué d'une succession de transect (a), surface d'un transect (b)

Pour mener à bien les enquêtes socioéconomiques, l'échantillonnage a été effectué suivant la méthodologie Gold Standard (Chesnes 2009, cit. Angoni & *al.*, 2015). Elle a consisté à rechercher un échantillon représentatif statistiquement d'une population de 1098 individus à une erreur de 10 %. Les données socioéconomiques issues des enquêtes et les données issues des inventaires des souches d'arbres en forêt ont été codifiées et organisées dans une base de données avec le logiciel SPSS 20.0 pour la réalisation des figures. Les moyennes ont été calculées pour les variables quantitatives. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées aux seuils de signification de 5 % ou 1 % à l'aide du logiciel d'analyse statistique SPSS. Cependant, la réalisation des analyses en composantes principales a été effectuée avec le logiciel XLSTAT 7.5.2.

Le calcul de la taille de l'échantillonnage ( $n$ ) pour les enquêtes socioéconomiques est donné par la formule ci-après Chesnes (2009, cit. Angoni et *al.*, 2015) :  $n = no / (1 + no / N)$ , avec  $no = (CV^2 \cdot t^2 \alpha_v) / e^2$  où :

- ✓ CV = 0,5 correspondant à la variable de consommation de bois de fumage dans la zone d'étude;
- ✓  $t^2 \alpha_v$  = valeur de la loi statistique de Student pour un niveau de confiance de 95 %;
- ✓ e = erreur probable (on choisit e = 10%) ;
- ✓ N = taille de la population.

## 2.4. Traitement et analyse des données

### Données quantitatives

Le traitement des données quantitatives a consisté à l'estimation de la consommation du bois de fumage. Il a été appliqué un facteur de conversion de quantité de bois consommée en volume exprimé en  $m^3$ . Chaque morceau de bois était mesuré (longueur et diamètre). Pour le calcul du volume de bois, la formule utilisée par Feka *et al.* (2009) in Angoni et *al.* (2015), dans la réserve de Douala-Edéa a été reprise. Cette formule assimilait chaque morceau de bois à un cylindre de diamètre D et de longueur L ; avec un facteur de correction de forme « f ». Dans le cas présent, la valeur  $f = 0,6$  (Angoni et *al.*, 2015) :

$v = n(\pi D^2 \frac{L \cdot f}{4})$ ; v : volume de bois consommé ou vendu ; n : nombre de billons ; D : diamètre moyen du billon en m ; L : longueur en m.

### Indices de diversité

Pour les données forestières, les indices de diversité ont été calculés pour chaque site à l'aide du logiciel XLSTAT 7.5.2, ces indices concernent : (i) richesse spécifique (S) : nombre d'espèces que compte la communauté ; (ii) indice de diversité de Shannon (H') :  $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$  ; où  $p_i$  est la proportion d'individus de l'espèce i dans la communauté (Shannon, 1948). Dans le présent contexte, H' a été exprimé en bits ;  $P_i = \frac{n_i}{N}$ , où  $n_i$  est l'effectif de l'espèce i et N l'effectif total de la communauté ; (iii) indice d'équitabilité de Pielou :  $E = \frac{H'}{\log_2 S}$ .

L'équitabilité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective (H') et la diversité maximale théorique (H' max). L'équitabilité varie entre 0 et 1 : elle tend vers 1 quand chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus ou le même recouvrement. Elle tend vers 0 lorsqu'une seule espèce domine dans la communauté (Pielou, 1965).

### Analyse structurale

La densité absolue indique la valeur moyenne du nombre d'individus de l'espèce par unité de surface de l'échantillon. Dans le cadre de cette étude, elle a été rapportée à l'hectare, selon la formule ci-après proposée par (Kigomo *et al.* 1990, cit. Jiagho *et al.*, 2016) :

$Da = \frac{ni}{M}$  ; où ni : nombre d'individus ; M : surface de l'échantillon, soit 32 ha.

Le calcul des effectifs par hectare (ha) et des totaux pour chaque espèce recensée se fait suivant la formule proposée par (Manfo *et al.*, 2018) : (i) nombre de tiges coupées de chaque espèce/ha =  $\frac{\text{nombre de souches dénombrées à l'intérieur d'un transect}}{\text{superficie de chaque transect}}$

; superficie de chaque transect en ha soit 4 ha ; (ii) nombre de tiges =  $\frac{\text{nombre de tiges}}{\text{ha}} \times \text{superficie totale}$ .

## 2.5. Cartographie des souches

Une analyse de la répartition spatiale des souches d'espèces d'arbres a été effectuée en se basant sur les trois groupes d'espèces à travers les trois principaux sites à l'aide d'une analyse en composante principale (ACP). Les variables retenues concernent : les espèces du site proche du village (S<sub>1</sub>), les espèces du site près de l'eau (S<sub>2</sub>) et les espèces du site près du PNDD (Aire protégée) (S<sub>3</sub>). Par la suite, une carte de distribution des souches d'arbres à partir de leur géolocalisation a été effectuée à l'aide du GPS. Les coordonnées des individus de chaque souche ont été enregistrées. La répartition des souches d'arbres de la zone échantillonnée aura permis d'apprécier les modalités de dégradation de la périphérie. Les logiciels ArcGIS 10 et Qgis 3.2 ont été utilisés pour la réalisation d'une carte des individus de la zone échantillonnée.

## 2.6. Analyse en composantes principales

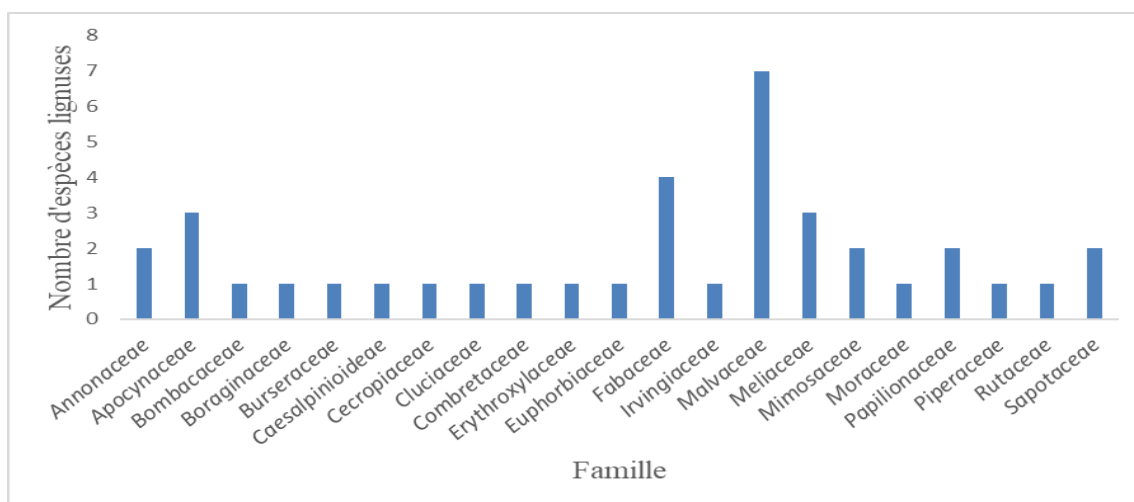
Dans la perspective d'expliquer les aspects spécifiques observés sur le terrain, une analyse en composantes principales (ACP) a permis d'établir la corrélation entre les paramètres environnementaux dans les trois types de biotope considérés comme des variables : « proche de l'eau (S<sub>2</sub>) », « proche du village (S<sub>1</sub>) » et « proche du PNDD (S<sub>3</sub>) ». Elle a permis également de mettre en évidence les facteurs du milieu qui expliquent la distribution des espèces dans les communautés étudiées.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Diversité

#### Richesse floristique

Les huit transects installés dans la zone d'étude ont permis de recenser 38 espèces végétales appartenant à 31 genres et 21 familles dont les *Malvaceae* prédominent soit 18,42 %, suivies des *Fabaceae* (10,53 %) et des *Apocynaceae* et *Meliaceae* (7,82 %) (Tableau 1 ; Figure 3).

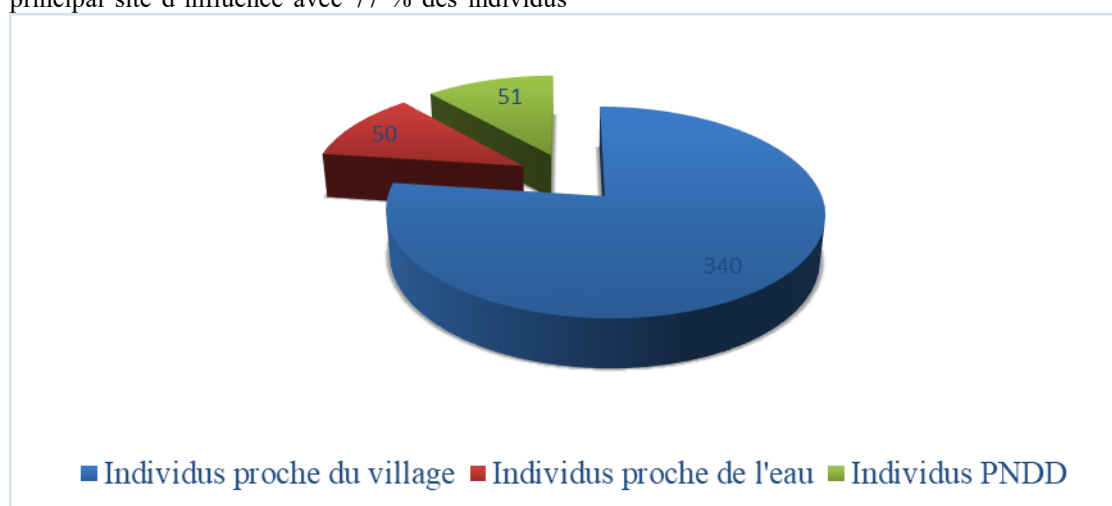


**Figure 3.** Répartition du nombre d'espèces ligneuses par famille

### Caractérisation des souches par site d'étude

Cette étude a permis de ressortir que la zone d'étude est fortement perturbée par les activités halieutiques à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar. Le site proche du village constitue le principal site d'influence avec 77 % des individus

qui ont été inventoriés dans ce milieu (Figure 4). Malgré l'inaccessibilité dans le site inondable et le fait que le PNDD soit une zone protégée, pas les scieurs à la recherche des espèces prisées, c'est ce qui peut justifier les opérations de sciage qu'on observe déjà dans ces sites.



**Figure 4.** Proportion des individus coupés dans chaque site

**Tableau 1.** Principaux taxons et nombre d'individus coupés inventoriés lors de la période d'étude

Nom commun et/ou local	Espèce	Famille	PE	PNDD	PV	Pourcentage des individus par espèce (%)
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	<i>Burseraceae</i>			x	0,22
Aningre	<i>Aningeria sp.</i>	<i>Sapotaceae</i>			x	1,81
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum	<i>Malvaceae</i>	x	x	x	49
Bété	<i>Mansonia altissima</i> (A.Chev.) A.Chev.	<i>Malvaceae</i>	x	x	x	7,94
Bobori	<i>Sterculia setigera</i> Del.	<i>Malvaceae</i>		x	x	0,22
Bongo	<i>Fagara welwitschii</i> Hiern	<i>Rutaceae</i>		x	x	1,13
Bubinga	<i>Guibourtia tessmannii</i> (Harms) J. Leonard	<i>Fabaceae</i>		x	x	0,91
Cordia	<i>Cordia platythyrsa</i> Baker.	<i>Boraginaceae</i>	x			0,68
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	<i>Mimosaceae</i>			x	1,13

	(Hook. F.) Brenan.					
Djansang	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Heckel	<i>Euphorbiaceae</i>			x	0,91
Doussie pach	1 <i>AFZELIA PACHYLOBA</i> HARMS	<i>Fabaceae</i>	x			0,22
Emien	<i>Alstonia boonei</i> De Wield.	<i>Apocynaceae</i>	x		x	4,52
Essak	<i>Albizia glaberrima</i> (Schumach. & Thonn.) Benth.	<i>Mimosaceae</i>	x		x	0,91
Eveuss	2 <i>Klainedoxa macrophylla</i> (Pellgr.) A.H.Gentry	<i>Irvingiaceae</i>			x	0,22
Eyong	3 <i>Sterculia oblonga</i> (Mast.) Pierre ex A. Chev.	<i>Malvaceae</i>		x	x	3,17
Fraké	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	<i>Combretaceae</i>		x	x	5,22
Fromager	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth.	<i>Bombacaceae</i>		x	x	0,91
Gombe	4 <i>DIDELOTIA AFRICANA</i> BAILL.	<i>Fabaceae</i>			x	0,22
Iroko	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg.	<i>Moraceae</i>		x		0,22
*Kemba	<i>Piper nigrum</i> L.	<i>Piperaceae</i>		x		0,22
Kolatier	<i>Cola acuminata</i> (P. Beauv.) Schott & Endl.	<i>Malvaceae</i>			x	0,22
Kossipo	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	<i>Meliaceae</i>		x	x	0,45
*Landa	<i>Erythroxylum mannii</i> Oliv.	<i>Erythroxylaceae</i>			x	0,68
*Missin-goro	<i>Garcinia kola</i> Heckel	<i>Clusiaceae</i>			x	0,22
Moambe jaune	<i>Enantia chlorantha</i> (Oliv.) Stten & P.J. Maas	<i>Annonaceae</i>		x	x	0,45
Mukulungu	<i>Austranella congolensis</i> (De Wild.) A.Chev.	<i>Sapotaceae</i>		x	x	1,36
*Mumbu	<i>Annona</i> sp.	<i>Annonaceae</i>			x	1,58
Ndamba	<i>Funtumia elastica</i> (Preuss) Stapf	<i>Apocynaceae</i>			x	0,22
Nkanang	<i>Sterculia rhinopetala</i> K.Schum.	<i>Malvaceae</i>		x	x	10,43
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	<i>Papilionaceae</i>		x	x	0,91
Parassolier	<i>Musanga cecropioides</i> R.Br.ex Tedlie	<i>Cecropiaceae</i>			x	0,45
Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	<i>Meliaceae</i>	x	x	x	2,26
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	<i>Meliaceae</i>		x	x	0,22
Tali	<i>Erythrophloeum ivorense</i> A. Chev.	<i>Caesalpinioideae</i>		x	x	0,45
Voacanga	<i>Voacanga africana</i> Stapf	<i>Apocynaceae</i>			x	0,22
Total	35	22				100%

\*PV : espèces « proche du village » Ouami ; PE : espèces « proche de l'eau » ; PNDD : espèces « proche du PNDD » x ; site où l'espèce a été inventoriée ; \* : espèces en nom local (le « POL »)

### Diversité spécifique

On observe un gradient décroissant de la diversité spécifique et de la richesse spécifique allant du site à proximité du village à celui près de l'étendue d'eau et du PNDD (Tableau 2). Ce résultat révèle que le site à proximité du village abrite le maximum d'espèces utilisées dans les activités halieutiques. L'indice d'équitabilité est relativement faible et varie entre 0,58 à 0,74, traduisant de manière globale une répartition moyennement équitable des individus des espèces utilisées dans les activités halieutiques.

**Tableau 2.** Indices biocénétiques des différents sites

Site	Richesse spécifique	Nombre de souches	Indice de Shannon	Indice d'équitabilité
S1	32	340	3,58 bits	0,72
S2	11	50	2 bits	0,58
S3	15	51	2,9 bits	0,74

### Diversité générique

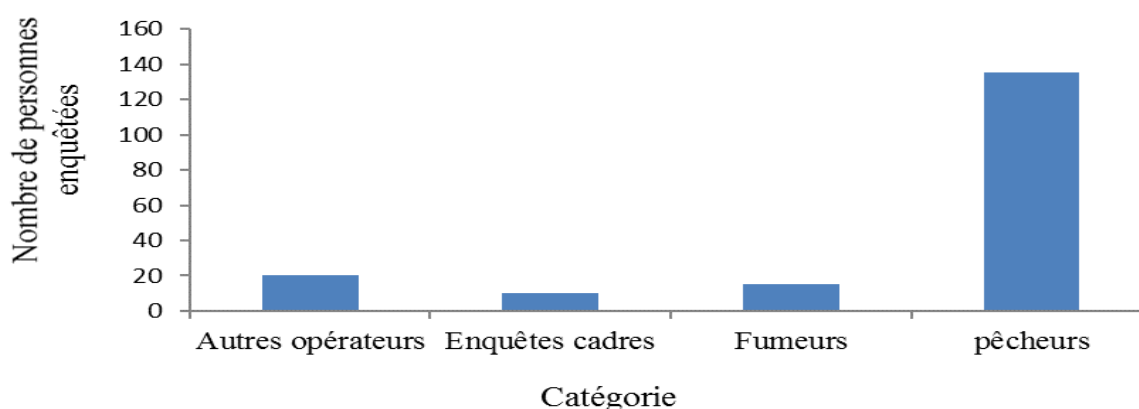
Le coefficient générique et le quotient spécifique varient entre 90,6 à 100 et 1 à 1,1 respectivement (Tableau 3). La variation du quotient spécifique autour de 1 indique que la végétation dans la zone d'étude est ancienne. Mais cette végétation commence à perdre de sa stabilité.

**Tableau 3.** Valeurs de l'indice générique et spécifique des différentes communautés

Site	Nombre de genres	Coefficient générique	Quotient ou Coefficient spécifique
S1	29	90,6	1,1
S2	11	100,0	1,0
S3	15	100,0	1,0

### 3.2. Caractéristiques socioéconomiques des différents acteurs

Au total 16,39 % d'acteurs de la filière pêche ont été enquêtés. Leur répartition catégorielle est la suivante : 75 % des enquêtés étaient des pêcheurs, 11 % pour les autres opérateurs, 8 % pour les fumeurs de poisson et 6 % pour les enquêtes cadres (Figure 5).



**Figure 5.** Répartition socioprofessionnelle des personnes enquêtées.

### 3.3. Moyens d'approvisionnement en bois

Deux principaux moyens d'approvisionnement en bois pour le fumage du poisson ont été observés, à savoir la collecte (87%) et l'achat (13 %). Les quantités de bois sont achetées en tas de 1500 à 2000 et dans les pousses à 5000 FCFA. Treize essences principales sont utilisées pour le fumage du poisson, il s'agit d'*Albizia glaberrima* (Schumach. &Thonn), *Cordia platythyrsa* Baker., *Entandrophragma candollei* Harms, *E. cylindricum* Sprague, *E.utile* (Daw & Sprague), *Erythroxylum mannii* Oliv. , *Fagara welwitschii* Hiern, *Musanga cecropioides* R.Br.ex

Tedlie, *Pterocarpus sayauxii* Taub., *Sterculia rhinopetala* K.Schum, *Sterculia setigera* Del., *Terminalia superba* Engl. & Diels et *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Pour ces différentes techniques d’approvisionnement, il a été observé au bout de quinze jours que le volume moyen de bois après disposition dans des tas était de 0,86 m<sup>3</sup>.

### 3.4. Essences utilisées dans les AHAs

De nombreuses essences forestières sont utilisées dans la fabrication des pirogues. Cependant, toutes les catégories de pirogues n’utilisent pas les mêmes espèces ligneuses (Tableau 4).

**Tableau 4.** Catégorie, proportion, quantité et espèces ligneuses utilisées pour la fabrication des pirogues

Type de pirogue	Quantité		Espèces ligneuses utilisées	Proportion par type de pirogue
Pirogues à moteur	25	17	<i>Fagara welwitschii</i>	2 % de l’ensemble des pirogues à moteur et à pagaie
		8	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	
Pirogues à pagaie	1042		<i>Entandrophragma cylindricum</i> <i>Fagara welwitschii</i> <i>Milicia excelsa</i> <i>Musanga cecropiodes</i> <i>Sterculia rhinopetala</i> <i>Terminalia superba</i> <i>Triplochiton scleroxylon</i>	98 %

Les pirogues à moteur hors-bord sont celles monoxyles rehaussées de longueur variable entre 12 et 18 mètres, avec une largeur variable de 2 à 3 m et une profondeur de 1,5 m. Le moteur hors-bord est monté sur un chevalet en bois très résistant pouvant supporter les vibrations, situé généralement au quart arrière de la pirogue. Les informations recueillies auprès de 85% des personnes enquêtées indiquent que *Entandrophragma cylindricum* et *Fagara welwitschii* sont très prisées pour la fabrication des pirogues en général. Mais, les enquêtés ont souligné la rareté de ces deux dernières espèces dans la zone. De l’avis des experts, *F. welwitschii* représente l’espèce la plus prisée pour la fabrication des pirogues à cause de sa résistance plus de 20 ans à l’usure du temps et des intempéries contrairement aux pirogues fabriquées à partir des autres essences.

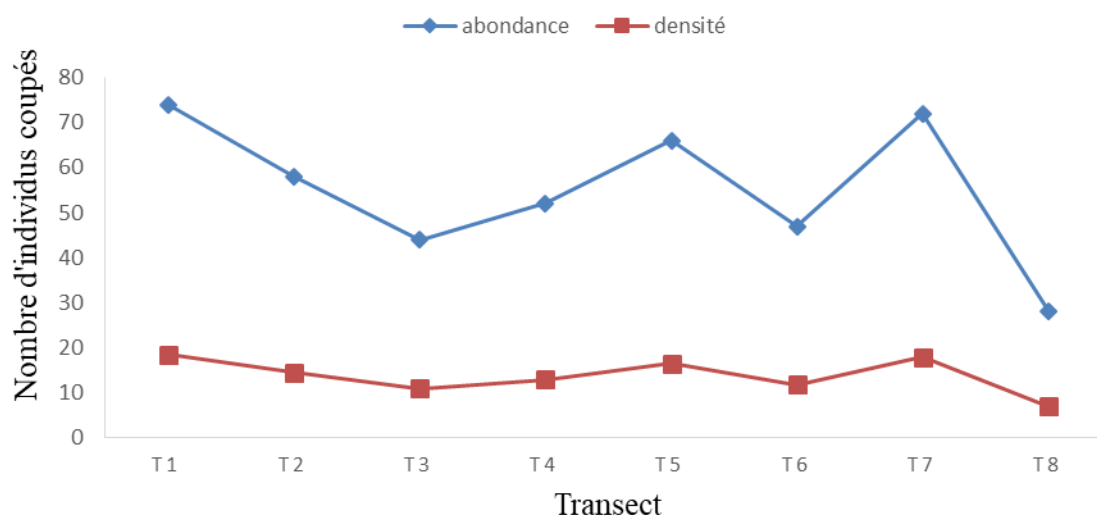
Les essences sont aussi utilisées pour la fabrication des pagaies. Localement, elles sont fabriquées à partir de quatre essences principales dont deux d’entre elles ont un enjeu scientifique majeur (*E. cylindricum* qui est classé comme vulnérable et *T. scleroxylon* qui a une préoccupation mineure (UICN,2020)). Les enquêtes effectuées au cours d’une journée ont permis de dénombrer 5746 pagaies dans différents commerces et auprès des pêcheurs. Les proportions de fabrication sont :

*Mansonia altissima* (64 %) ; *E. candollei* (19 %) ; *Sterculia rhinopetala* (14 %) ; *Enantia chlorantha* (3 %). Cependant, l’espèce *M. altissima* est réputée comme étant la meilleure pour la fabrication des pagaies, en raison de sa particularité à ne pas absorber de l’eau.

### 3.5. Caractéristiques dendrométriques

#### Densité absolue

La densité à l’hectare varie d’un transect à l’autre dans l’absolu, pour une densité absolue moyenne de 13,78±3,65 individus/ha. Dans certains transects, cette densité était supérieure à 15 individus par hectare (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub> et T<sub>7</sub>) (Figure 6). La densité dans ces transects est liée à leur proximité avec au village. La densité de prélèvement dans ces transects était respectivement de 18,5, 14,5, 16,5 et 18 individus/ha. En revanche, les transects T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> et T<sub>6</sub> ont un taux de prélèvement respectifs de 11 ; 13 ; 11,75 individus/ha. De même, cette densité est faible pour le transect T<sub>8</sub> (7 individus/ha), probablement du fait de son éloignement des zones d’habitation mais proche du PNDD (Aire protégée de catégorie II selon la classification de l’UICN) où 28 souches d’individus coupés ont été dénombrés pour l’ensemble du transect parcouru.



**Figure 6.** Abondance des individus coupés par transect et densité par hectare pour l'ensemble de la zone d'étude.

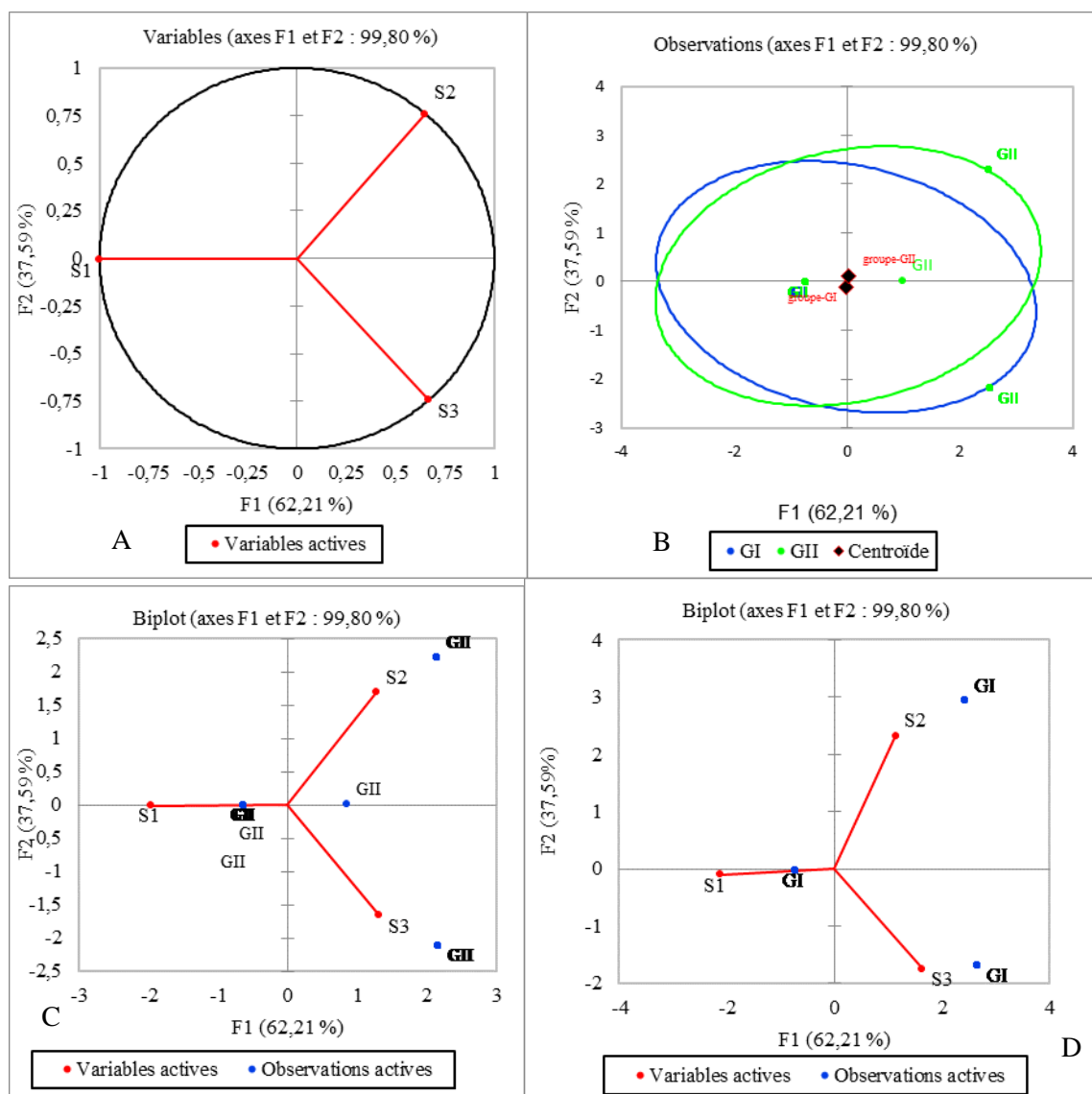
### 3.6. Analyse de la répartition spatiale

En vue d'une meilleure appréciation du degré d'utilisation des espèces dans les AH et mieux effectuer leur répartition spatiale, nous les avons réparties en cinq niveaux d'utilisation selon l'échelle présentée au tableau 5 ci-dessous.

**Tableau 5.** Classification du niveau d'utilisation des espèces ligneuses

Intervalle (%)	Niveau d'utilisation
$0 \leq p < 20$	Très faible
$20 \leq p < 40$	Faible
$40 \ll p < 60$	Moyen
$60 \ll p < 80$	Élevé
$80 \ll p \ll 100$	Très Élevé

Eu égard à cette échelle, il se dégage deux groupes d'espèces utilisées dans les AH (Tableau 5) : (i) groupe I : espèces très faiblement utilisées ; (ii) groupe II : espèces moyennement utilisées. Le groupe I renferme 34 espèces pour lesquelles 1 à 46 individus ont été coupés. À l'opposé, le groupe II ne comprend qu'une seule espèce, en l'occurrence *Triplochiton scleroxylon*, ayant fourni 216 individus pour les 441 souches coupées, soit 49 % du taux d'utilisation. L'analyse de la répartition spatiale des groupes d'espèces à travers les trois principaux sites a été faite à l'aide d'une analyse en composantes principales (ACP). Les variables retenues concernent : les espèces du site à proximité du village ( $S_1$ ), les espèces du site près de l'étendue d'eau ( $S_2$ ) et les espèces du site avoisinant le PNDD ( $S_3$ ) (Figure 7).



**Figure 7.** Diagramme de l'ordination des groupes d'espèces et des variables environnementales

De manière spécifique, les facteurs 1 et 2 contribuent respectivement à 62,21 % et 37,59 % à la dispersion des nuages des deux principaux groupes d'espèces (Figure 7 B, C & D). L'axe F<sub>1</sub> est fortement lié à gauche aux individus du groupe II et I. Ainsi, une analyse cumulée des variables (Figure 4 A, B, C & D) montre un degré d'anthropisation décroissante pour la variable S<sub>1</sub> (Figure 7 B & C). Une menace pèse sur les espèces proches du village se justifiant par un niveau d'exploitation élevé qui tend à diminuer au fur et à mesure qu'on s'éloigne. L'axe F<sub>2</sub> révèle une humidité croissante de S<sub>3</sub> à S<sub>2</sub> avec les individus du groupe I excentrés qui sont portés par chacune de ces variables (Figure 7 D). Chaque variable porte les espèces propres de ce groupe dont les souches ont été seulement retrouvées à proximité de l'une des variables.

Les inventaires réalisés ont révélé que *Triplochyton scleroxylon* est l'unique espèce moyennement exploitée dans la zone d'étude avec 216 individus

coupés (soit 49 %). Sa densité moyenne de prélèvement couvre 6,75 individus/ha. L'intérêt d'étudier le potentiel de régénération de cette espèce, mais également d'autres espèces vulnérables à l'instar de *Mansonia altissima* et *Entandrophragma cylindricum* appartenant à la liste rouge pourrait permettre d'une part de mieux comprendre la structure de la forêt d'ici la prochaine décennie et d'autre part de commencer à orienter la réflexion sur le niveau de menace qui pèse sur les individus de ces espèces sous l'effet induit des AHAs à la PBLP.

### 3.7. Cartographie des souches

La zone échantillonnée a été cartographiée à partir des coordonnées des espèces géolocalisées et prélevées sur chaque pied d'arbre coupé (Figure 8). Cette carte présente la répartition de l'ensemble des 441 individus sur une surface de 32 ha. La fraîcheur des souches sur lesquelles s'est déroulé l'inventaire traduit une anthropisation récente liée aux AHAs depuis la mise en eau du barrage.

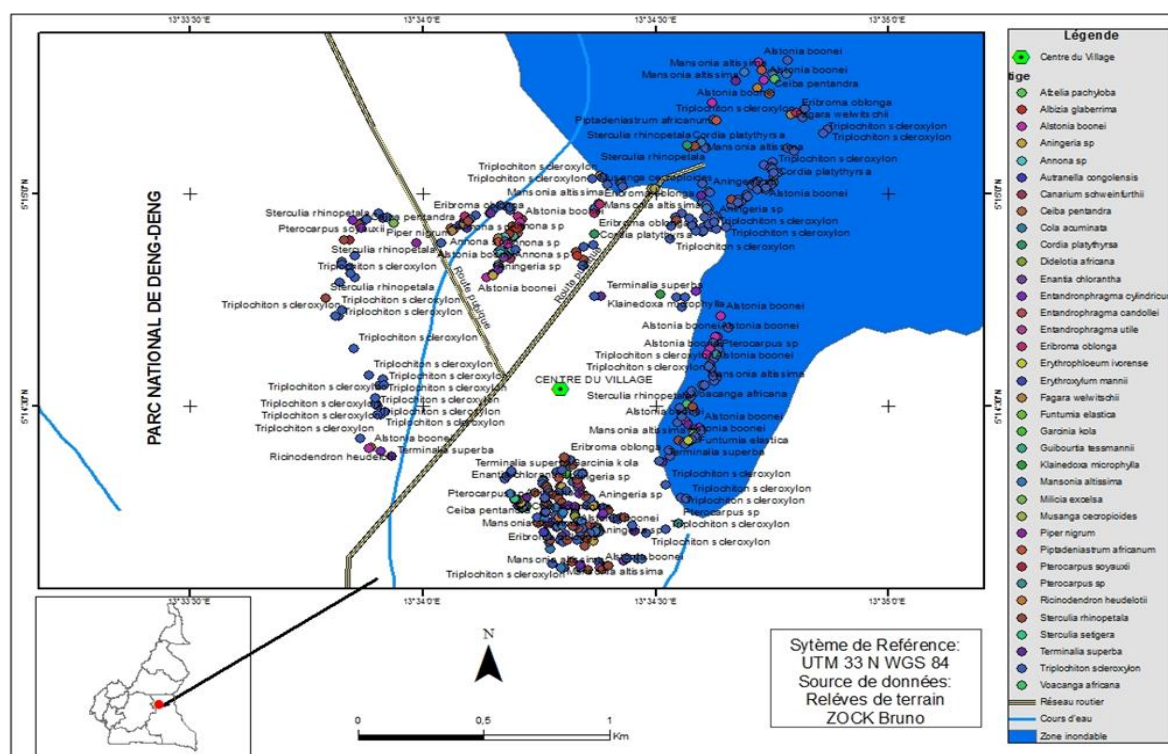


Figure 8. Cartographie des souches d'individus coupés dans la zone échantillonnée.

#### 4. DISCUSSION

Le bilan floristique fait ressortir une dominance des *Sterculiaceae*. Cette famille est plus répandue dans les forêts denses humides semi-caducifoliées (Letouzey, 1982). D'autres familles de moindre importance sont représentées par une seule espèce à l'instar des *Caesalpinioideae*. La rareté de cette famille se justifie par le fait que la forêt dense humide semi-décidue se caractérise par la rareté des *Caesalpinioideae* (Doucet, 2003).

L'indice de diversité de Shannon donne 3,58 bits, plus élevé à proximité du village indiquant les conditions écologiques favorables à la dynamique forestière. Il est largement au-dessus de celui obtenu par Tchingsabe et al. (2017) dans le bloc Kébé à Bélabo (Est-Cameroun). Mais, paraît moins élevé dans les deux autres sites où le nombre de souches d'arbres semble faible. Il s'observe à la périphérie du village une anthropisation forte qui se justifie par la proximité humaine directe avec la ressource ligneuse contrairement aux deux autres milieux. Ainsi, *Triplochiton scleroxylon* apparaît comme étant l'espèce ayant une régénération quasi nulle. Tchingsabe (ibid) rapporte que la faible régénération naturelle pour assurer la succession des tiges exploitées peut conduire à une extinction dans le peuplement en absence de traitements sylvicoles. Cependant, Martini et al. (1998) rapportent que *T. scleroxylon* malgré une aire de distribution assez étendue, présente des courbes diamétriques qui le range nettement dans les

essences avec « maintien sur le long terme compromis ».

#### Caractéristiques socioéconomiques

Cette étude a permis de comprendre la corrélation entre la dynamique démographique et la régression des ressources ligneuses. Il a été reconnu qu'une population rurale nombreuse pouvait entraîner plus de pression sur la forêt. Cent quatre-vingts acteurs ont été enquêtés dont cent soixante-quinze hommes, soit 97 % et 5 femmes, soit 3 %, d'âge variant entre dix-huit et soixante-treize ans. Les acteurs intervenant dans les AHAs à la périphérie du BHLP utilisent les essences provenant du massif forestier à la périphérie ou d'ailleurs. Ce résultat est similaire à celui obtenu par Dossou et al. (2012) qui rapportent que les populations rurales en général, et celles vivant en zone forestière en particulier dépendent principalement des ressources forestières. L'analyse floristique révèle une concordance entre les espèces citées par les enquêtés et celles obtenues à partir des inventaires de terrain. Ce résultat traduit la bonne connaissance que les populations ont de leur environnement, se justifiant par la présence du gigantesque massif forestier et de l'importance de la richesse en espèces ligneuses dans le secteur. Différents auteurs parmi lesquels Angoni et al. (2015), Jiagho et al. (2016), Kambale et al. (2016), mentionnent que la régression accrue du couvert forestier est une conséquence de la croissance démographique. Les résultats corroborent à ceux de Dongock et al.

(2017), qui rapportent qu'en Afrique, les forêts constituent un immense réservoir de la biodiversité et jouent un rôle fondamental dans la satisfaction de nombreux besoins de base des communautés locales. Selon ces auteurs, treize espèces ligneuses sont utilisées en fumage pour la conservation du poisson. Traoré *et al.* (2011) renseignent que le bois-énergie demeure le principal combustible des ménages en milieu rural. Angoni *et al.* (ibid) ont rapporté que la consommation de bois du feu en fumoir traditionnel était de 6,3 m<sup>3</sup> après dix jours. Les résultats qui consacrent une période d'observations de quinze jours en se basant sur des observations portées sur une moyenne de cinq jours sont de 8,4 m<sup>3</sup>. Cette différence pourrait se justifier d'une part par la longueur du temps d'observations qui est de quinze jours et d'autre part par la taille des fumoirs traditionnels longitudinaux qui contiennent un peu plus de poisson.

### Cartographie des souches et dynamique de la végétation

La cartographie présente la distribution spatiale des souches des diverses essences. Quatre cent quarante-un individus occupant une superficie de trente-deux ha ont pu être cartographiés, avec une densité absolue de prélèvement de  $13,78 \pm 3,65$  individus/ha. Cette densité dans l'absolu varie d'un transect à un autre. Les travaux de Traoré *et al.* (2011) dont l'étude s'est déroulée dans le secteur phytogéographique Sud-soudanien situé au Sud-Ouest du Burkina Faso, rapportent que l'action anthropique semble jouer un rôle majeur dans la destruction du couvert végétal.

Dans cette étude, onze espèces ont été formellement identifiées comme appartenant à la liste rouge de l'UICN (2020) et dont les AH croissantes pourraient entraîner considérablement la disparition locale d'un certain nombre. Ce résultat se rapproche de celui rapporté par MINEPDED (2014) qui souligne que sur cent dix-sept espèces menacées signalées dans la région de l'Est-Cameroun, seize se trouvent dans la zone de DD. Fongnzossie *et al.* (2008) dont l'étude s'est portée sur les peuplements d'arbres au Sud-Cameroun montrent que la disparition locale chaque année d'environ 1000 km<sup>2</sup> de forêt au Cameroun doit entraîner l'extinction de quelques espèces endémiques connues ou non encore décrites.

## 5. CONCLUSION

Au terme de la présente étude, il se dégage que l'intérêt économique porté sur la faune ichthyologique de la Retenue de Lom-Pangar a induit une forte migration qui ne cesse de croître avec le temps dans la périphérie. Des inventaires sur une superficie de 32 ha représentant la zone échantillonnée ont permis d'élaborer une carte des espèces exploitées, à partir des souches des

individus. Le site à proximité du village constitue le principal lieu de concentration des AHAs. En effet, près de 77 % des individus coupés ont été inventoriés dans ce milieu. Ceci oriente la pression anthropique vers d'autres milieux comme c'est le cas pour les deux autres sites sur lesquels l'étude s'est étendue. Il serait intéressant d'étendre cette étude à l'intérieur du PNDD et d'étudier également le potentiel de régénération naturelle et les facteurs de vulnérabilité des espèces les plus utilisées dans les AHAs à la périphérie du BHLP. L'intérêt économique et écologique des espèces utilisées dans les activités halieutiques à la périphérie du Barrage de Lom-Pangar n'est plus à démontrer. Une exploitation préférentielle de certaines espèces, à l'instar de *Triplochiton scleroxylon*, *Mansonia altissima* et *Entandrophragma cylindricum*, pourrait à terme entraîner le déclin de leur population à la périphérie du Barrage et accentuer une pression supplémentaire à l'intérieur du Parc National de Deng-Deng situé à proximité. Ceci appelle un intérêt accru pour le développement d'itinéraires sylvicoles en vue de mener des études sur leur régénération naturelle en vue d'assurer leur restauration dans cette zone.

### Remerciements

Nous tenons à remercier la Fondation Américaine Idea Wild Small Grants pour le don en équipements de terrain et l'association Camerounaise Réseau Biotope (Centre d'Appui à la Conservation de la Biodiversité et à la Restauration des Écosystèmes au service du Développement) qui a financé la collecte de données de cette recherche.

### Références

- Abbosouka Y., 2021. *Analyse des impacts des activités anthropiques et des infrastructures sur l'intégrité du Parc National de Deng-Deng, dans la région de l'Est-Cameroun*. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Développement de l'Université Senghor, Département Environnement, Spécialité Gestion de l'environnement, 72 p.
- Agbo R. I., Missihoun A. A., Vihotogbe R., Assogbadjo E. A., Ahanhanzo C. & Agbangla C., 2017. Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (Caesalpinaceae) dans le district phytogéographique zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2), 730-742. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.16>
- Angoni H., Tatchim A. P., Nkonmeneck B. A. & Nguekam, E., 2015. Utilisation du bois dans les pêcheries côtières du Cameroun [The use of wood in Cameroon's coastal fisheries]. *Revue d'ethnoécologie*, (7), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2166>
- Cauderon A., 2013. Les enjeux de la protection de la biodiversité. *Acta Botanica Gallica*, 143 (4-5), 225-231. DOI: <https://doi.org/10.1080/12538078.1996.10515719>

- Chesnes M., 2009. *Renouvelabilité de la ressource en bois de mangrove vis-à-vis d'usages dans la réserve de Douala Edéa Cameroun : Préparation à la mise en place d'un projet MDP pour l'amélioration de fumoirs à poissons*. [Renewal of the mangrove wood resource for uses in the Douala-Edéa Reserve, Cameroon: Preparation for the implementation of a CDM project for the improvement of fish ovens]. Mémoire de stage. AgroParisTech-ENGREF, Centre de Montpellier, France, 86 p.
- Dossou ME., Houessou GL., Lougbégnon OT., Tenté AHB. & Codjia JTC., 2012. Étude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30 (1), 41-48.
- Doucet, J.-L., 2003. *L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon*. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 390 p.
- Doucet J.-L. & Kouadio Y.L., 2007. Le Moabi, une espèce « phare » de l'exploitation forestière en Afrique Centrale. *Parcs Réserves*, 62 (2), 25-31. DOI : [http://pallisco-cifm.com/download/ParcsEtReserves62\\_m\\_oabi\\_juin2007.pdf](http://pallisco-cifm.com/download/ParcsEtReserves62_m_oabi_juin2007.pdf)
- Dongock N.D., Tientcheu M.L.A., Mbaiti D., Saradoum, G. & Pinta, J.Y., 2017. Importance écologique et potentialité apicole à la périphérie du Parc national de Manda en zone soudanienne du Moyen-Chari (Tchad), Inter. *Journal of Env. Stu.*, 74 (3), 443-457. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1294424>
- Etame-L. G., Ngoule C.C., Mbome B., Kidik P. C., Ngene J. P., Yinyang J., Okalla C.E., Ngaba G.P. & Dibong S. D., 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), 5560-5578. DOI : <http://www.m.elewa.org/JAPS>
- FAO., 2012. *Intégration des dimensions des changements climatiques dans les activités des projets de gestion de ressources naturelles*. Rome, 68 p.
- Feka N. Z., Chuyong G. B. & Ajonina G. N., 2009. Sustainable Utilization of mangrove using improved fish smoking systems: a management perspective from the Douala- Edea Wildlife reserve Cameroun, 85 p. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008290900200406>
- Fongnzossie F. E., N., Tsabang B. A., Nkongmeneck G. M., Nguenang P., Auzel E., Christina E., Kamou J. M., Balouma P., Apalo H., Mathieu M., Valbuena & Valère M., 2008. Les peuplements d'arbres du Sanctuaire à gorilles de Mengamé au sud Cameroun. *Tropical Conservation Science*, 1, 204-221. DOI : <https://doi.org/10.1177/194008290800100304>
- Gnanglè P.C., Afouda J.Y., Yegbemey N.R., Kakaï L.R. G. & Sokpon N., 2012. Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du nord-bénin. *African Crop. Science Journal*, (20), 589 – 602. DOI : <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/81703>
- Jiagho E. R., Zapfack L., Banoho L. P. R. K., Tsayem-Demaze 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*, 16 (1), 17 p. DOI : <https://id.erudit.org/iderudit/1037591ar>
- Kambale J.K., Feza F.M., Tsongo J.M., Asimonyio J.A., Mapeta S., Nshimba B., Gbolo B.Z., Mpina P.T. & Ngbolua K.N., 2016. Filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain : Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 1(21), 51-60. DOI : <http://ijisr.issr-journals.org/>
- Kigomo B., Civil p. & Woudell S., 1990. Forest composition and regeneration. *Journal of ecology*, 177-185. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1990.tb01151.x>
- Letouzey R., 1982. *Manuel de Botanique forestière Afrique Tropicale*. Tome 1, 2A, 2B. Botanique Générale. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-Sur-Marne, France, 461 p.
- Letouzey R., 1985. *Notice de la Carte Phytogéographique du Cameroun au 1/500000*. IRA Yaoundé, *Inst. Cart. Intern. Végétation* : Toulouse ; 240 p.
- Manfo D.A., Mougoué B. & Teicheugang, B.P., 2018. Maîtrise des impacts de la construction du bassin de retenue d'eau du barrage de Memve'ele sur les ressources forestières. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, (9), 79-81.
- Martini A.M.Z., De Rosa N. & Uhl C., 1998. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. Série Amazônia N° 11 - Belém : Imazon, 36 p.
- Mérona B. & Morais L.T., 1997. Ichthyological studies relating to the construction of Petit-Saut dam: preliminary assessment and recommendations. *Hydroécol. Appl.* 9(2), 241-262. DOI : <https://doi.org/10.1051/hydro:1997010>
- MINEPDED., 2014. *Cinquième rapport du Cameroun à la Convention de la Biodiversité*. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable - République du Cameroun. Yaoundé, 157 p.
- Mvogo K.J., Ayina O.L.M., Minsili L. S. & Castera P., 2011. Mechanical grading of structural timber and species conservation in the forest of the Congo Basin. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5(2), 111-125. DOI: <http://www.academicjournals.org/AJEST>
- Njoukouo M. M. & Guizol P., 2018. État des lieux des plantations forestières d'essences locales en zone de forêt dense au Cameroun. Master Professionnel en Sciences Forestières, Université de Dschang, 78 p.
- Piérou E.C., 1965. Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10, 370-383. DOI : <https://doi.org/10.2307/2528253>

Rondeux J., 1994. Ressources naturelles et inventaires intégrés : la logique du possible. *Cah. for. Gembloux*, n° 12. Gembloux, Belgique, 18 p.

Shannon C. E., 1948. A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal* 27, 379-423. DOI:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

Traoré L., Ouedraogo I., Ouedraogo A. & Thiombiano A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (1), 258-278. DOI:10.4314/ijbc.v5i1.68103

Tchingsabe O., Mbile Ndje J.G., Dibong D.S., Tchatat M. & Ngomeni A.F., 2017. Évaluation du potentiel des bois d'œuvre des parcelles Permanentes d'observation du bloc Kébé, Bélabo (Est-Cameroun). *J. Appl. Biosci.*, (116),11601-11611. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v116i1.8>

UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), 2020. Liste rouge des espèces menacées. <https://www.iucnredlist.org/fr/>.

Verjans, par Vincent., 2016. La déforestation aujourd'hui. Le journal international. <http://www.lejournalinternational/la-deforestation-aujourd'hui/>, consulté le 22 août 2023.

Wédjangnon, N. B., Sourou K., Towanou H. & Christine A. O., 2020. Spatial distribution and interspecific association patterns between *Mansonia altissima* A.Chev., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn and *Triplochiton scleroxylon* K. Shum. in moist semi-deciduous forest. *Annals of Forest Science*, 77(6),11 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0913-0>

White J.T.L. 1992. *Vegetation history and logging disturbance: effects on rain forest mammals in the Lop reserve, Gabon (with special emphasis on elephants and apes)*. Ph.D. thesis, University of Edinburg, 250 p.



# Structural and potential regeneration of three species in the land use systems of the periphery of the Lom-Pangar Dam, East Cameroon



Funded by the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement Number 954246



Supported by National Funds through FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia in the scope of the project UIDB/50027/2020



**ZOCK Bruno<sup>1,2</sup> Léon Kono<sup>1</sup>, Laurent Florent Etoundi Menyene<sup>1,3</sup>, Marie Alain Mbarga Bindzi<sup>1</sup>, & Emmanuel Youmbi<sup>1</sup>**

Sustainable Management of Natural Resources Research Unit, Department of Plant Biology and Physiology, Faculty of Science, University of Yaoundé I, BP: 812 Yaoundé, Cameroon (2) Centre d'Appui à la Conservation de la Biodiversité, à la Restauration des Écosystèmes au service du Développement (Cameroonian Association, Biotope Network, BP: 33 319 Yaoundé Cameroun. (3) Coordination of Forests, Soils and Environment, Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Ministry of Scientific Research and Innovation (MINRESI), 2123 Yaoundé-Messa Cameroon. (4) Laboratory of Plant Biotechnology and Environment, Faculty of Science, Yaoundé I University, 812-Yaoundé\* **Corresponding Author** : [bruno.zock@facsociences-uy1.cm](mailto:bruno.zock@facsociences-uy1.cm); **WhatsApp (00237):695683297.**

## Introduction

Sustainable forest management and biodiversity conservation require monitoring of the condition of forest stands, using effective methods of vegetation structural analysis (Leblanc, 2014). In recent decades, the degradation of tropical rainforests has attracted considerable international attention (Omatoto et al., 2015), as these forest ecosystems play a role in regulating global climate systems (FAO, 2020). According to the Three Basins Summit (2023), these regions alone are home to 80% of the world's forests and two-thirds of terrestrial biodiversity, playing an essential role in regulating the carbon balance. The aim of this study is to assess the impact of logging on the structural parameters and regeneration of *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* and *Triplochiton scleroxylon*, species with a high use value in artisanal fishing activities by local populations around the Lom-Pangar Dam (LPD).

## Methodology

- This study took place in Zone 1, south of the Lom-Pangar hydroelectric dam, in the village of Ouami, near the forest of the Deng-Deng National Park.;
- 20 transects of 5 km x 20 m at 200 m intervals were installed. 20 plots of 250 m x 20 m were set up along each transect, each subdivided into sub-plots of 20 m x 20 m for the inventory regeneration of three forest species;
- Past 2.17c, version 2013 and XLSTAT 2023.2.1414 were used to calculate diversity indices, descriptive analyses, correlations and statistical parameters.



Fig. 1. Measuring the dendrometric parameters of *Mansonia altissima*

## Results

An analysis of the main results gave the following respective mean values in the DDNP mean basal area BA<sub>mean</sub> = 5.97 ± 1.43 m<sup>2</sup>/ha; H<sub>m</sub> (mean height) 10.94 ± 0.29 m; D<sub>m</sub> (mean diameter) 27.69 ± 0.84 cm. In the NPF the mean values are BA<sub>mean</sub> = 4.40 ± 1.05 m<sup>2</sup>/ha; H<sub>m</sub> = 5.06 ± 0.26 m; D<sub>m</sub> = 12.13 ± 0.73 cm in the NPF.

Table 1. Comparison of the mean values and standard deviation of the dendrometry parameters assessed in the three species for the 400 plots.

Species	SAT	Number of people (N)	Density (N/ha)	Mean diameter (cm)	Basal area (m <sup>2</sup> /ha)	Mean height (m)
Ayous	DDNP	1795	17.95 ± 4.28	69.00 ± 1.70	54.33 ± 13.01	22.64 ± 5.70
	NPF	968	9.68 ± 2.56	22.40 ± 1.81	17.97 ± 4.30	7.8 ± 1.96
Bété	DDNP	5915	59.15 ± 15.67	14.61 ± 0.67	24.13 ± 5.78	6.75 ± 1.70
	NPF	2435	24.35 ± 6.45	5.87 ± 0.51	5.13 ± 1.23	3.04 ± 0.77
Sapelli	DDNP	425	4.25 ± 1.13	40.38 ± 3.20	5.54 ± 1.33	23.57 ± 5.93
	NPF	75	0.75 ± 0.20	47.5 ± 4.71	2.58 ± 0.62	19.7 ± 4.96

\*Ayous: *Triplochiton scleroxylon*; Bété: *Mansonia altissima*; Sapelli: *Entandrophragma cylindricum*

Correlation tests between height and diameter revealed a strong and significant correlation (0.91) and a p-value < 2.2e-16 between the two variables for DDNP with a Multiple R-squared of 0.82 for (model p-value: < 2.2e-16, p-value a < 2e-16, p-value b < 2e-16) and similarly a strong and significant correlation between the two variables in NPF. All p-values were < 0.001.

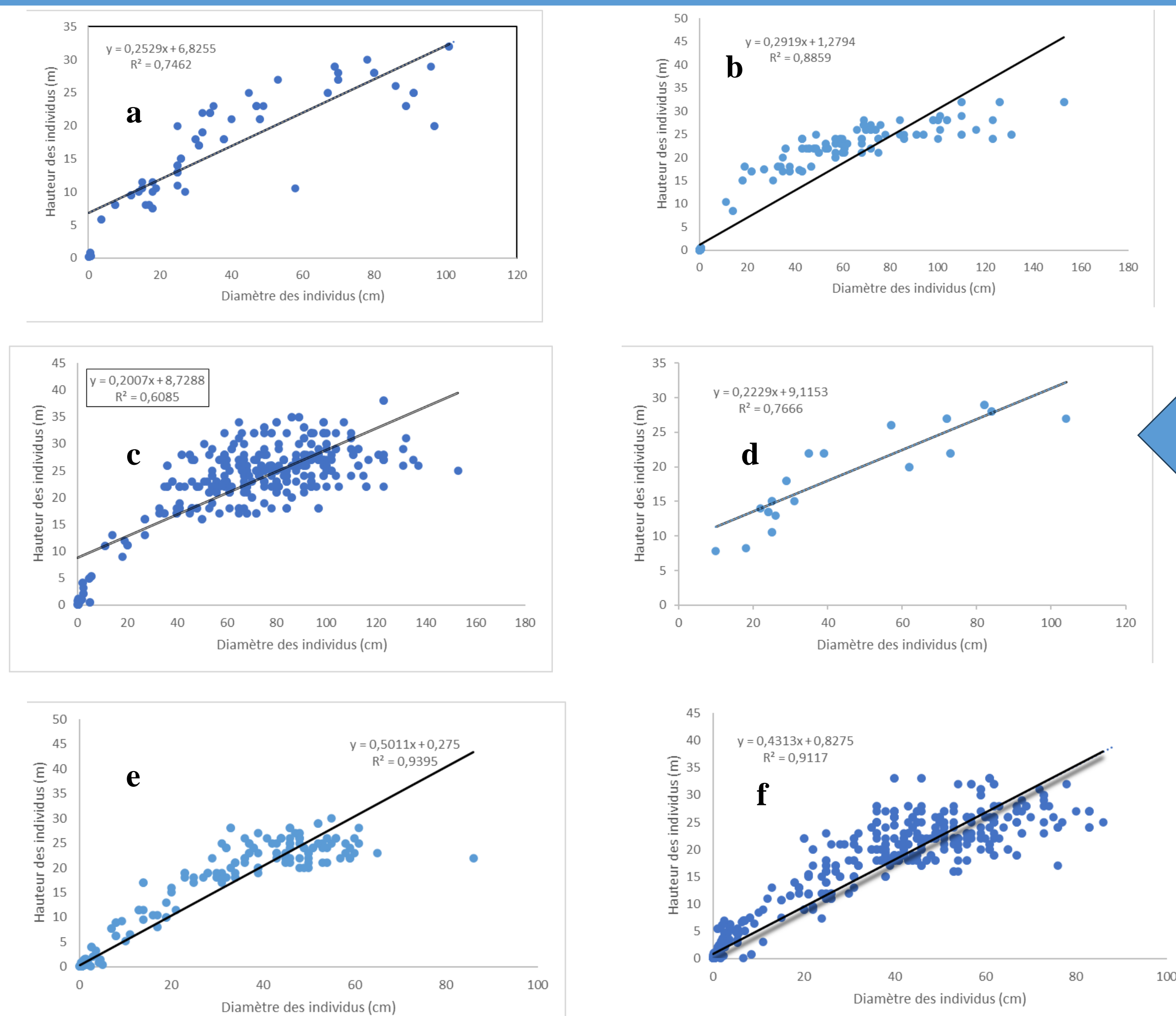


Fig. 2. Respective Relationship between diameter and height of *Entandrophragma cylindricum*, *Mansonia altissima* and *Triplochiton scleroxylon*: DDNP (a, b & c) ; NPF (d, e & f)

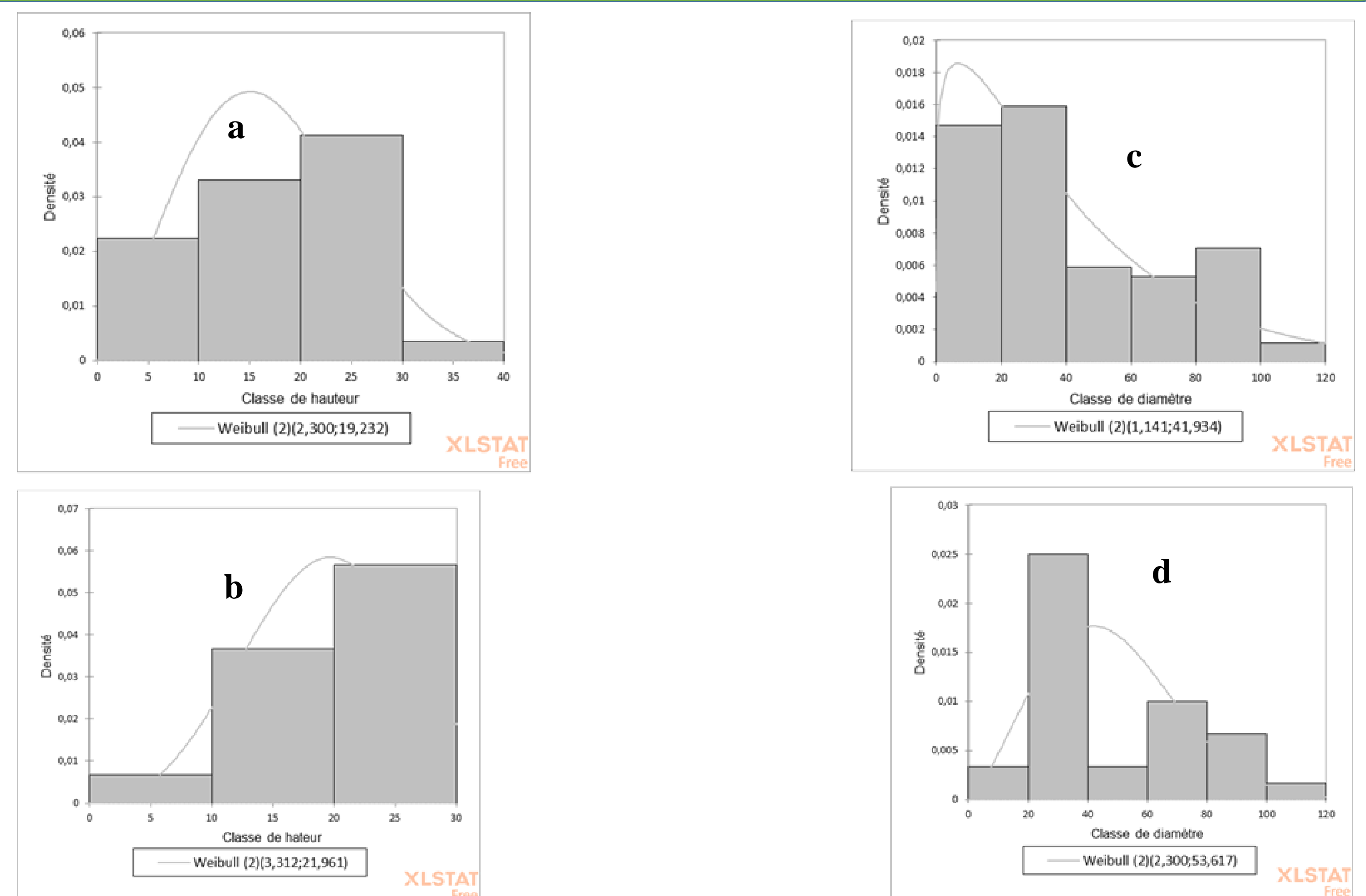


Fig. 3. Cumulative total height and diameter structure of the three species: PNDD (a & c); NPF (b & d)

**Conclusion** The regeneration rates of *E. cylindricum*, *M. altissima* and *T. scleroxylon* were respectively 0.42%, 86.83% and 12.75% for the seedling stage, compared with 3.71%, 84.80% and 11.49% for the intermediate stage. Given the vulnerability of the ecosystems, improving the living conditions of the populations around the Lom-Pangar dam would limit the stresses that increase pressure on these three vulnerable species. This could be achieved through initiatives such as the 'Development of Community Alternatives to Illegal Logging (DACEFI)' projects already being carried out in central Africa.

**Acknowledgements:** This work contributed to the writing of a Ph.D. thesis which was supported by the American Idea Wild Small Grants Foundation and the Biotope Network.

