



Revue Scientifique et Technique

ISSN 2409-1693

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Octobre 2018

Volume 11





# Commission des Forêts d'Afrique Centrale

Une dimension régionale pour la conservation et la gestion durable des écosystèmes forestiers

## PORTEFEUILLE DES PROGRAMMES ET PROJETS REGIONAUX DANS LE SECTEUR FORETS-ENVIRONNEMENT SOUS LA COORDINATION DE LA COMIFAC

Le Secrétariat Exécutif de la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) a pour mandat de coordonner la mise en œuvre des activités de la COMIFAC, d'exécuter et faire appliquer les décisions du Conseil des Ministres. En tant qu'organe d'exécution, il est chargé de coordonner, de suivre et d'harmoniser les différentes stratégies et initiatives du secteur forêt-environnement développées dans la sous-région. Dans le cadre de ses missions, le Secrétariat Exécutif dispose actuellement dans son portefeuille d'une quinzaine de projets et programmes sous-régionaux mis en œuvre sous sa coordination/supervision. Au cours de l'année écoulée, de nombreuses réalisations effectuées par ces initiatives dans le cadre de la mise en œuvre du Plan de convergence sous-régional ont permis ainsi aux pays d'Afrique Centrale de bénéficier des appuis des partenaires dans divers domaines (assistance technique, fourniture d'équipements et d'infrastructures, formation et renforcement de capacités, plaidoyer, etc.). Il s'agit des initiatives suivantes :



(1) Programme d'appui à la conservation des écosystèmes du bassin du Congo (PACEBCo) : clôturé en juin 2017 et deuxième phase en cours de préparation ; (2) Programme régional « Gestion durable des forêts dans le bassin du Congo », avec la coopération Allemande. Ce programme regroupe les projets suivants : (a) Projet GIZ d'appui régional à la COMIFAC ; (b) Projet GIZ de mise en œuvre du processus APA (Accès et Partage des Avantages issus de l'exploitation des ressources génétiques) ; (c) Projet GIZ d'appui au Complexe Binational BSB Yamoussa ; (d) Programme de Promotion de l'exploitation certifiée des forêts d'Afrique Centrale (PPECF), KFW ; (e) Projet Fondation de la Trinationale de la Sangha (FTNS) « appui institutionnel à la gestion durable des forêts volet Congo, RCA, KFW ; (3) Projet de renforcement des capacités institutionnelles en matière de REDD+ pour la gestion durable des forêts du Bassin du Congo (PREREDD+), FEM/Banque Mondiale ; (4) Projet Renforcement et Institutionnalisation de l'Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale (RIOFAC), Union Européenne ECOFAC VI ; (5) Projet- Mécanismes de financement durable du système des aires protégées dans le bassin du Congo, FEM/PNUD ; (6) Projet « Promotion de la Conservation et de l'Utilisation Durable de la Biodiversité et des Mesures contre le Changement Climatique dans les Pays de la COMIFAC » JICA/Coopération Japonaise ; (7) Projet d'appui à l'élaboration des Directives de suivi des Objectifs de Développement Durable (ODD) relatifs aux Forêts, FAO ; (8) Projet « Ratification et mise en œuvre du Protocole de Nagoya sur l'APA » FEM/ONU Environnement ; (9) Projet Africa TWIX, Traffic ; (10) Projet DYNAFFOR « Résultats scientifiques et choix politiques pour une gestion forestière durable » / Projet P3FAC « Partenariat Public Privé pour gérer durablement les Forêts d'Afrique Centrale », FFEM/ATIBT.

En plus de ces projets et projets en cours de mise en œuvre et qui bénéficient aux pays membres, d'autres projets sont en cours de préparation et de négociation avec les partenaires. Il s'agit spécifiquement de : (a) Phase 2 du programme PACEBCo ; (b) Phase 2 du projet REDD+ et autres initiatives sur l'adaptation et l'atténuation ; (c) Phase 2 du projet PEFGRN ; (d) Phase 2 du programme GIZ d'appui à la COMIFAC ; (e) Projet de préparation READINESS-FVC (RCA) ; (f) Projet d'Adaptation dans le secteur forestier.

**Secrétariat Exécutif** Tél: +237 222 13 511 - Fax: +237 222 13 512

BP 20818 Yaoundé Cameroun / e-mail : [comifac@comifac.org](mailto:comifac@comifac.org) / Site web: [www.comifac.org](http://www.comifac.org)



### EQUIPE DE REDACTION

#### Rédacteur en Chef

KACHAKA SUDI KAIKO Claude

#### Chargé de la Publication

NGUEREGAYE Regis Aristide

#### Directeur de Publication et Rédacteur Adjoint des Volets Scientifique et Technique

FOUDJET Amos Erick

#### Secrétaire de Rédaction

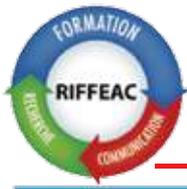
NKWINKWA Désirée

#### Maquettiste

FOTSO TALOM Serges Eric

Site web : [www.riffeac.org](http://www.riffeac.org) - [www.revue.riffeac.org](http://www.revue.riffeac.org) / B.P.: 2035 Yaoundé - Cameroun / Tél. : +237 222 20 80 65 / e-mail : [infos@riffeac.org](mailto:infos@riffeac.org)

Cette Revue est éditée et produite par le RIFFEAC dans le cadre du Projet PEFGRN-BC Avec l'Appui financier du Fonds pour les Forêts du Bassin du Congo (FFBC) administré par la Banque Africaine de Développement (BAD)



## EDITORIAL

Le RIFFEAC (Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale) est le partenaire technique de la COMIFAC en matière de Formation Forestière et Environnementale. Il a été créé à Libreville le 5 octobre 2001 avec les 8 institutions membres fondatrices suivantes: la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang, l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF) de Mbalmayo, l'Ecole de Formation pour les Spécialistes de la Faune (EFG) de Garoua, l'Ecole Nationale des eaux et forêts (ENEF) du Cap Estérias, l'Institut de Développement Rural de l'Université Marien Ngouabi de Brazzaville (IDR devenue ENSAF), l'Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR) de Mbaïki, l'Ecole Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT) de Kinshasa, l'Institut Supérieur d'Agriculture (ISA) de Gitega. Il compte aujourd'hui 22 Institutions et se positionne comme le 1<sup>er</sup> Réseau du Bassin du Congo dont l'objectif est : La Formation, la Recherche et la Communication.



**Pr Antoine David MVONDO ZE**

Président du Conseil d'Administration du  
RIFFEAC

### **Le bilan de sa notoriété est élogieux en termes de projets déjà conduits :**

#### *1- Projet GIZ/RIFFEAC*

- Projet «Etablissement et renforcement des capacités pour l'exploitation durable des ressources forestières du Bassin du Congo»
- International Leadership Training (ILT)

#### *2- Projet FFBC/RIFFEAC*

- Programme Elargi de Formation en Gestion des Ressources Naturelles dans le Bassin du Congo (PEFOGRN-BC)

#### *3- Projet OIBT/RIFFEAC*

- Renforcement des capacités des membres du RIFFEAC pour la Formation en Gestion Durable des concessions forestières (PD 456/07 Rév.4(F))

#### *4- PARAFE/RIFFEAC*

- Projet d'Appui au Renforcement de l'Adéquation Formations-Emplois dans le secteur de la Forêt d'Afrique Centrale (PARAFE), financé par l'AFD.

## **Editorial**

---

Le RIFFEAC est fier d'avoir comme vitrine de synthèse de tous les Résultats de Recherche qu'il obtient, la Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo, qui est une Revue semestrielle Internationale qui paraît sans interruption depuis octobre 2013 en avril et en octobre. Le RIFFEAC est à son 11<sup>ième</sup> volume et ne compte pas s'arrêter en si bon chemin.

### **En termes d'audiences continentale et mondiale**

La Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo est dotée d'un Comité Scientifique et Technique et d'un Comité de Lecture composés de très grands Experts thématiques mondiaux dans chacun des 20 thèmes proposés. Les travaux publiés sont soit en langue française ou en langue anglaise. Cette Jeune revue dispose de l'ISSN (International Standard Serial Number) 2409-1693 pour la version imprimée et 2412-3005 pour la version électronique ; elle est disponible en accès libre sur son site web à l'adresse [www.revue.riffeac.org](http://www.revue.riffeac.org) et aussi sur plusieurs plateformes tels que Zenodo, Mediaterrre, PFBC, la bibliothèque de l'UCAC, et est gratuitement distribuée dans les différentes institutions membres.

J'exhorte les 22 institutions membres du RIFFEAC à nourrir cette Revue de manière soutenue, en faisant parvenir au Comité de Rédaction, des articles issus des différents Projets de Recherche qui sont mis en œuvre au sein du Réseau, des synthèses de Thèses de Doctorat et de Master Recherche, des Notes Techniques ainsi que des Rapports d'Etapes, preuves de la virilité de ce Réseau.

**Antoine David MVONDO ZE**

**Président du Conseil d'Administration du RIFFEAC**

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

N°	Noms et Prénoms de l'Expert	Thème Scientifique	Qualification de l'Expert	Institution
1	<i><b>KHASA Damase</b></i>	(1) - Agroforesterie	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA <b>e-mail : Damase.khasa@sbf.ulaval.ca</b>
2	<i><b>RIERA Bernard</b></i>	(2) - Agro-écologie	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
3	<i><b>NZALA Donatien</b></i>	(3) - Aménagement forestier	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO <b>e-mail nzaladon@yahoo.fr</b>
4	<i><b>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</b></i>	(4) - Biologie de la conservation	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD <b>e-mail : mbailaoj@yahoo.fr</b>
5	<i><b>WABOLOU François</b></i>	(5) - Biotechnologie forestière	Maitre assistant des Universités	Institut Supérieur de Développement Rural, RCA <b>e-mail : wabolouf@yahoo.fr</b>
6	<i><b>NDIAYE SALIOU</b></i>	(6) - Changement climatique	Professeur des Universités ANAFE RAFT-Sahel Chair	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) / Université de Thiès, SENEGAL <b>e-mail : drsaliou@gmail.com</b>
7	<i><b>BOBDA Athanase</b></i>	(7) - Droit forestier	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE <b>e-mail :bopda20001@yahoo.com</b>
8	<i><b>POSSO Paul Darius</b></i>	(8) - Ecologie forestière	Professeur Titulaire	Ecole Nationale des Eaux et Forêts Cap-Estérias, GABON <b>e-mail : possopauldarius@yahoo.fr</b>
9	<i><b>BOUKOULOU Henri</b></i>	(9) - Economie forestière	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO <b>e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr</b>
10	<i><b>NANCY Gélinas</b></i>	(10) - Economie environnementale	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA <b>e-mail :Nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca</b>
11	<i><b>RIERA Bernard</b></i>	(11) - Foresterie communautaire	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
12	<i><b>TCHOUNDJEU Zacharie</b></i>	(12) - Génétique et génomique forestières	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN <b>e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org</b>

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

N°	Noms et Prénoms de l'Expert	Thème Scientifique	Qualification de l'Expert	Institution
13	<i>MITIVITI PALUKU Gilbert</i>	(13) - Hydrologie forestière	Docteur en Sciences agronomiques	Université Catholique du Graben, RD CONGO <b>e-mail : malkakuva@gmail.com</b>
14	<i>ITOUA-APOYOLO Chantal Maryse</i>	(14) - Pathologie et entomologie forestières	Maître Assistant des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, CONGO <b>e-mail : chapoyolo@yahoo.fr</b>
15	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	(15) - Pédologie et fertilité des sols tropicaux	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques Université de Kinshasa RD CONGO <b>e-mail : marbitijula@gmail.com</b>
16	<i>GOURDON Paul Rémy</i>	(16) - Modélisation des phénomènes environnementaux	Professeur des Universités	Université de Lyon, FRANCE <b>e-mail : remy.gourdon@insa-lyon.fr</b>
17	<i>FOUDJET Amos</i>	(17) - Science et technologie du bois	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang CAMEROUN. <b>e-mail : efoudjet@yahoo.fr</b>
18	<i>NZALA Donatien</i>	(18) - Sylviculture	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO <b>e-mail nzaladon@yahoo.fr</b>
19	<i>TCHAMBA NGANKAM Martin</i>	(19) - Faune et aires protégées	Maître de Conférences	Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : mtchamba@yahoo.fr</b>
20	<i>LALÉYE Philippe</i>	(20) - Pisciculture et pêche	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Abomey-Calavi, BENIN. <b>e-mail : laleyphilippe@gmail.com</b>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
1	<i>ASSAKO ASSAKO Réné Joly</i>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : rjassako@yahoo.fr</b>
2	<i>AVANA TIENCHEU Marie Louise</i>	Maître Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN. <b>e-mail : avanatic@yahoo.fr</b>
3	<i>AZIZ LAGHDIR</i>	Professeur Associé, Université Laval	SEREX (Service de Recherche et d'Expertise en Transformation des Produits Forestiers) QUEBEC <b>e-mail : aziz.laghdir@serex.qc.ca</b>
4	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques / Université de Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : marbitijula@gmail.com</b>
5	<i>BOBDA Athanase</i>	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE <b>e-mail : bopda20001@yahoo.com</b>
6	<i>BOUKOULOU Henri</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie, Université Marien Nguabi Brazzaville, CONGO <b>e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr</b>
7	<i>DAN LANSSANA KOUROUMA</i>	Enseignant / Chercheur au Centre d'Etude et de Recherche en Environnement de l'Université de Conakry ; Professeur associé à l'Université de Québec à Montréal	Université de Conakry, GUINÉE <b>e-mail : dan_lansana@yahoo.fr</b>
8	<i>DJEUGAP FOVO Joseph</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté Agronomique des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : joseph.djeugap@univ-dschang.org</b>
9	<i>DOSSOU Odile</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : viliho2004@yahoo.fr</b>
10	<i>FOUDJET Amos</i>	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang CAMEROUN. <b>e-mail : efoudjet@yahoo.fr</b>
11	<i>GIBIGAYE Mohamed</i>	Maître de Conférences des Universités (CAMES) , Expert en Génie Civil près les Tribunaux du Bénin	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : gibigaye_mohamed@yahoo.fr</b>
12	<i>GOURDON Paul Rémy</i>	Professeur des Universités	Institut National des Sciences Appliquées Université de Lyon 1, FRANCE <b>e-mail : Remy.Gourdon@insa-lyon.fr</b>
13	<i>HOUINATO Marcel Romuald Benjamin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : mrhouinat@yahoo.fr</b>
14	<i>KHASA Damase</i>	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA <b>e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca</b>
15	<i>IBRAHIM SAMBO Soulemane</i>	Maître Assistant des Universités	Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Université Omar Bongo, GABON <b>e-mail : si.sambo@riffecac.org</b>

## COMITE DE LECTURE

16	<b>IKOGOU Samuel</b>	Maître Assistant des Universités	Ecole Polytechnique de Masuku, Université des Sciences et Technique de Masuku, GABON <b>e-mail : ikogousamuel@yahoo.fr</b>
17	<b>IYONGO WAYA Mongo Leon</b>	Professeur Associé, Ingénieur Biologiste	Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables (GRNR), Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, RD CONGO <b>e-mail : iyongoleon@yahoo.fr</b>
18	<b>MANFOUMBI BOUSSOUGOU Nicaise</b>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique de Masuku / Université des Sciences et Techniques de Masuku, GABON <b>e-mail : nicaise_manfoumbi@hotmail.com</b>
19	<b>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</b>	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD <b>e-mail : mbailaoj@yahoo.fr</b>
20	<b>MBADU ZEBE Victorine</b>	Professeur	Institut Supérieur des Techniques Médicales, (ISTM), Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : mbaduzebe@yahoo.fr</b>
21	<b>MERIE FOURNIER</b>	HDR ; Ingénieur de l'Ecole Polytechnique de Palaiseau X-ENGREF ; Ingénieur en Chef des Ponts, des Eaux et des Forêts	AgroParisTech, Centre de Nancy, FRANCE <b>e-mail : meriem.fournier@agroparistech.fr</b>
22	<b>MOUGOUE Benoit</b>	Maitre de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. <b>e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr</b>
23	<b>MOUTOU PITTI Rostand</b>	HDR ; Professeur des Universités	Polytech Clermont Ferrand - Institut Pascal (UCA-CNRS-SIGMA), Université Clermont Auvergne, FRANCE <b>e-mail : rostand.moutoupitti@uca.fr</b>
24	<b>MOUTSAMBOTE Jean-Marie</b>	Maître de Conférences (CAMES)	Unité Ecologie-Phytosociologie de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, CONGO <b>e-mail : moutsambotej@gmail.com</b>
25	<b>NASSI Karl Martial</b>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts de l'Université Nationale d'Agriculture de Kétou, BENIN <b>e-mail : martial2006@yahoo.fr</b>
26	<b>NDIAYE Saliou</b>	Professeur des Universités ANAFE RAFT-Sahel Chair	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, SENEGAL <b>e-mail : drsaliou@gmail.com</b>
27	<b>NGNIKAM Emmanuel</b>	Maître Assistant des Universités Docteur en Sciences et Techniques des déchets de l'INSA de Lyon en France	Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, Département de Génie Civil et Urbain, Université de Yaoundé 1, Yaoundé CAMEROUN <b>e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr</b>
28	<b>NKOUATHIO David Guimolaire</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences, Université de Dschang, CAMEROUN. <b>e-mail : nkouathio@yahoo.fr</b>
29	<b>NSHIMBA SEYA WAMALALE Hippolyte</b>	Professeur des Universités	Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables Université de Kisangani, RD CONGO <b>e-mail : hippolyteseya@yahoo.fr</b>

## COMITE DE LECTURE

30	<b><i>NZALA Donatien</i></b>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien Nguoubi Brazzaville, CONGO <b>e-mail : nzaladon@yahoo.fr</b>
31	<b><i>OLOUKOI Joseph</i></b>	Maître Assistant (CAMES)	African Regional Institute for Geospatial Information Science and Technology, NIGERIA <b>e-mail : chabijos@yahoo.fr</b>
32	<b><i>OUELLET LAPOINTE Ugo</i></b>	Maîtrise en Ecologie Forestière	Cadre Autonome en relations faune et habitats forestiers aménagés, Laval, CANADA <b>e-mail : lapointe.u@gmail.com</b>
33	<b><i>PALUKU MUTIVITI Gilbert</i></b>	Maître Assistant des Universités	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique du Graben, RD CONGO <b>e-mail : malkakuva@gmail.com</b>
34	<b><i>RIERA Bernard</i></b>	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
35	<b><i>SONKE Bonaventure</i></b>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure, Université de Yaounde I, CAMEROUN <b>e-mail : bsonke_1999@yahoo.com</b>
36	<b><i>TALLA Pierre Kisito</i></b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tpierrekisito@yahoo.com</b>
37	<b><i>TCHATAT Mathurin</i></b>	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN. <b>e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr</b>
38	<b><i>TCHEBAYOU Sébastien</i></b>	Master of Science in Natural Resource Management ; Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses. Coordonnateur FODER	ONG Forêts et Développement Rural CAMEROUN. <b>e-mail : setchebayou@yahoo.fr</b>
39	<b><i>TCHEHOUALI DEFODJI Adolphe</i></b>	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : tchehoua@yahoo.fr</b>
40	<b><i>TCHINDJANG Mesmin</i></b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé 1, CAMEROUN <b>e-mail : mtchind@yahoo.fr</b>
41	<b><i>TCHOUNDJEU Zacharie</i></b>	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN <b>e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org</b>
42	<b><i>TSAGUE Louis</i></b>	Maître Assistant des Universités Membre du Conseil Scientifique et Technique du RAPAC	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tsaguel@yahoo.fr</b>
43	<b><i>TUMWESIGYE Wycliffe</i></b>	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA <b>e-mail : wtum2012@gmail.com</b>
44	<b><i>ZAPFACK Louis</i></b>	Maître de Conférences des Universités	Faculty of Science, Department of Plant Biology, University of Yaounde I, CAMEROUN <b>e-mail : lzapfack@yahoo.fr</b>

## SOMMAIRE

<b>EDITORIAL</b>	<b>PP. 3-4</b>	<i>Rôle des habitats aménagés sur la petite faune et l'avifaune : cas du groupement Bafou sur le versant méridional des monts Bamboutos</i>	<b>PP. 89-99</b>
<b>COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</b>	<b>PP. 5-6</b>		
<b>COMITÉ DE LECTURE</b>	<b>PP. 7-9</b>	<i>Etude comparative de la rentabilité financière de deux variétés de cacaoyers dans la Lékié (Région du Centre au Cameroun)</i>	<b>PP. 100-109</b>
<b>ARTICLES SCIENTIFIQUES</b>			
<i>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</i>	<b>PP. 11-25</b>	<b>SYNTHÈSES DE THÈSES ET MÉMOIRES</b>	
<i>Régénération naturelle de l'Okan (<i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms) et facteurs influençant la probabilité d'observation des semis</i>	<b>PP. 26-38</b>	<i>Etude du mécanisme de compensation des atteintes à la biodiversité liées à l'exploitation minière au Cameroun: cas des entreprises titulaires des permis miniers dans le massif forestier Ngoyla-Mintom</i>	<b>PP. 110-111</b>
<i>Influence des pressions parasitaires (<i>Loranthaceae</i>) et anthropiques sur la dynamique des peuplements du karité (<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. C. F.) au Tchad</i>	<b>PP. 39-48</b>	<i>Contribution à l'audit environnemental et social du terminal de pêche du Port Autonome de Douala (PAD) au Cameroun</i>	<b>PP. 112-113</b>
<i>Etude des peuplements ichthyologiques des rivières Yoko et Biaro (Réserve de Yoko, Province Tshopo, R.D. Congo)</i>	<b>PP. 49-65</b>	<i>Enjeux environnementaux et sociaux liés à la gestion de la biomasse dans les plantations agro-industrielles d'HEVECAM à Niété au Cameroun</i>	<b>PP. 114-116</b>
<b>NOTES TECHNIQUES</b>		<b>NOUVELLES</b>	<b>PP. 118-121</b>
<i>Pratiques et enjeux de l'agroforesterie dans la zone de contact forêt-savane : le cas d'Obala dans la Région du Centre au Cameroun</i>	<b>PP. 66-78</b>	<b>SUGGESTIONS DE LECTURE</b>	<b>PP. 122-125</b>
<i>Potentiel floristique et utilisation traditionnelle des plantes antidiabétiques chez les femmes enceintes dans la commune de Savalou au Bénin</i>	<b>PP. 79-88</b>	<b>DIRECTIVES AUX AUTEURS</b>	<b>PP. 126-130</b>
		<b>AUTHORS GUIDELINES</b>	<b>PP. 131-135</b>



**M. Jules Doret Ndongo**  
Ministre des Forêts et de la Faune  
République du Cameroun

*«L'importance de la forêt n'étant plus à démontrer, sa destruction est un sérieux handicap pour la nature d'où la nécessité d'une mutualisation des ressources et compétences pour un meilleur avenir.»*



## 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

Koubouana F.<sup>1</sup>, Ifo S.A.<sup>2</sup>, Ndzai S.F.<sup>2</sup>, Stoffenne B.<sup>2</sup>, Mondzali-Lénguya R.<sup>2</sup>

(1) ENSAF, Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée, Université Marien N'gouabi, BP 69 Brazzaville, Congo /  
e-mail : koubouanafelix@gmail.com

(2) Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée, Université Marien N'gouabi, Brazzaville, Congo

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1436597>

### Résumé

La République du Congo est située à cheval sur l'équateur, ce qui lui offre une variabilité du substrat géologique et climatique induisant ainsi une diversité biologique importante. Elle est constituée de 69% de forêts et de 31% de savanes. Ces forêts sont par endroit, dégradées du fait de la pression anthropique. Cette étendue forestière qui paraît uniforme serait constituée de plusieurs types forestiers. Ce travail a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la flore de la République du Congo en général et du département de la Likouala en particulier. Il s'agit plus précisément de caractériser les différents faciès forestiers à travers les paramètres floristiques et structuraux des forêts de l'axe Impfondo-Dongou. Pour cela, il a été ouvert un transect entre les villes d'Impfondo et Dongou au Nord-Est du Congo. Des parcelles 50 m x 50 m ont été délimitées à chaque changement physiognomique de la végétation rencontrée. Il a été identifié, dans ces

parcelles toutes les espèces de DHP  $\geq 5$  cm (Diamètre à Hauteur de Poitrine) et mesurer leurs diamètres. Les indices de biodiversité et structuraux ont été calculés pour apprécier la richesse floristique et la structure de chaque faciès forestier. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une classification hiérarchique ont mis en évidence les types forestiers rencontrés. Il a été dénombré au total 110 espèces et 1594 arbres de DHP  $\geq 5$  cm. L'ACP effectuée sur l'ensemble des relevés floristiques a permis de discriminer cinq types de forêts : la forêt primaire sur terre ferme à *Celtis adolphi-friderrihii*, la forêt primaire sur sols hydromorphes à *Lophira alata*, la forêt primaire sur sols hydromorphes à *Guibourtia demeusei*, et les forêts dégradées à *Musanga cecropioides* et à *Macaranga spp.* Les paramètres floristique (nombre d'espèces) et structural (la densité) sont plus élevés dans les forêts dégradées comparées aux primaires.

**Mots clés :** Congo, Likouala, caractéristiques floristiques, caractéristiques structurales

### Abstract

The Republic of Congo straddles the equator, which gives it a variability in the geological and climatic substratum, thus inducing significant biological diversity. It is made up of 69% of forests and 31% of savannas. These forests are in some places degraded by anthropogenic pressure. This forest area appears to be uniform and consists of several forest types. This work aims to contribute to a better knowledge of the flora of the Republic of Congo in general and the Likouala department in particular. It is more precisely a question of characterizing the different forest facies through the floristic and structural parameters of the Impfondo-Dongou axis forests. For this, it was opened a transect between the towns of Impfondo and Dongou in the North-East of Congo. Plots 50 m x 50 m were delineated at each physiognomic change in the vegetation encountered. In these plots, all DBH species

$\geq 5$  cm (Diameter at Breast Height) were identified and their diameters measured. Biodiversity and structural indices were calculated to assess the floristic richness and structure of each forest facies. Principal Component Analysis (PCA) and a hierarchical classification highlighted the forest types encountered. A total of 110 species and 1594 DBH trees  $\geq 5$  cm were counted. The PCA carried out on all the floristic surveys allowed to discriminate five types of forest: the primary forest on *Celtis adolphi-friderrihii* land, the primary forest on hydromorphic soils in *Lophira alata*, the primary forest on hydromorphic soils in *Guibourtia demeusei*, and degraded forests of *Musanga cecropioides* and *Macaranga spp.* Floristic (number of species) and structural parameters (density) are higher in degraded forests compared to primary forests.

**Keywords :** Congo, Likouala, floristic characteristics, structural characteristics

## 1. Introduction

Les forêts tropicales sont définies par leur richesse tant floristique que faunique, leurs structures verticale et horizontale et par des relations symbiotiques complexes entre leurs divers compartiments. Ces différents paramètres écologiques seraient influencés par les facteurs édaphiques et climatiques (Senterre, 2009). De par leurs diversités végétales et leurs structures, elles contribuent à la régulation du climat et à la conservation de la biodiversité tant floristique que faunique (Vieilledent, 2016).

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, 2003).

La structure forestière varie à large échelle avec le climat et la géomorphologie. Les variations de la qualité chimique ou physique des sols et le stade sylvigénétique ajoutent de la variabilité à la

structure des peuplements forestiers à une échelle plus locale (Oldeman, 1989 ; Sabatier, 1997). Aussi, classiquement, les paramètres de la structure forestière sont obtenus par agrégation de mesures dendrométriques individuelles (Hall, 1998).

Les autres paramètres de la structure forestière comme la densité et la surface terrière sont très importants. La densité correspond au nombre d'individus rapporté à l'unité de surface. Les densités varient beaucoup selon les forêts denses tropicales humides : entre 450 et 750 arbres/ha (pour un diamètre minimal de 10 cm), avec une moyenne pantropicale calculée à 522 tiges à l'hectare selon Rollet (1983).

La surface terrière correspond à la somme des sections horizontales des troncs, prises par convention à 1,30 m du sol. Elle peut donc se calculer, pour l'ensemble du peuplement, par espèces ou par groupes d'espèces.

Cette étude a pour objectif général de contribuer à une meilleure connaissance de la flore des forêts primaires et secondaires de la République du Congo en général et de la Likouala en particulier notamment de l'axe Impfondo-Dongou. Plus spécifiquement, il s'agira de : (i) connaître les différentes strates végétales forestières existant entre Impfondo et Dongou ; (ii) préciser les caractères floristiques de chaque strate végétale ; (iii) comparer les paramètres structuraux des forêts secondaires et des forêts primaires.

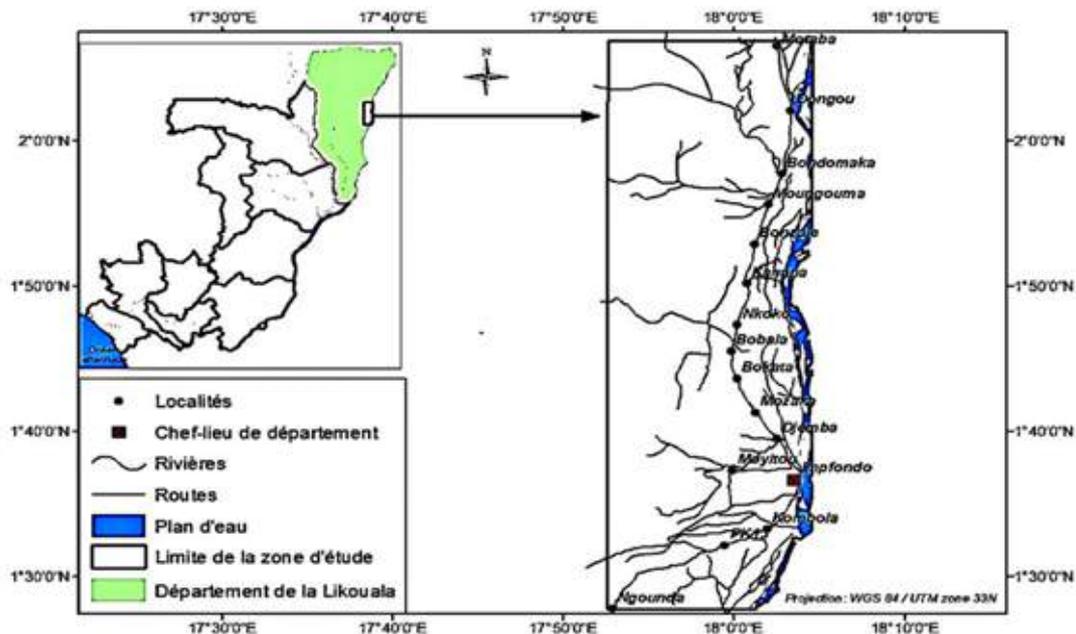


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation du zone d'étude

#### 2.1.1. Situation géographique

La zone d'étude se trouve dans la partie septentrionale de la République du Congo, plus précisément dans le département de la Likouala et couvre une superficie de 155 274 ha. Ce département s'étend sur 230 km d'Est à l'Ouest et de 550 km environ du Nord au Sud, il est limité : au Nord par la République Centrafricaine, au Sud par le Département de la Cuvette Centrale, à l'Est par la République Démocratique du Congo, à l'Ouest par le Département de la Sangha (figure 1).

Le climat qui règne dans le Département s'apparente aux climats équatoriaux et tropicaux humides de type guinéen forestier. La température moyenne dans le Département de la Likouala varie de 25°C à 26°C avec une amplitude de 1 à 2°C, alors que la moyenne des précipitations est de 1600 à 1 800 mm avec une variabilité interannuelle de 10 à 15% (figure 2).

#### 2.1.2. Pédologie

Selon Venetier (1966), on distingue deux (2) types de sol dans le Département de la Likouala :

- Les sols ferrallitiques se subdivisent en trois (3) types à savoir : les sols ferrallitiques typiques de couleur rouge sont là où les précipitations atteignent au moins 1500 mm par an, essentiellement sur les terrains précambriens. Leur pH est acide voisine de 4 ; les sols ferrallitiques lessivés sont des sols sableux, perméables et pauvres. Cette pauvreté est liée à l'infiltration des eaux qui entraînent en profondeur les éléments minéraux ; les sols faiblement ferrallitiques ou sols remaniés sont les sols jaunes présentant de l'humus en surface et des cailloux en profondeur.

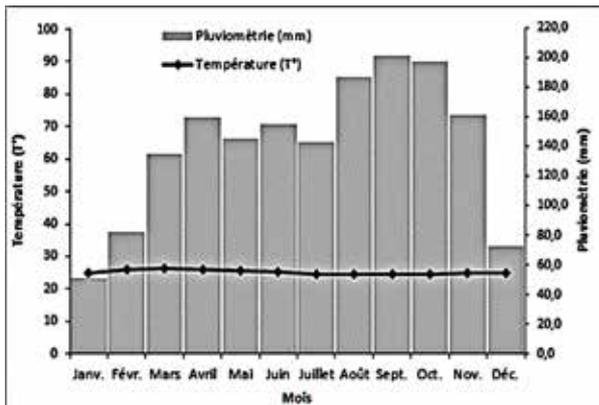


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la Likouala (moyenne de 1932-2015), ANAC Congo (2016)

- Les sols hydromorphes se rencontrent le plus souvent dans les zones où se produit une inondation, soit en surface, soit en profondeur.

#### 2.1.3. Végétation

A l'exception de quelques rares espaces non forestiers, savanes, implantations humaines, cultures et jachères, lits des cours d'eau, sols nus (Nkokolo Nkaya, 2013), l'ensemble du Département de la Likouala est couvert par des forêts appartenant aux forêts denses humides sempervirentes (Venetier, 1966 ; Sita, 1989). La végétation de la Likouala précisément vers Epena, présente un aspect très classique avec une succession en hauteur des diverses essences : l'étage dominant constitué des grands arbres de 40 à 60 m de haut tel que Limba (*Terminalia superba*), Iroko (*Milicia excelsa*), Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), Azobé (*Lophira alata*), etc. La forêt marécageuse règne sur presque toute la Likouala (forêt inondée et forêt inondable) (Venetier, 1966). La zone d'étude montre une variabilité d'écosystèmes forestiers partant de la forêt exondée à la forêt inondée et à la forêt dégradée pour les défrichements agricoles.

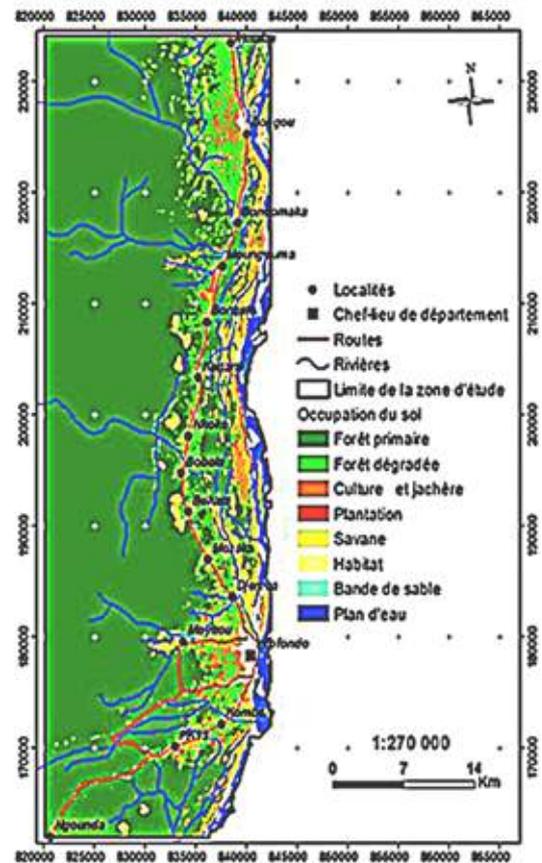


Figure 3 : Différentes strates végétales de la zone d'étude

## 2.2. Méthodologie

### Collecte de données

L'axe Impfondo-Dongou présente une variabilité de strates forestières constituée des forêts marécageuses et des forêts exondées. Ces dernières présentent un état de dégradation plus ou moins avancé autour des petits villages, et des communautés urbaines de Dongou et Impfondo du fait de la pression anthropique notamment des activités agricoles. Le choix des parcelles expérimentales a été fait suivant leur accessibilité et la physionomie du paysage par rapport au type de forêt aussi bien en milieu inondé qu'exondé (figure 3).

L'installation des parcelles a été précédée par la production d'une carte de distribution des forêts dans la zone d'étude. Cette carte d'occupation du sol a été faite à partir de la classification supervisée d'une image Landsat 8 de 2016 de la scène 181-59 réduite à la superficie de la zone d'étude grâce au logiciel de traitement d'images Envi 4.6 et ArcGis 9.3 pour la réalisation des cartes présentées dans cet article.

Le choix des parcelles a été fait suivant leur accessibilité et la physionomie du paysage par rapport au type de forêt aussi bien en milieu inondé qu'exondé (figure 3 et tableau 1). Au total, 15 parcelles ont été installées et inventoriées en suivant la direction Nord-Sud et Est-Ouest, sur l'axe Impfondo-Dongou soit une superficie totale de 35 000 m<sup>2</sup> ou 3,5 ha. Toutes les espèces présentes dans chaque parcelle ont été identifiées en mesurant le DHP de chaque arbre et en comptant le nombre d'arbres par espèces de DHP ≥ 5 cm.

### 2.3. Traitement et analyse des données

#### 2.3. Analyse floristique

##### 2.3.1 Estimation de la fréquence

Selon Rakotomalaza et al. (2003), la fréquence correspond au nombre d'occurrence d'une famille ; genres et espèces dans les parcelles considérées.

Nous avons calculé la Fréquence Relative (FR) qui est de nature floristique, en utilisant la formule suivante :

$$FR = \frac{n_{ef}}{N} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

n<sub>ef</sub> = nombre d'espèces par famille

N = nombre d'espèces total

##### 2.3.2. Analyse en composantes principales

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) effectuée à partir du tableau de contingence à double entrées de présence-absence des espèces sur les relevés, a permis de distinguer les faciès forestiers rencontrés dans la zone d'étude.

##### 2.3.3. Analyse structurale

La structure de la forêt analysée dans ce travail correspond à la répartition des arbres par classes de diamètre. Cette distribution des arbres en classes de diamètre, est souvent appelée "structure totale" par les forestiers ce qui montre son importance pour les gestionnaires des forêts. Elle peut être envisagée à deux niveaux : le peuplement arborescent dans son ensemble ou les populations d'espèces. Les distributions des classes de diamètre apportent donc plusieurs catégories d'informations. Elles reflètent l'état dynamique du peuplement dans son ensemble (rapport jeunes/adultes), les tempéraments des espèces (sciaphiles, héliophiles), les situations particulières (de dynamique, de contrainte) (Pascal, 2003). En plus de la structure, nous avons calculé les paramètres structuraux suivants :

##### Densité absolue

La densité absolue (D) représente le nombre d'individus recensé par unité de surface (ha) (Rakotomalaza et al. 2003). Elle est déterminée par la formule suivante :

$$Densité = \frac{\text{Nombre d'individus recensés}}{\text{Superficie inventoriée}} \quad (\text{Eq. 2})$$

##### Densité Relative (DR)

Les forêts sont généralement caractérisées par la dominance d'une espèce ou d'un groupe d'espèces appartenant à une famille. C'est ainsi qu'on distingue la dominance spécifique DRe et la dominance d'une famille (DRf).

$$DRe = \frac{n_{ie}}{N} \times 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

$$DRf = \frac{n_{if}}{N} \times 100 \quad (\text{Eq. 4}) \quad \text{avec}$$

**Tableau 1 : Nombre de parcelles et superficie inventoriée dans chaque type forestier**

Type forestier	Nombre de parcelles	Surface unitaire (en ha)	Superficie totale (en ha)
Forêt dégradée	4	0,25	1,0
Forêt primaires	10	0,25	2,5
Total	14		3,5

nie = nombre d'individus de l'espèce considérée  
 nif = nombre d'individus de la famille considérée  
 N = nombre total d'individus du relevé

FR = Fréquence Relative  
 DR = Densité Relative et  
 DoR = Dominance Relative

**La surface terrière**

La surface terrière d'un peuplement, correspond à la surface de toutes les sections transversales des troncs, à 1,30 m de hauteur, des arbres présents sur un hectare de forêt. Elle s'exprime en m<sup>2</sup>/ha. Elle est un excellent indicateur de la richesse pondérale du peuplement.

Cette grandeur dépend à la fois de la grosseur et du nombre d'arbres et est corrélée au couvert des arbres, ce qui permet de quantifier le degré de compétition au sein du peuplement, et les conditions d'éclairement du sol (CRPF et FOGFOR, 2011).

La surface terrière d'un arbre est  $g = \frac{\pi}{4} d^2$  (Eq. 5)

où d est le diamètre de l'arbre. La surface terrière d'une espèce correspond à la somme des surfaces terrières de tous les arbres de cette espèce.

La surface terrière totale c'est-à-dire la surface terrière du peuplement (G) correspond à la somme des surfaces terrières de tous les individus présents sur la surface inventoriée. Elle se calcule à partir de la formule suivante :

$$G = \sum \frac{\pi}{4} d^2 \quad (\text{Eq. 6})$$

Elle s'exprime en m<sup>2</sup> par ha

**Importance relative des taxons**

Elle se calcule par la sommation de la densité relative, de la dominance relative et de la fréquence relative pour une espèce. Pour exprimer l'importance relative d'une famille, on somme sa densité, sa dominance et sa diversité relatives (Gillet et al., 2003). Notons que la densité, la dominance, la fréquence et la diversité relatives sont comprises chacune entre 0 et 100 alors que l'importance relative est comprise entre 0 et 300. L'Indice d'importance relative des espèces ou en anglais Importance Value Index (IVI) effectue une pondération des valeurs de la diversité par des termes relatifs à la densité relative, à la dominance relative et à la fréquence relative des relevés dans lesquels l'espèce est présente (Curtis et McIntosh, 1950). Elle se calcule par la formule suivante :

$$IVI = FR + DR + DoR \quad (\text{Eq. 7})$$

Avec : IVI : Indice de Valeur d'Importance ;

Cet indice a l'avantage de combiner les aspects floristiques et les aspects structuraux pour bien mettre en valeur l'importance de chaque taxon dans l'écosystème forestier étudié.

En plus de ces paramètres d'analyse de la structure forestière, il a été établi pour chaque strate forestière les histogrammes de répartition des effectifs d'arbres en fonction des classes de diamètre.

**Distribution des classes de diamètre**

L'analyse de la structure des diverses forêts étudiées a été faite non seulement à partir de la densité des arbres par forêt étudiée, mais aussi à partir de la répartition des effectifs d'arbres de DHP ≥ 5 cm.

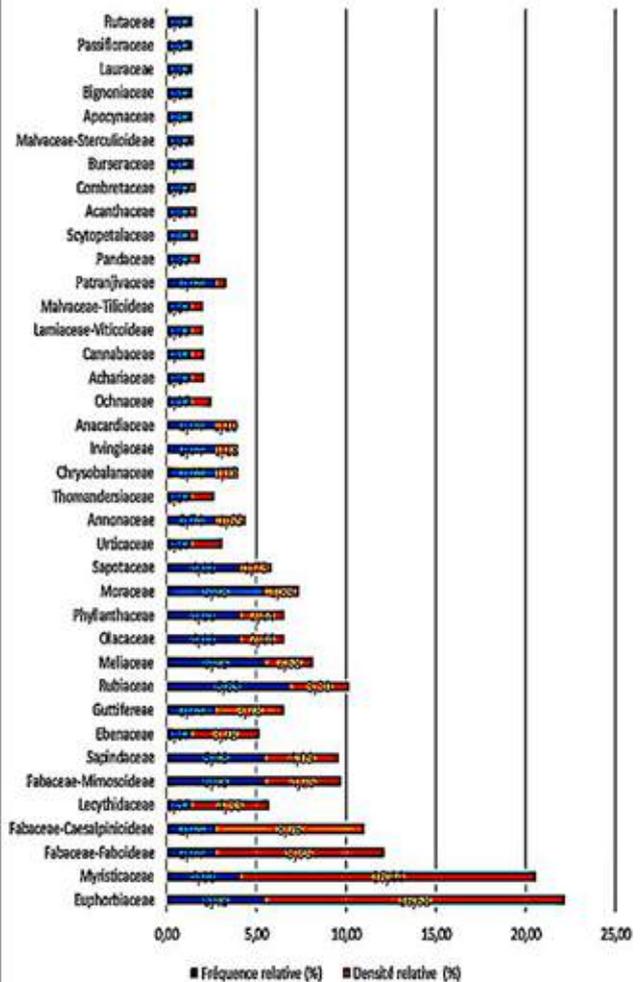


Figure 4 : Fréquence et densité relatives des familles dans les forêts étudiées

### 3. Résultats

#### 3.1. Composition floristique

L'inventaire floristique effectué le long du transect Impfondo-Dongou en passant par le village Bondzalé a permis de dénombrer 1594 arbres de DHP  $\geq 5$  cm répartis en 110 espèces dans 38 familles et 83 genres. La figure 4 montre qu'en terme de fréquence relative des familles recensées dans les forêts étudiées, la famille des Rubiaceae (6,85%) est la plus représentées suivies de celles des Euphorbiaceae, des Fabaceae-Faboideae, des Sapindaceae, des Meliaceae, des Moraceae avec 5,58% chacune puis celles des Olacaceae, des Myristicaceae et des Phyllanthaceae avec chacune 4,11%. Les autres familles sont représentées à la hauteur de 2,74% et 1,37%. En considérant la densité relative c'est-à-dire le nombre d'individus comptés par espèce dans chaque famille, ce sont les Euphorbiaceae (16,68%) qui sont les plus représentées suivies des Myristicaceae (16,44%), des Fabaceae-Faboideae (9,36%), des Fabaceae-Caesalpinioideae (8,26%), des Lecythidaceae (4,33%), des Fabaceae-Mimosoideae (4,25%) et des Sapindaceae (4,09%). Ces deux paramètres expriment l'aspect qualitatif des forêts étudiées et présentent leur composition floristique majeure sans exprimer le

recouvrement des espèces composant les familles. En combinant ces deux premiers paramètres c'est-à-dire la fréquence et la densité relatives à la surface terrière (figure 5), ce sont les Fabaceae-Caesalpinioideae (28,65%) qui sont les plus représentées suivies des Euphorbiaceae (25,89%), des Myristicaceae (25,67%), des Fabaceae-Mimosoideae (21,17%), des Fabaceae-Faboideae (17,90%), des Urticaceae (14,12%), des Rubiaceae (13,67%) ; des Moraceae (12,17%), des Sapindaceae (10,37%), des Olacaceae (10,20%) et des Clusiaceae (9,83%). les valeurs d'Indice de Valeur d'Importance des vingt premières espèces sont présentés dans le tableau 2.

La famille des Fabaceae-Caesalpinioideae (28,65%) sont représentées par *Guibourtia demeusei* (15,14 %) et *Dialium pachyphyllum* (8,87%), les Euphorbiaceae (25,89%) par *Macaranga schweinfurthii* (7,47%), *Plagiostyles africana* (5,14%) et *Cleistanthus itsogohensis* (4,56%), les Myristicaceae (25,63%) par *Staudtia kamerunensis var gabunensis* Fouilly. (9,76%) et *Ceolocaryon preussii* (7,24%), les Fabaceae-Mimosoideae (21,17%) par *Pentaclethra macrophylla* (10,68%), ont les valeurs d'Indice de Valeur d'Importance les plus élevées suivies des Fabaceae-

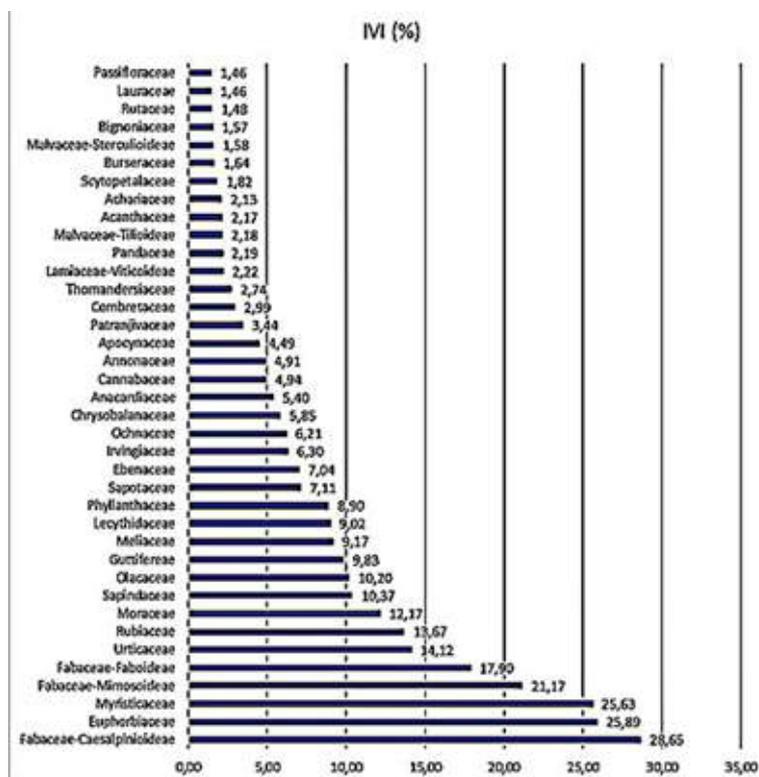


Figure 5 : Indice de valeur d'importance des familles

Faboideae (17,90%) représentées par *Angylocalyx pynaertii* (13,31%), les Urticaceae (14,12%) par *Musanga cecropioides* (24,62%), les Olacaceae (10,20%) par *Strombosia grandifolia* (5,61%) et *Strombosia pustulata* (4,56%).

### 3.2. Types de végétation

Les indices de valeurs d'importance calculés au niveau des familles et des espèces recensées à partir des relevés effectués dans la forêt de l'axe Dongou-Impfondo montrent une variabilité des faciès forestiers. A partir d'un tableau à double entrée en mettant les espèces en ligne et les variables représentées par les relevés floristiques effectués le long du transect Impfondo-Dongou, en colonne, nous avons effectué une analyse en composantes principales qui a donné les résultats suivants (figure 6).

La figure 6 montre que le plan principal de l'ACP explique à 65,2% la répartition des espèces dans les

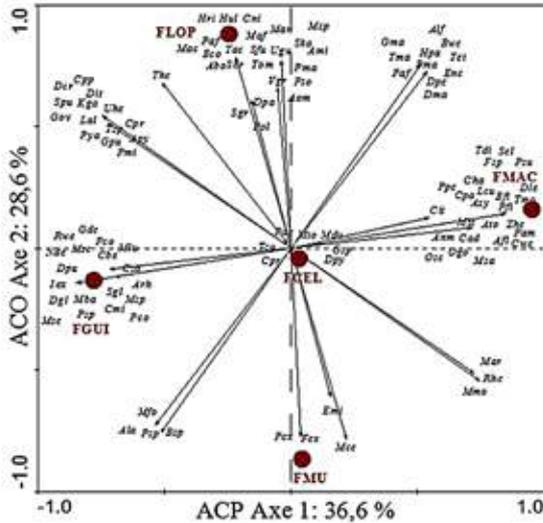
différents relevés effectués. Il apparaît dans ce plan principal deux groupes de relevés le long de l'axe 1 de l'analyse en composantes principales. Le premier groupe constitué des relevés effectués dans la forêt à *Guibourtia demeusei* (Harms) Léon (FGUI) et dans la forêt à *Lophira alata* ex C. F. Gaertn. (FLOP) est disposé du côté négatif de l'axe 1 et le second groupe est constitué des relevés effectués dans la forêt à *Celtis adolfi-friderici* Engl. (FCEL), la forêt à *Musanga cecropioides* R. Br (FMU) et la forêt à *Macaranga spp* (FMAC). En effet, le premier groupe est constitué des forêts « primaires » ou moins perturbées par les activités anthropiques ; tandis que le second représente les forêts secondaires. Il apparaît un gradient de perturbation de la forêt allant du côté négatif vers le côté positif de l'axe 1. La forêt primaire ou très peu perturbée est la forêt inondée à *Guibourtia demeusei* (Harms) Léon (FGUI) qui est caractérisée par les espèces suivantes : *Cleistanthus mildbraedii* (Cmi),

**Tableau 2 : Valeurs d'Indice de Valeur d'Importance pour les vingt premières espèces**

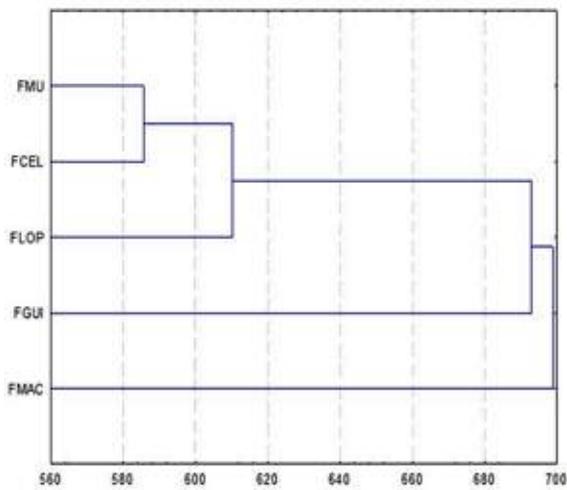
N°	Espèces	Familles	FR (%)	Densité /ha	DR(%)	ST / ha	DoR (%)	IVI (%)
1	<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.ex Tedlie	Urticaceae	0,91	222	13,93	9,21	9,78	24,62
2	<i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) Léon	Fabaceae-Ceasalpinioideae	0,91	54	3,39	10,21	10,84	15,14
3	<i>Angylocalyx pynaertii</i> De Wild	Fabaceae-Faboideae	0,91	112	7,03	5,06	5,38	13,31
4	<i>Pentacletra macrophylla</i> Benth.	Fabaceae-Mimosoideae	0,91	29	1,82	7,49	7,95	10,68
5	<i>Staudtia kamerounensis</i> Warb. Var. <i>gabunensis</i> Fougilloy	Myristicaceae	0,91	117	7,34	1,42	1,51	9,76
6	<i>Dialum pachyphyllum</i> Harms	Fabaceae-Ceasalpinioideae	0,91	50	3,14	4,54	4,82	8,87
7	<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	Lecythidaceae	0,91	58	3,64	2,79	2,96	7,51
8	<i>Macaranga schwinfurthii</i> Pax	Euphorbiaceae	0,91	88	5,52	0,97	1,04	7,47
9	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	Myristicaceae	0,91	66	4,14	2,06	2,19	7,24
10	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Chrysobalanaceae	0,91	16	1,00	4,43	4,71	6,62
11	<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f.	Olacaceae	0,91	31	1,94	2,60	2,76	5,61
12	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	Myristicaceae	0,91	43	2,70	1,61	1,72	5,32
13	<i>Plagiostyles africana</i> (Müll. Arg.) Prain	Euphorbiaceae	0,91	50	3,14	1,03	1,09	5,14
14	<i>Lophira alata</i> Banks ex C. F. Gaertn.	Ochnaceae	0,91	13	0,82	3,08	3,27	5,00
15	<i>Cleistanthus itsoghensis</i> Pellegr.	Euphorbiaceae	0,91	37	2,32	1,27	1,35	4,58
16	<i>Strombosia pustulata</i> Oliv.	Olacaceae	0,91	17	1,07	2,43	2,58	4,56
17	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	0,91	4	0,25	3,05	3,23	4,39
18	<i>Uapaca guineensis</i> Mull. Arg	Phyllanthaceae	0,91	18	1,13	2,06	2,18	4,22
19	<i>Celtis adolfi-friderici</i> Engl.	Cannabaceae	0,91	12	0,75	2,40	2,55	4,21
20	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	0,91	1	0,06	2,54	2,70	3,67
	<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>1594</b>	<b>100</b>	<b>94,15</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Tableau 3 : Distances euclidiennes entre les relevés**

	FMU	FMAC	FCEL	FLOP	FGUI
FMU	0	747	586	773	714
FMAC	747	0	699	778	868
FCEL	586	699	0	610	693
FLOP	773	778	610	0	707
FGUI	714	868	693	707	0



**Figure 6 : Résultats de l'ACP effectuée sur la base de présence-absence des espèces dans les relevés**



**Figure 7 : Dendrogramme de classification hiérarchique des relevés forestiers**

*Chrysophyllum beguei* (Cbe), *Coelocaryon botroides* (Cbo), *Angylocalyx pynaertii* (Apy), *Symphonia globulifera* (Sgl), *Newtonia devredii* (Nde), *Copaifera salikunda* (Csa) etc. Ensuite arrive la forêt à *Lophira alata Banks ex Gaertn* (FLOP) qui est représentée par les espèces *Alstonia boonei* (Abo), *Brazzeia congensis* (Bco), *Cola nitida* (Cni), *Swartzia fistuloides* (Sfi), *Synsepalum brevipes* (Sbr), *Plagiostyles africana*, etc. Par contre, la forêt à *Celtis adolfi-friderici* Engl. (FCEL) située en position centrale sur l'axe 1 est la forêt généralement défrichée dans la zone pour les besoins de travaux champêtres. Les deux autres forêts c'est-à-dire la forêt à *Musanga cecropioides* R. Br. et la forêt à *Macaranga spp* sont des étapes représentant des âges différents de la dynamique de reconstitution de la forêt à *Celtis adolfi-friderici* Engl.

Sur l'axe 2 du plan principal, on distingue aussi deux groupes de forêts. Le premier groupe est constitué de la forêt à *Lophira alata Banks ex Gaertn.* et de la forêt à *Macaranga spp*. Ce premier groupe représente des forêts inondées à quelques exceptions près pour la forêt à *Macaranga spp*. Le second groupe est constitué des forêts temporairement inondées c'est le cas de la forêt à *Guibourtia demeusei* (Harms) Léon (FGUI), ou exondées pour la forêt à *Celtis adolfi-friderici* Engl. (FCEL) et la forêt à *Musanga cecropioides* R. Br (FMU). L'axe 2 semble discriminer les relevés floristiques par le gradient d'hydromorphie des sols.

Pour vérifier ces résultats, nous avons effectué une analyse hiérarchique (tableau 3) en dégagant les distances euclidiennes entre les différents relevés (figure 7). Il apparaît dans le tableau 3 et sur la figure 7 que les distances euclidiennes les plus élevées sont observées entre les forêts « primaires » (FLOP et FGUI) et les forêts secondaires (FCEL, FMAC et FMU). De ce fait, la distance est d'autant plus grande que les relevés floristiques sont qualitativement différents. C'est le cas entre la forêt à *Guibourtia demeusei* (FGUI) et les forêts à *Macaranga spp* (FMAC), à *Musanga cecropioides* (FMU), à *Lophira alata* (FLOP) et la forêt à *Celtis adolfi-friderici* (FCEL).

**3.2.1. Caractéristiques floristiques des différents faciès forestiers inventoriés**

**3.2.1.1. Forêt primaire sur terre ferme à *Celtis adolfi-friderici* Engl.**

La forêt à *Celtis adolfi-friderici* Engl est une forêt primaire de terre ferme qui contient un nombre varié d'espèces. Cette forêt est dominée par l'espèce *Celtis*

*adolphi-friderici* Engl d'où cette appellation. Il y a été trouvé 36 espèces et 106 arbres de DHP  $\geq 5$  cm. La figure 8 montre les valeurs de l'Indice de Valeur d'Importance des diverses familles inventoriées dans ce type forestier.

Les familles les plus importantes rencontrées dans cette forêt sont les Myristicaceae (59,25%), les Olacaceae (55,72%), les Moraceae (47,29%) et les moins représentées sont les Rubiaceae (5,57%) ; les Partanjiaceae (5,11%) et les Phyllanthaceae (5,05%).

### 3.2.1.2. Forêt primaire sur sols hydromorphes à *Guibourtia demeusei* Engl.

La forêt à *Guibourtia demeusei* Engl. est une forêt primaire inondée, cette espèce caractérise les zones inondées de l'axe Impfondo-Dongou. 22 familles, 54 espèces et 302 arbres de DHP  $\geq 5$  cm ont été recensés dans cette forêt. La figure 9 montre les valeurs de l'Indice de Valeur d'Importance (IVI) des différentes familles identifiées dans cette forêt. Cette forêt est dominée par les Fabaceae-Caesalpiinoideae (figure 8) qui contient plus de 80% d'arbres inventoriés. Ensuite arrivent les Rubiaceae (22,02%), les Fabaceae-Faboideae (20,52%) et les Fabaceae-Mimosoideae (17,97%). Les familles les moins représentées sont les Lamiaceae-Viticoideae, les Thomandersiaceae et les Anacardiaceae avec environ 2% d'arbres chacune.

### 3.2.1.3. Forêt primaire sur les sols hydromorphes à *Lophira alata*

Il a été noté 27 Familles, 55 espèces et 523 arbres recensés. La famille la plus importante (figure 10) est celle des Myristicaceae (30,3%) suivies des Euphorbiaceae (27,71%), des Fabaceae-Faboideae (26,06%), des Fabaceae-Mimosoideae (21,96%) et des Olacaceae (16,95%). Les Patranjivaceae (2,86%), les Malvaceae-Sterculoideae (2,29%) et les Malvaceae-Tiloideae constituent les familles les moins importantes.

### 3.2.1.4. Forêt dégradée sur terre ferme à *Macaranga spp*

La forêt à *Macaranga spp* est une forêt dégradée qui dérive de la pression anthropique sur la forêt primaire à *Celtis adolphi-fridericii*. Il y a été recensé 26 familles, 60 espèces et 358 arbres (figure 11).

Les familles des Euphorbiaceae (47,96%), des Fabaceae-Mimosoideae (42,53%) et les Myristicaceae (35,14%) sont les plus importantes, tandis que celles des Rubiaceae, Lauraceae et Passifloraceae sont les moins représentées dans cette forêt.

### 3.2.1.5. Forêt dégradée sur terre ferme à *Musanga cecropiodes*

C'est une forêt dégradée caractérisée par *Musanga cecropiodes*. Cette espèce forme parfois des

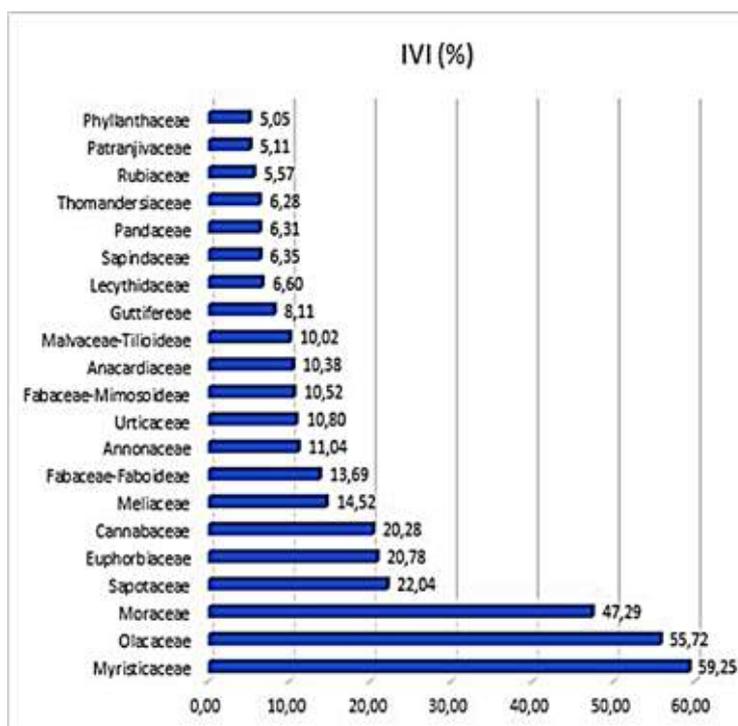
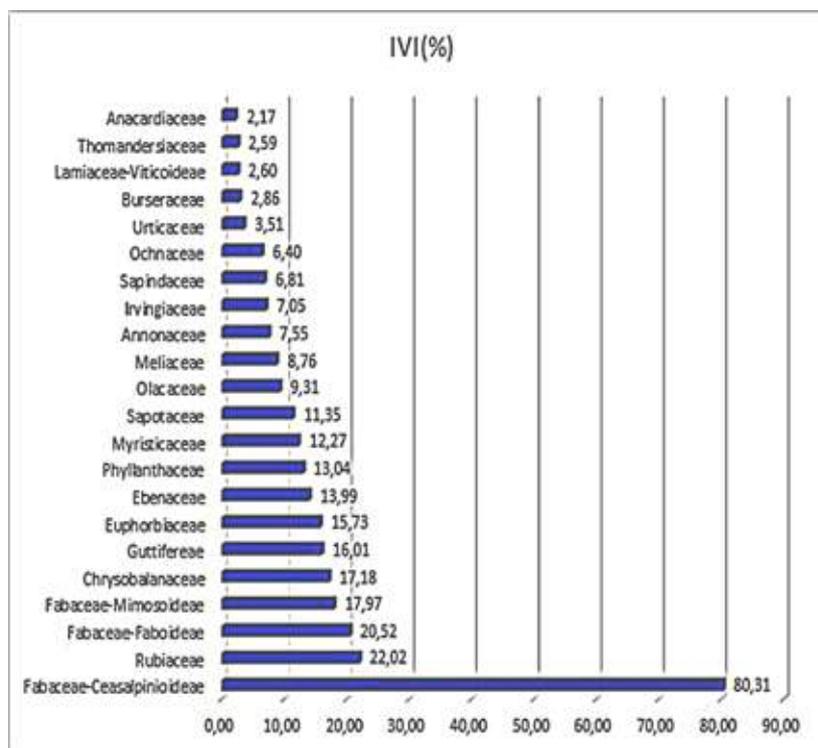


Figure 8 : Indice de valeur d'importance des familles dans la forêt à *Celtis adolphi-friderici*



**Figure 9: Indice de valeur d'importance des familles dans la forêt à Guibourtia demeusii**

peuplements purs ou homogènes. Il a été recensé dans cette forêt 13 familles, 18 espèces, et 249 arbres. La figure 12 montre les valeurs de l'Indice de Valeur d'Importance des différentes familles recensées.

La famille des Urticaceae représentée par *Musanga cecropioides* est la famille la plus abondante et compte à elle seule plus de 100 arbres sur 300 composant cette forêt.

### 3.3. Caractéristiques structurales des forêts étudiées

#### 3.3.1. Densité d'arbres et surface terrière

L'inventaire floristique effectué dans les forêts de l'axe Impfondo-Dongou a montré que la densité des arbres varie suivant les parcelles d'une part et en fonction du type de forêt d'autre part. Elle varie de 144 tiges/ha à 868 tiges/ha. Ceci, pour toutes les espèces confondues comme montre le tableau 4.

Il apparaît dans ce tableau que la densité et la surface terrière varient d'une parcelle à une autre. Mais en moyenne la densité des tiges est généralement plus élevée en forêt secondaire qu'en forêt primaire. Cela s'expliquerait par le fait que les forêts dégradées en général sont très riches en espèces héliophiles notamment des forêts homogènes (abondance d'une seule espèce) que les forêts primaires ou intactes. Le

sous-bois dans les forêts dégradées est très touffu et difficile à pénétrer avec un nombre important de lianes ce qui n'est pas le cas dans les forêts primaires de l'axe Impfondo-Dongou. De même les valeurs de la surface terrière en m<sup>2</sup>/ha varient d'une part en fonction des types de forêt d'autre part, en fonction des parcelles des forêts de l'axe Impfondo-Dongou (tableau 4).

Il paraît de façon générale que les valeurs les plus élevées des surfaces terrières sont notées dans les forêts primaires (P7, P4, P13 et P8) et les valeurs les plus faibles sont observées dans les forêts dégradées. En effet les forêts secondaires sont riches en tiges d'avenir à faible diamètre ce qui explique les valeurs faibles de la surface terrière.

#### 3.3.2. Répartition des arbres en classe de diamètre dans les parcelles expérimentales

Les figures de 13 à 17 montrent la répartition des effectifs d'arbres dans les classes de DHP des forêts primaires et les forêts dégradées inventoriées.

Les figures 13 à 15 représentent la structure en diamètre des forêts primaires et ont une même allure. Ces structures en DHP contiennent plusieurs classes de DHP avec des effectifs élevés d'arbres de diamètre

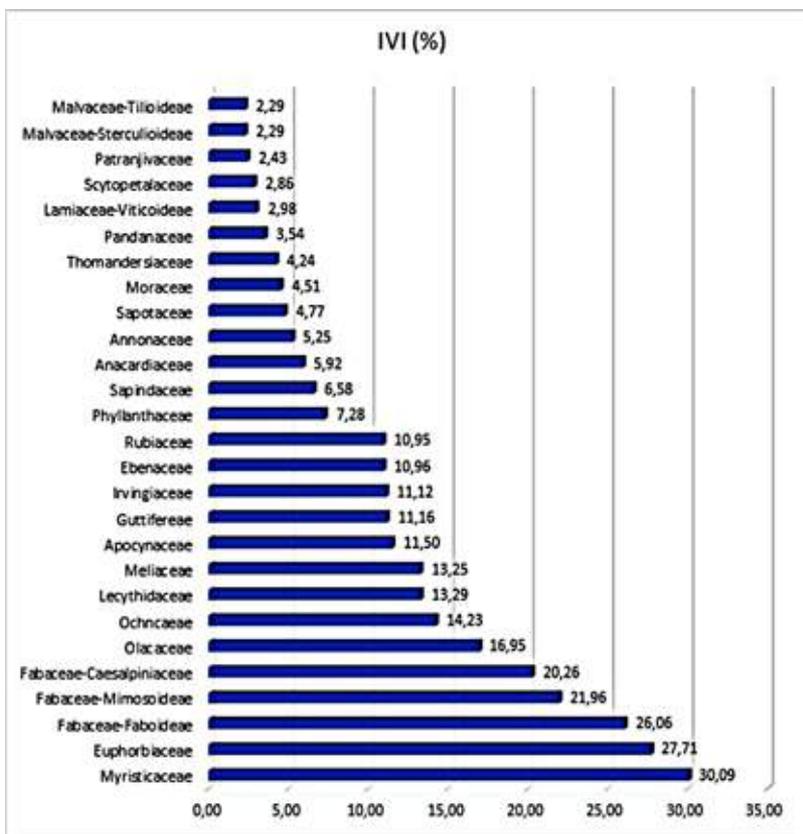


Figure 10 : Indice de valeur d'importance des familles dans la forêt à *Lophira alata*

moyen d'exploitabilité (DHP  $\geq 60$  cm) On note dans ces forêts primaires des effectifs d'arbres de DHP  $\geq 60$  cm variant entre 8 à 30 arbres à l'ha.

Quant aux forêts dégradées (figures 16 et 17), la structure diamétrique dépend de l'âge de la jachère. Dans la forêt à *Macaranga spp.* (figure 16) le sous-bois est touffu avec des effectifs de la classe 0 dépassant 100 individus ce qui exprime une forêt en pleine régénération. Dans la forêt dégradée à *Musanga cecropioides* (figure 17), le sous-bois est moins touffu que dans la forêt à *Macaranga spp.*, ce qui montre que la forêt à *Musanga cecropioides* est une jachère plus vieille par rapport à la forêt à *Macaranga spp.*

#### 4. Discussion

##### 4.1. Composition floristique

Cette étude montre que sur l'ensemble des relevés et sur le plan qualitatif, ce sont les Rubiaceae et les Euphorbiaceae qui sont les plus représentées. En effet, selon Schnell (1970), la prédominance des Rubiaceae et des Euphorbiaceae est un caractère commun des sous-bois des forêts denses. Il est apparu aussi

Tableau 4: valeur de la surface terrière par parcelle

Type de forêt	Parcelle	Densité (arbre/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)
Forêt Dégradée (FD)	P1	268	6,75
	P2	312	9,11
	P3	848	34,24
	P11	868	26,73
	<b>Moyenne</b>	<b>574,00</b>	<b>19,21</b>
Forêt Primaire (FP)	P5	460	23,06
	P6	412	25,88
	P7	256	36,37
	P8	280	30,8
	P9	144	16,01
	P10	460	29,2
	P4	532	36,38
	P12	528	29,51
	P13	648	35,54
	P14	484	21,6
	<b>Moyenne</b>	<b>420,4</b>	<b>28,44</b>

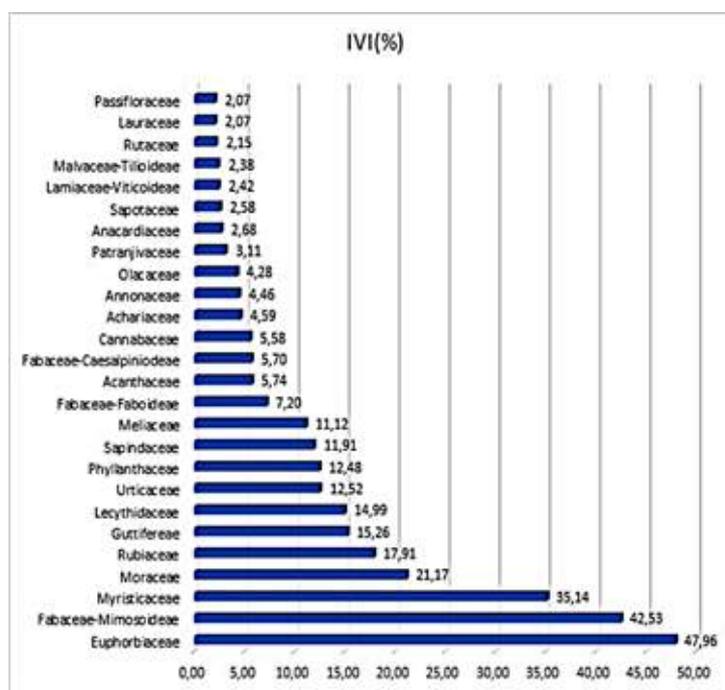


Figure 11: Indice de valeur d'importance des familles dans la forêt à *Macaranga* spp

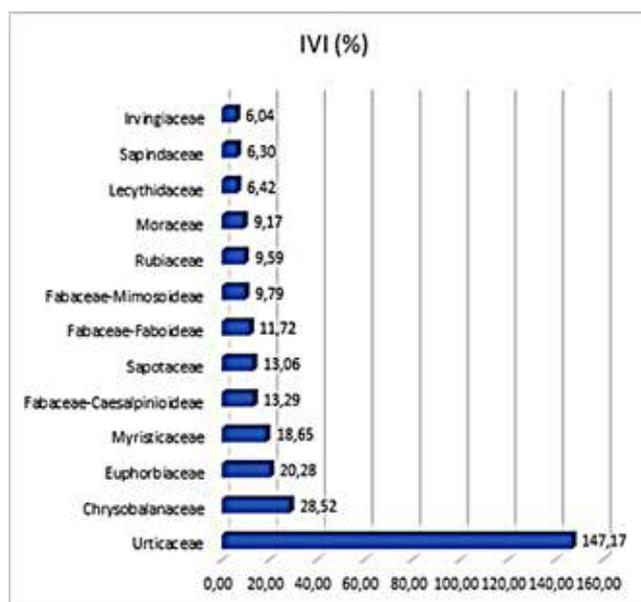


Figure 12 : Contribution spécifique des différentes familles de la forêt à *Musanga cecropioides*

que dans les forêts dégradées, les familles les plus représentées sont les Urticaceae et les Euphorbiaceae. Ces familles sont constituées d'espèces héliophiles qui cicatrisent la forêt après une exploitation traditionnelle ou moderne. Le même constat a été fait par Moutsamboté (1985) dans les forêts dégradées de la forêt Yombé avec une dominance des Urticaceae

(*Musanga cecropioides*, *Myrianthus arboreus*, etc.) et des Euphorbiaceae (*Macaranga* spp, *Croton hamanianus* etc.). Par contre, dans les forêts primaires inventoriées, la composition floristique dépend de la nature de chaque type forestier. Dans la forêt à *Lophira alata* sur sols hydromorphes, ce sont les Myristicaceae, les Fabaceae-Faboideae

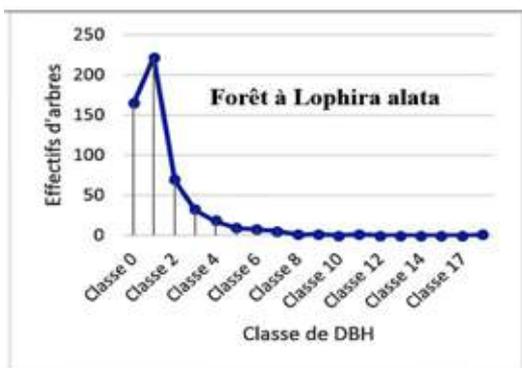


Figure 13 : Structure en diamètre de la forêt primaire à *Lophira alata*

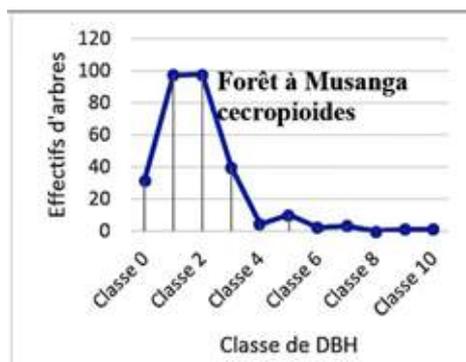


Figure 16 : Structure en diamètre de la forêt dégradée à *Musanga cecropioides*

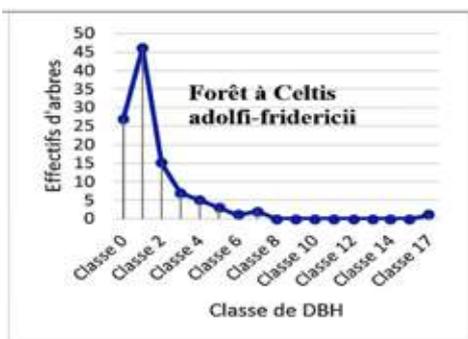


Figure 14 : Structure en diamètre de la forêt primaire à *Celtis adolfi-fridericii*

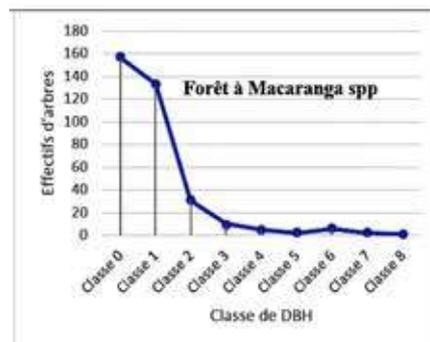


Figure 17 : Structure en diamètre de la forêt dégradée à *Macaranga spp*

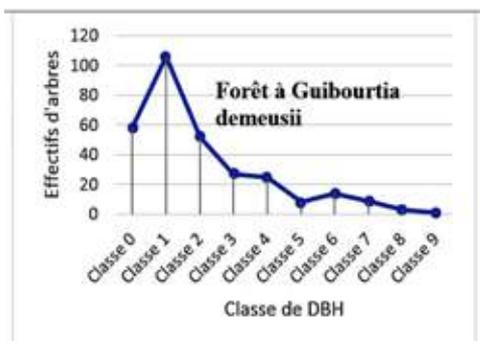


Figure 15 : Structure en diamètre de la forêt primaire à *Guibourtia demeusei*

et les Clusiaceae (Guttiferae) qui sont les plus représentées. Les Fabaceae-Caesalpinioideae, les Fabaceae-Faboideae et les Clusiaceae caractérisent la forêt à *Guibourtia demeusei* sur sols hydromorphes. A ce sujet, Koubouana et al. (2015) notent que l'abondance des Fabaceae est un caractère commun des forêts tropicales du Congo. La forêt primaire à *Celtis adolfi-frederrichii* est caractérisée par une abondance des Myristicaceae, des Olacaceae et des Euphorbiaceae.

En combinant les paramètres floristiques aux paramètres structuraux (la densité relative des espèces et la surface terrière), l'ordre de représentativité des familles diffère légèrement. Ce sont les Fabaceae-Caesalpinioideae (28,65%) qui sont les plus représentées suivies des Euphorbiaceae (25,89%), des Myristicaceae (25,67%), des Fabaceae-Mimosoideae (21,17%), des Fabaceae-Faboideae (17,90%), des Urticaceae (14,12%), des Rubiaceae (13,67%); des Moraceae (12,17%), des Sapindaceae (10,37%), des Olacaceae (10,20%) et des Clusiaceae (9,83%). Cet ordre exprime la physionomie réelle de la forêt décrite.

#### 4.2. La densité à l'hectare et la surface terrière

La densité à l'hectare dans les forêts de l'axe Impfondo-Dongou varie de 144 tiges/ha dans les forêts primaires à 868 tiges/ha dans les forêts dégradées. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans d'autres forêts tropicales. Pascal (2003) a noté entre 450 à 750 tiges/ha dans les forêts tropicales humides étudiées. Ces résultats rejoignent aussi ceux obtenus par Doucet (2003) au Gabon sur la gestion forestière et de la biodiversité du centre du Gabon avec 411

tiges ha<sup>-1</sup> et ceux d'Amania et al. (2013) en RDC qui ont trouvé dans leur étude, une densité moyenne à l'hectare de 650 tiges ha<sup>-1</sup> pour les strates inférieures et 51 tiges ha<sup>-1</sup> pour les strates supérieures. Mondzali-Lenguiya (2015), a trouvé dans les forêts de l'UFA Mbomo-Kellé une densité de 124,43 tiges ha<sup>-1</sup>. En ce qui concerne la surface terrière, nos résultats varient entre 6,75 à 34,24 m<sup>2</sup>/ha dans les forêts dégradées et entre 16 et 36,37 m<sup>2</sup>/ha pour les forêts primaires. Ces résultats s'inscrivent bien dans la logique des résultats obtenus dans les forêts tropicales (Pascal, 2003) qui a noté que les valeurs de surface terrière calculée pour les forêts denses tropicales humides varient entre 25 et 50 m<sup>2</sup>/ha.

#### 4.4.3. Structures diamétriques

Les trois forêts primaires étudiées ont montré une structure diamétrique semblable. Elle exprime des forêts à sous-bois clair avec des faibles effectifs d'arbres de classe 0. Elle montre après la classe 0, une distribution exponentielle décroissante des effectifs d'arbres en fonction des classes de diamètre avec des effectifs d'arbres d'avenir élevés, témoignant d'une bonne régénération (Pascal, 2003). Les forêts dégradées se reconnaissent par les effectifs des jeunes arbres élevés et de faibles effectifs de DHP  $\geq 60$  cm. Toutes les forêts dégradées présentent une bonne régénération.

#### 5. Conclusion

L'inventaire floristique effectué sur l'étendue de forêt située entre les villes d'Impfondo et Dongou a permis distinguer les types forestiers suivants : les forêts primaires à *Guibourtia demeusei*, *Lophira alata* et *Celtis adolfi-friderrecii*, les forêts dégradées à *Macaranga spp* et à *Musanga cecropioides* et une association agroforestière montre. Il a été identifié 114 espèces et 1664 arbres de DHP  $\geq 5$  cm. L'analyse en composantes principales effectuées a permis de discriminer les cinq types de forêt. Il apparaît que les forêts tropicales étudiées ont montré une variabilité de composition floristique qui est liée à la nature du substrat (exondé ou inondé) et à l'action anthropique (forêt intacte ou forêt dégradée) dans la zone d'étude. Les effectifs d'arbres sont plus élevés dans les forêts primaires que dans les forêts dégradées. De même, parmi les forêts dégradées les effectifs d'arbres sont fonction de l'âge des jachères inventoriées. Il ressort de cette étude que les paramètres structuraux comme la densité et la surface terrière décroissent avec le niveau

de perturbation de la forêt. De façon générale, dans les forêts dégradées on note une dominance d'une ou d'un groupe d'espèces sur les autres. De même la densité des arbres et la surface terrière sont plus faibles dans les forêts dégradées que les forêts primaires.

#### Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit du projet GEOFORAFRI qui a financé les activités de terrain de ce travail. Les autorités locales d'Impfondo et les jeunes autochtones qui nous ont accompagné sur le terrain trouvent ici l'expression de notre gratitude.

#### Bibliographie

- Vieilledent, Ghislain (2016).** Les forêts tropicales, les puits de carbone hautement vulnérables », *communication interne CRAD*, France.3P.
- Koubouana, F., Ifo, S.A., Moutsamboté, J.M., Mondzali-Lenguiya, R. (2016).** Floristic Diversity of Forests of the Northwest Republic of the Congo. *Open Journal of Forestry* : 06(05):386-403.
- Koubouana, F., Ifo, S.A., Mayitokou, Loupet, L.B., Ndinga, E. (2016).** Diversité floristique et dynamique de reconstitution de la forêt du Parc Zoologique sous plantations à eucalyptus à Brazzaville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(2): 609-619, <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.13>
- Ifo, S.A., Moutsamboté, J.M., Koubouana, F., Yoka, J., Ndzai, S.F., Leslie, Bouetou-Kadilamio, N.O., Mampouya, H., Jourdain, C., Bocko, Y., Mantota, A.B., Mbemba, M., Mouanga-Sokath, D., Odende, R., Mondzali-Lenguiya, R., Mampouya, Wenina, Y.E., Ouissika, B.C., Loumeto, J. J. (2016).** Tree Species Diversity, Richness, and Similarity in Intact and Degraded Forest in the Tropical Rainforest of the Congo Basin: Case of the Forest of Likouala in the Republic of Congo. *International Journal of Forestry Research* 01/2016; 2016(2):1-12.
- Mondzali-Lenguiya, R. (2015).** Analyse floristique et structurale de la forêt de l'unité forestière d'aménagement de Mbomo-Kellé. *Mem. de master, ENSAF, Univ. Marien Ngouabi*, Brazzaville, 70p.
- Rakotomalaza et Mcknight, M. (2014).** Etude de la variation de la structure et de la composition floristique de la forêt de Mikea du Sud-Ouest de Madagascar. University of Nord Carolina, Chapel Hill, USA. *Phelsuma* 14; 13-36.

- Boudelal, Mahmoud, A.B. (2014).** Relations structure des peuplements forestiers, biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen. *Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belbkaid, Algérie* 120p.
- Amani, A.C., Mikelenge, K.H., Lisingo J. et Nsimba, H. (2013).** Analyse floristique et impact du déterminisme édaphique sur l'organisation de la végétation dans les forêts de l'Ile Kongolo RD Congo. *Géo. Eco. Trop*, 2013, 37(2) Pp. 255-272.
- GTG et MEDFE (2013).** Etude écologique de l'UFA Jua-Ikié, Sangha, Congo, 185p.
- Kimpouni, V., Mbou, P., Gakosso, G. et Motom, M. (2013).** Biodiversité floristique du sous-bois et régénération naturelles de la fort de la Patte d'Oie de Brazzaville. Ecole Normal Supérieure. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3), 1255-1270. June 2013.
- Moutsamboté, J.M. (2012).** Etude écologique, phytogéographique et phytosociologique du Congo septentrional (Plateaux, Cuvettes, Likouala et Sangha), République du Congo, Brazzaville. Fac ; Sciences, Univ. Marien Ngouabi, *Thèse de Doctorat d'Etat*, 632p.
- Nkokolo, Nkaya, D. (2012).** Suivi de la dynamique des jeunes tiges des essences de valeur commerciale dans les parcelles après exploitation: cas de l'AAC3-2012 de l'UFPI, l'UFA Mokabi-Dzanga, Société Mokabi Département de la Likouala. *UMNG, IDR, BZV Congo* 61P.
- Oldeman, R.A.A. (1989).** Dynamics in tropical rain forests. In: Mielsen LBH ed. Tropical Forests, Botanical Dynamics, *Speciation and Diversity*: Academic Press.
- FRM, IFO et MEFÉ (2005).** Etude écologique de l'UFA Ngombé, Sangha, Congo, 192p.
- Senterre, Bruno (2005).** Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. *Acta Bot. Gallica*, 152(3) : 409-419.
- Schwal, B. (2004).** Dynamique de la biodiversité végétale dans les paysages d'agriculture intensive : utilisation des sols, composition floristique, végétale et structures paysagères du Lauragais haut-garonnais (Sud- Ouest- France), XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. *Doctorat de l'Université de Toulouse II-Le Mirail*. Département de géographie-aménagement, 370p.
- Pascal (2003).** Notion sur les structures et dynamique des forêts tropicales humide. *Rev. For. Fr*, numéro spécial : 118-130.
- Doucet, J.L. (2003).** Alliance de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre Gabon. *Thèse de doctorat. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux* 323p.
- Hall, P., Ashton, P.S., Condit, R., Manokaran, N., 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 & Education*.
- Sabatier, D., Grimaldi, M., Prévost, M.F., Guillaume, J., Gordon, M., Dosso, M., Curmi, P. (1997).** The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. *Plant Ecology* 131: 81-108.
- Sita, P. et Moutsamboté, J.M. (1989).** Catalogue des plantes vasculaires du Congo, Brazzaville, CONGO, 110p
- Moutsamboté, J.M. (1985).** Dynamique de la reconstituions de forêt Yombé (Dimonoka, R.P. Congo. *Thèse pour obtenir le grade de Doctorat de Spécialité*. Université de Bordeaux III, Paris Pp 48-109
- Legendre, L. et Legendre, P. (1984).** Ecologie Numérique, tome 2 : *La structure des données écologiques* 2<sup>ème</sup> éd. Masson : Paris, 335p.
- Rollet, B. (1983).** Régénération naturelle dans les trouées. Bois et Forêts des Tropiques 201 : 3-31
- Schnell, R. (1970).** Introduction à la Phytogéographie des pays Tropicaux I : Les problèmes généraux, Paris. 350p
- Vennetier, P. (1966).** Atlas du Congo. J.A., 38p.

## Régénération naturelle de l'Okan (*Cylicodiscus gabunensis* Harms) et facteurs influençant la probabilité d'observation des semis

Seka M.J.<sup>1</sup>, Bégin J.<sup>2</sup>, Avana T.M.L.<sup>3</sup>, Riopel M.<sup>2</sup>, Ruel J.C.<sup>2</sup>

(1) École Nationale des Eaux et Forêts - Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF), Cameroun - BP 69, Mbalmayo / e-mail : sekajulien@yahoo.fr  
(2) Département des Sciences du Bois et de la Forêt - Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique - Université Laval, Québec, QC, Canada  
(3) Département de Biochimie, Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P. 67 Dschang-Cameroun

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1436601>

### Résumé

L'Okan est une espèce très sollicitée par les industries et les populations riveraines des forêts du Cameroun. Sa régénération naturelle, qui doit permettre la reconstitution des stocks exploités sur le long terme, est cependant peu documentée. L'objectif général de cette étude est de quantifier l'abondance de la régénération d'Okan et d'identifier les facteurs pouvant l'influencer. Pour ce faire, 54 placettes centrées sur des semenciers potentiels d'Okan ont été installées dans une Unité Forestière d'Aménagement (UFA) située dans la Région du Sud au Cameroun. Un inventaire portant sur les plantules (hauteur  $\leq 19$  cm) et la régénération d'Okan qualifiée d'acquise ( $20 \text{ cm} \leq \text{hauteur} \leq 11,9$  m) a été effectué dans les placettes. Une régression logistique a ensuite permis d'identifier les variables influençant la probabilité d'observer les plantules et la régénération acquise. Des densités de 5,5

et 2,3 Okan par hectare ont été dénombrées respectivement pour les plantules et la régénération acquise. La probabilité d'observer des plantules d'Okan est significativement influencée par la distance et l'azimut (par rapport au semencier) ( $p < 0,0001$  et  $p = 0,0151$ ), la surface terrière des végétaux ( $p = 0,0150$ ) autres que les héliophiles (sous-bois) et marginalement par la hauteur du semencier ( $p = 0,061$ ). Seules la distance ( $p < 0,0032$ ) et la hauteur du semencier ( $p = 0,0416$ ) influencent significativement la probabilité d'observer la régénération acquise. Les faibles densités de l'espèce (comparées à celles des autres espèces inventoriées autour de ses semenciers) et les basses probabilités d'observation de la régénération acquise suggèrent de prendre des précautions particulières pour l'exploitation durable de l'Okan dans le bassin du Congo.

**Mots clés :** *Cylicodiscus gabunensis*, régénération naturelle, plantules, régénération acquise

### Abstract

In Cameroon, Okan is a forest species that is in high demand by industries and forest dwellers. The species is very common (endemic) in some African countries. Nevertheless, its natural regeneration, which ensures the reconstitution of harvested stands, is not well documented. The main objective of this study was to quantify the abundance of the regeneration of Okan and identify the factors that can influence it. To do this, fifty four plots based each on a seed tree of Okan were randomly chosen. Each tree was reference as the center of a circular plot (radius=50 m) within a Forest Management Unit (FMU) located in the South region of Cameroon. An inventory of seedlings (height  $\leq 19$  cm) and established regeneration ( $20 \text{ cm} \leq \text{height} \leq 11,9$  m) seedlings was carried out within the plots. The variables that significantly influenced the probability of observing small and tall seedlings in

the plots were determined using a logistic regression. Densities of 5.5 and 2.3 Okan per hectare were recorded for seedlings and established regeneration respectively. The probability of observing seedlings was influenced by the distance ( $p < 0.0001$ ) and its interaction ( $p = 0.0151$ ) with the direction (from the parent tree), the basal area of the surrounding vegetation, ( $p = 0.0150$ ) excluding heliophilous trees and marginally the height of the seed tree ( $p = 0.061$ ). Only the distance to the seedling parents and their height significantly influenced the recruitments. The low densities of the species (compared to the other species inventoried around its seed trees) and the low probabilities to observe its acquired regeneration suggest particular precautions for their sustainable use in Congo Basin Forest.

**Keywords :** *Cylicodiscus gabunensis*, natural regeneration, seedling, established regeneration

### 1. Introduction

L'exploitation sélective, telle que pratiquée dans le bassin du Congo, pourrait conduire à la modification de

la composition et de la structure des forêts (Degen et al., 2006). En effet, les stocks initialement prélevés de certaines espèces pourraient ne pas se reconstituer au

bout d'une rotation (Karsenty et Gourlet-Fleury, 2006). La situation est particulièrement préoccupante pour les espèces commerciales héliophiles dont la régénération est souvent déficiente (Schwartz et al., 2017). 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 (Karsenty et Gourlet-Fleury, 2006 ; Doucet, 2003 ; Debroux et Delvingt, 2002). La distance influence fortement la survie de la régénération (Clark et Clark, 1984). Ainsi, la proximité au pied producteur augmenterait la densité de graines, mais aussi les phénomènes de prédation et de parasitisme, diminuant finalement la densité de régénération acquise (Connel, 1971 ; Janzen, 1970). Le tempérament, qui décrit les besoins en lumière d'une espèce au cours de sa croissance, permet de regrouper les espèces en pionnières, héliophiles et sciaphiles. À travers ce concept s'expriment par exemple la croissance et la structure de la population (Gillet, 2013 ; Whitmore, 1989). Le mode de dissémination, quant à lui, renvoie au mode de transport des diaspores (Dominique, 2003). L'Okan (*Cylicodiscus gabunensis* Harms) est l'une des dix espèces ligneuses commerciales les plus exploitées du Cameroun (OIBT, 2011). L'espèce appartient à la famille des Leguminosae-Mimosoideae. Elle est la seule du genre *Cylicodiscus* et est endémique à quelques pays d'Afrique situés dans la zone forestière s'étendant de la Côte d'Ivoire au Gabon et au Congo (Loupe, 2008). Le tempérament de l'espèce ne fait pas l'unanimité. Elle a déjà été décrite comme sciaphile (Thorsten, 2011; Barend, 2004; Atta-Boateng et Moser, 1999) et comme héliophile (Tchouto, 2004, Doucet, 2003). Cette espèce est également présentée comme une espèce anémochore (Loupe, 2008, Tchouto, 2004, Doucet, 2003). Elle est utilisée dans la pharmacopée comme antalgique, anti-vomitif ainsi que pour soigner diverses maladies vénériennes, le paludisme, le psoriasis, les rhumatismes, les migraines et le diabète (Loupe, 2008; Soladoye et al., 2012). Bien qu'utilisée à des fins pharmaceutiques (Kouitcheu et al., 2007 ; Kouitcheu et al., 2006 ; Okokon et al., 2006), la principale pression que subit l'espèce est liée à l'exploitation forestière industrielle de son bois. Au Cameroun, par exemple, ses volumes exploités sont passés de 3 397 m<sup>3</sup> à 149 407 m<sup>3</sup> par an entre 1998

et 2013 (MINFOF, 2014). Malgré l'utilité avérée de l'espèce, sa régénération naturelle est peu documentée et la durabilité de l'exploitation n'est pas confirmée.

Cette étude a permis (i) d'évaluer l'abondance de la régénération d'Okan sous couvert forestier et (ii) d'identifier les facteurs influençant son occurrence.

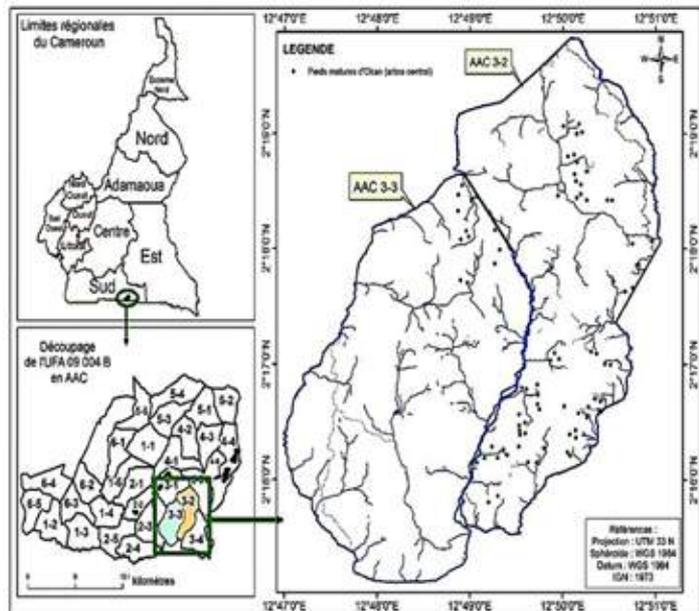
Deux hypothèses ont été formulées :

- (1) Compte tenu de son tempérament supposé héliophile et des phénomènes de mortalité-densité dépendance, la probabilité d'observer la régénération acquise augmente avec la distance du producteur et diminue avec la densité de la végétation autour de celui-ci.
- (2) Compte tenu du mode de dispersion anémochore de ses semences, la probabilité d'observer des plantules d'Okan est plus élevée dans la direction des vents dominants.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

La zone d'étude est l'unité forestière d'aménagement (UFA) 09 004B localisée au Sud du Cameroun (figure 1). Son altitude varie entre 554 et 800 mètres. Le climat est de type équatorial humide avec quatre saisons. Les précipitations annuelles varient entre 1450 et 2100 mm avec une moyenne annuelle de 1650 mm. L'insolation moyenne mensuelle est comprise entre 84 et 188 heures avec une moyenne de 148 heures (FIPCAM, 2016).



**Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (UFA 09 004B) dans le Sud-Cameroun (FIPCAM, 2016)**

Les sols sont ferrallitiques rouges et jaunes, argileux, meubles et perméables avec par endroits, beaucoup d'humus. Dans les bas-fonds, les sols sont hydromorphes à gley. La formation végétale dominante est la forêt dense sempervirente comprenant de vastes étendues de raphiales et de forêts marécageuses. La flore est dominée par certaines familles botaniques parmi lesquelles les Fabaceae, Sapotaceae, Combrétaceae, Méliaceae et Malvaceae-Sterculioidae (FIPCAM, 2016). L'étude s'est déroulée dans les Assiettes Annuelles de Coupes (AAC) 3-2 et 3-3. Ces AAC sont situées entre 2°16' et 2°19' de latitude Nord et entre 12°47' et 12°51' de longitude Est.

## 2.2. Collecte des données

Cinquante-quatre placettes ont été installées entre février et mars 2014 dans les deux AAC (3-2 et 3-3). Les placettes sont circulaires avec un rayon de 50 m et centrées autour d'un semencier potentiel d'Okan, dont le diamètre est supérieur à 60 cm (Grogan et Jurandir, 2006). Les arbres centraux ont été choisis en s'appuyant sur une carte d'inventaire d'exploitation. Une distance minimale de 200 m entre deux producteurs a été respectée afin de garantir l'indépendance des données.

Les paramètres mesurés sur chaque semencier potentiel sont le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP), la hauteur, le statut (dominant, codominant ou dominé) et les coordonnées géographiques. En outre, la végétation environnante a été caractérisée en inventoriant les arbres de DHP  $\geq 10$  cm. L'espèce, le DHP, la hauteur, l'azimut (mesuré depuis le Nord dans le sens des aiguilles d'une montre et correspondant à 8 directions cardinales) et la distance par rapport au pied d'Okan central ont été notés pour chacun des ligneux situés dans un rayon de 20 m. Dans la fraction entre 20 et 50 m de rayon, uniquement les Okan ont été recherchés. Pour chacun des Okan trouvés, la hauteur, l'azimut et la distance par rapport au pied central ont été notés.

Les arbres centraux ont été géolocalisés grâce à un GPS et les layons ouverts et orientés à l'aide d'une boussole. Les DHP ont été mesurés en se servant d'un ruban de diamètre et les hauteurs obtenues grâce à un dendromètre de type Haga.

## 2.3. Stades d'observation de l'Okan

Les tiges d'Okan observées ont été réparties en trois catégories : les plantules, la régénération acquise et les pieds matures. Les semenciers potentiels des placettes inventoriées font partie de cette dernière catégorie.

La catégorie « plantule » décrit le plus jeune stade d'observation. Ce groupe est caractérisé par une hauteur totale de moins de 20 cm. Cette hauteur a été choisie afin d'y concentrer la quasi-totalité des tiges issues des récentes germinations des graines (Puig et al., 1989). La régénération acquise est une régénération plus ancienne, souvent éparse (Louppe, 2008). Il a été opté de l'étaler dans les classes de hauteurs totales comprises entre 0,2 et 11,9 m. Toutes ces tiges ont des DHP < 20 cm.

Cette catégorie inclut divers stades de développement (semis de plus d'un an, gaulis et perchis) et caractérise des tiges installées lors de précédentes chutes de graines avec des troncs couverts d'épines aux stades les plus âgés. Les Okan matures ou en voie de maturation sont de grandes tiges de 12 m et plus de hauteur totale. Ces tiges incluent les arbres considérés comme semenciers potentiels qui sont des arbres de 60 cm et plus de DHP. Ce diamètre correspond au diamètre minimum d'exploitabilité de l'espèce fixé par l'administration forestière du Cameroun.

## 2.4. Analyse des données

### 2.4.1. Densité de régénération dans les placettes

Les densités (D) ont été calculées grâce à la formule:

$$D = \text{Nombre de tiges} / \text{Superficie (ha)} \quad (\text{Eq. 1})$$

Elles ont été calculées pour toutes les placettes par type de : (i) sous-placette (0-20 m et 20-50 m) ; (ii) régénération (plantules et régénération acquise). Ces densités ont été comparées par des tests de t de Student.

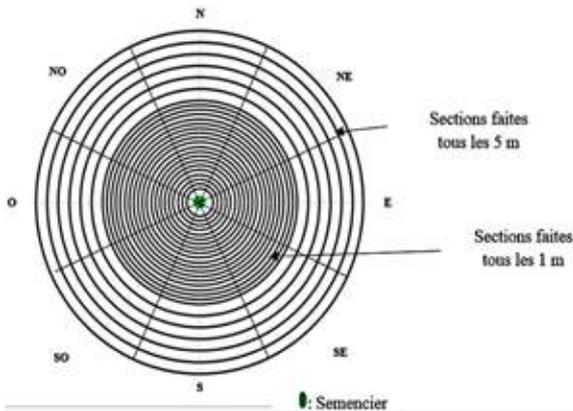
La classification des espèces inventoriées, en fonction de leur tempérament, a été faite principalement sur la base des travaux de Tchouto (2004) et complétés par ceux de Beina (2011) et Doucet (2003). Elle a été utilisée (après calcul des densités par espèce) pour identifier le tempérament des espèces sous les Okan adultes. Le tempérament pour une essence forestière traduit l'évolution de ses besoins en lumière au cours de son développement (Sepulchre et al., 2008).

### 2.4.2. Facteurs influençant la probabilité d'observer les sujets de régénération d'Okan

Les 54 placettes centrées chacune sur un pied d'Okan mature (producteur/semencier potentiel) ont été retenues pour identifier les variables influençant la probabilité d'observer une régénération d'Okan. Les analyses visent à identifier, les variables qui influencent de manière significative la probabilité

d'observer des plantules ou une régénération acquise. Ces variables sont tirées du tableau 1.

Les variables explicatives de la régénération d'Okan, qui ont été testées, peuvent être regroupées en trois catégories : (i) les caractéristiques des pieds semenciers (producteurs) : hauteur, DHP, statut de l'arbre central; (ii) le positionnement par rapport aux semenciers : la distance allant du pied de l'arbre à la régénération observée et l'azimut ; (iii) l'environnement autour des semenciers : présence de marécage dans la placette, la densité du sous-bois et l'altitude. La densité de la végétation du sous-bois (surface terrière en dessous des héliophiles) est le paramètre qui a été retenu pour décrire les conditions d'éclaircissement en dessous de la canopée. La classification des végétaux par



**Figure 2 : Subdivision de chaque unité d'échantillonnage (placette) en 224 sections pour l'analyse des données de régénération**

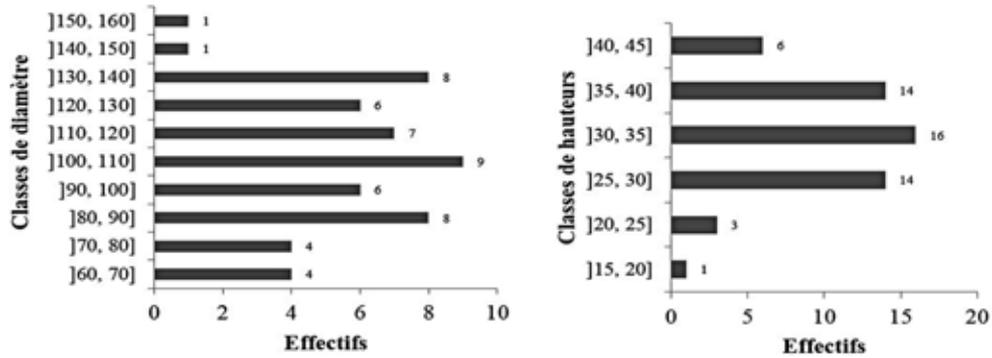
type de tempérament a permis de calculer diverses surfaces terrières, correspondant chacune à la somme des surfaces terrières des tiges appartenant à un tempérament.

Pour analyser l'effet des variables sur la régénération, chacune des 54 placettes a été divisée suivant les huit principales directions cardinales. Ensuite, chacune des directions a été subdivisée en sections de dimensions variables (figure 2). Elles sont larges de 1 m suivant le rayon entre 0 et 20 m et de 5 m entre 20 et 50 m pour un total de 224 sections par placette. Dans chaque section, la présence ou non de la régénération d'Okan a été observée. Les valeurs de présence/absence dans les sections ont été analysées par le biais d'une régression logistique. L'instruction log (de la superficie) a été utilisée pour tenir compte de la superficie des sections qui augmente avec la distance. En effet, l'augmentation de la superficie échantillonnée, avec la distance, affecte la probabilité d'y rencontrer de la régénération. Les combinaisons de variables expliquant la présence de plantules et de la régénération acquise ont été obtenues avec la procédure GLIMMIX en considérant les placettes en effet aléatoire. Les valeurs centrales des classes d'orientation ont été transformées en sinus et cosinus selon la méthode proposée par Stage (1976) pour tenir compte de l'interaction entre l'orientation et la distance et mobiliser peu de degrés de liberté. La robustesse des modèles a été évaluée grâce à l'aire sous la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) (Hosmer et Lemeshow, 2000).

**Tableau 1 : Variables explicatives de la probabilité d'observer des plantules ou une régénération acquise dans les 54 placettes**

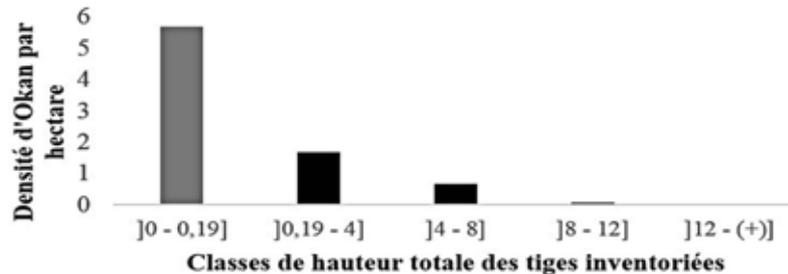
	Variables	Unité	Min.	Moy.	Max.	Écart type
Variables caractérisant le semencier	Diamètre à Hauteur de Poitrine de l'arbre central (DHP)	cm	62	103,8	150	21,5
	Hauteur totale de l'arbre central (Haut)	m	18	33,8	45	5,6
	Statut de l'arbre central <sup>(1)</sup>	/	/	/	/	/
Variables localisant la régénération	Distance (Dist)	m	0,25	16,8	48,75	12,9
	Orientation (Az)	8 points cardinaux	/	/	/	/
Variables décrivant le milieu	Présence d'un marécage dans la placette	/	0	/	1	/
	Altitude	m	572	602,3	649	16,7
Variables de structure du peuplement	Surface terrière totale ( $G_{TOT}$ )	m <sup>2</sup> /ha	7,1	22,9	53,3	8,7
	Surface terrière des héliophiles ( $G_{HEL}$ )	m <sup>2</sup> /ha	0	8,1	18,3	4,9
	Surface terrière des ligneux arborescents autres que les héliophiles ( $G_{TOT-HEL}$ )	m <sup>2</sup> /ha	4,3	14,8	35,1	6,7

<sup>(1)</sup>Dominant, codominant ou dominé



**Figure 3 : Répartition en diamètre (a) et en hauteur (b) des 54 semenciers potentiels d'Okan échantillonnés**

Les 54 arbres centraux avaient un diamètre moyen de 104 ( $\pm 21,8$ ) cm et une hauteur moyenne de 33,9 ( $\pm 5,7$ ) m. En termes de statut, tous étaient dominants et occupaient la strate supérieure. Ils se situaient au-dessus de la canopée en dessous de laquelle se trouvait la régénération dénombrée.



**Figure 4 : Distribution de la densité des sujets de régénération par classe de hauteurs autour des 54 semenciers potentiels d'Okan (arbre central exclu)**

Les analyses pour l'identification des facteurs influençant la présence des plantules et de la régénération acquise ont ensuite été reprises en fusionnant certaines sections de façon à maintenir, la plus constante possible, la superficie des sections. Ceci a été fait pour voir si les variables retenues et leurs effets se maintiennent dans ces nouvelles analyses qui ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS 9.4.

### 3. Résultats

#### 3.1. Diamètre et hauteur des semenciers potentiels échantillonnés

La répartition des 54 arbres échantillonnés (centre de placette et semenciers potentiels), par classe de DHP et de hauteur, est présentée à la figure 3. La majorité des semenciers potentiels d'Okan ont des diamètres et hauteurs compris respectivement entre 80-140 cm et 25-40 m. Les variables qui influençaient de manière significative la probabilité d'observer des plantules ou une régénération acquise ont été tirées du tableau 1. Le diamètre et la hauteur moyens des arbres considérés sont respectivement de  $104 \pm 21,5$  cm et  $33,8 \pm 5,6$  m. En termes de statut, tous sont

dominants et occupent la strate supérieure. Ils sont situés au-dessus de la canopée en dessous de laquelle se trouve la régénération dénombrée.

#### 3.2. État de la régénération naturelle d'Okan autour des semenciers

Les individus d'Okan dénombrés dans les 54 placettes au cours des inventaires effectués ont été regroupés dans cinq classes de hauteur. La figure 4 présente la répartition des densités d'Okan par classe de hauteurs. La tendance générale est une diminution de la densité de régénération, autour des pieds mères au fur et à mesure que l'on s'élève dans les classes de hauteur. Les plantules et la régénération acquise n'ont pas retrouvées dans toutes les placettes inventoriées. Le tableau 2 présente les effectifs de placettes avec et sans régénération, parmi les 54 analysées.

Près du quart des arbres centraux (13 placettes) était en production au cours de la période de collecte des données qui coïncide avec la période de dissémination des fruits matures de l'espèce dans la zone. Pour ce qui est de la régénération acquise, elle a été observée sur plus du 2/3 des placettes. En plus

**Tableau 2 : Effectifs de placettes avec et sans régénération dans les 54 placettes analysées**

Types de tiges inventoriées	Placettes avec régénération	Placettes sans régénération
Plantules	13 (24,1%)	41 (75,9%)
Régénération acquise	38 (70,4%)	16 (29,6%)
Plantules et/ou régénération acquise	42 (77,8%)	12 (22,2%)

**Tableau 3 : Densité de tiges dénombrées dans les 54 placettes inventoriées par type de sous-placettes et par type de plants inventoriés (arbre central exclu)**

Types de plants inventoriés	Densités (ti/ha)					
	0-20 m	20-50 m	Moy. (0-50m)	Min.	Max.	Éc. type
<i>Placettes avec un seul semencier (n=54)</i>						
Plantules	20,3	2,7	5,5	0	169,4	25,2
Régénération acquise	1,9	2,3	2,3	0	8,9	2,3
Okan en voie de maturation	0,1	0,1	0,1	0	2,5	0,4
Total	22,4	5,3	8,0	0	170,7	25,4

0-20 m : densité d'Okan dans la sous-placette de rayon 0 – 20 m

20-50 m : densité d'Okan dans la sous-placette de rayon 20 – 50 m

**Tableau 4 : Fréquence (Fréq), Densité (D), Surface Terrière (ST), fréquence dans les 54 placettes (NP/54) de 20 m de rayon et tempérament des espèces les plus rencontrées autour de l'Okan**

Espèce	Fréq. (ti)	D (ti/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)	NP/54	Tempérament
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	341	50,3	4,21	54	Sciaphile
<i>Baphia leptobotrys</i>	178	26,2	1,20	20	Sciaphile
<i>Polyalthia suaveolens</i>	166	24,5	0,84	47	Sciaphile
<i>Strombosia pustulata</i>	110	16,2	0,57	37	Sciaphile
<i>Tabernae montana crassa</i>	76	11,2	0,26	20	Sciaphile
<i>Blighia welwitschii</i>	74	10,9	0,29	35	Sciaphile / Héliophile <sup>(1)</sup>
<i>Anthonotha fragrans</i>	63	9,2	1,17	17	Héliophile
<i>Dialium bipindense</i>	60	8,8	0,21	30	Sciaphile
<i>Santiria trimera</i>	60	8,8	0,53	35	Sciaphile / Héliophile <sup>(1)</sup>
<i>Eriocoelum macrocarpum</i>	49	7,2	0,20	31	Sciaphile
<i>Cylicodiscus gabunensis</i>	1	0,14	0,01	1	Sciaphile / Héliophile <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Sciaphile d'après Beina (2011), héliophile non pionnière d'après Tchouto (2004)

<sup>(2)</sup> Espèce décrite comme sciaphile (Thorsten, 2011 ; Barend, 2004 ; Atta-Boateng et Moser, 1999) et comme héliophile (Tchouto, 2004, Doucet, 2003)

des plantules et de la régénération acquise, des Okan en voie de maturation et des Okan matures ont été retrouvés dans les sous-placettes 0-20 m et 20-50 m inventoriées autour des semenciers (tableau 3).

La densité totale des Okan dénombrés varie en fonction de la distance par rapport au semencier (0-20 m et 20-50 m). Le test de t, réalisé avec toutes les placettes (n=54), révèle des densités de régénération d'Okan plus élevées (p = 0,05) pour les distances comprises entre 0 et 20 m comparées à celles retrouvées entre 20 et 50 m. Il en est de même des

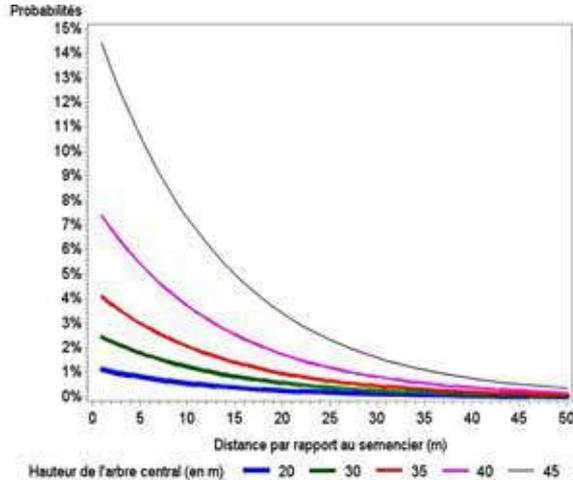
densités de tiges d'Okan par type de régénération, les plantules étant la catégorie la plus abondante (p = 0,02).

Autour de ces arbres centraux, la densité des arbres de 10 cm ou plus de diamètre, dans un rayon de 20 m a été de 425 tiges / hectare. Ces tiges appartiennent à 192 espèces. Des 192 espèces, 143 ont des densités supérieures à celle de l'Okan. Les espèces les plus fréquentes, leur densité et leur tempérament sont présentées au tableau 4. Parmi ces espèces, *Anthonotha fragrans* est la seule héliophile.

**Tableau 5 : Coefficients, nombres de Degrés de Liberté (DL), valeurs du test t et probabilités associées pour les variables influençant la probabilité d'observer des plantules**

Variables <sup>(1)</sup>	Estimation	DL	Valeur du test t	Valeur de p
Constante	-11.1989	94.52	-7.87	<.000
Dist	-0,07581	12096	-6,54	<.000
$G_{TOT-HEL}^{-1}$	15,4717	41,97	2,54	0,015
$\cos(Az-261,5)*Dist$	0,5139	12096	2,43	0,015
Haut <sup>2</sup>	0,001577	64,18	1,90	0,061

<sup>(1)</sup>Dist (m), G (m<sup>2</sup>/ha), Az (degrés), Haut (m)



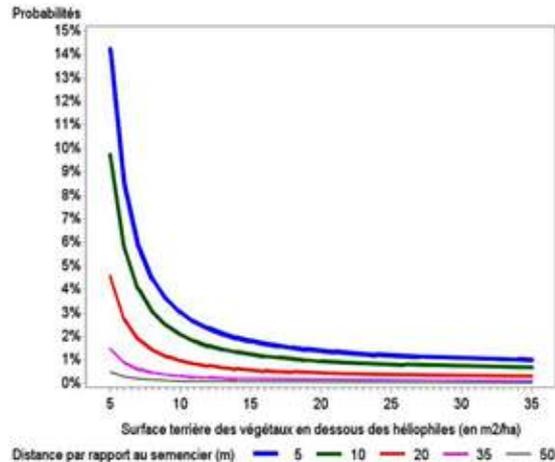
La hauteur des plantules est comprise entre 0 et 19 cm, la superficie considérée est de 100 m<sup>2</sup>, la surface terrière des ligneux en dessous des héliophiles était de 15 m<sup>2</sup>/ha, l'azimut de 270 degrés

**Figure 5 : Probabilités d'observer des plantules d'Okan en fonction de la distance par rapport au semencier, pour différentes hauteurs de l'arbre central (20, 30, 35, 40, 45 m)**

### 3.3. Facteurs influençant la probabilité de trouver de la régénération

#### 3.3.1. Facteurs influençant la probabilité de trouver des plantules

Les variables qui influencent significativement la probabilité de rencontrer les plantules autour des semenciers de ces 54 placettes sont (tableau 5) : la distance (Dist) entre les plantules et le semencier ( $p < 0.00$ ) ; l'inverse de la surface terrière ( $G_{TOT-HEL}^{-1}$ ) des végétaux autres que les héliophiles ( $p = 0.01$ ) et le cosinus de l'azimut en interaction avec la distance ( $\cos(Az-261.4)*Dist$ ,  $p = 0.0151$ ). La valeur de p de la hauteur au carré étant pratiquement significative ( $p = 0.06$ ), cette variable a été retenue dans le modèle. L'aire sous la courbe ROC (0,73) montre que la probabilité de rencontrer ou non une plantule est bien discriminée par le modèle.

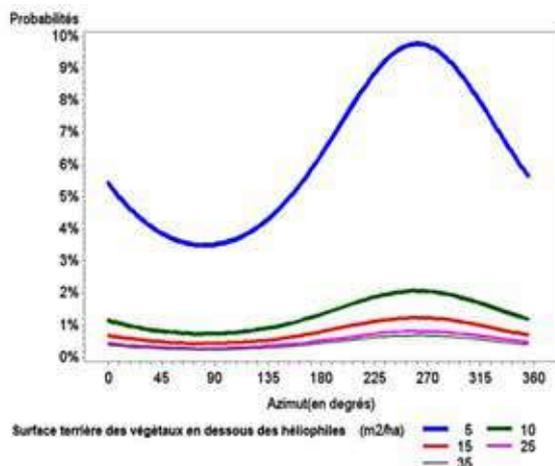


La hauteur des plantules est comprise entre 0 et 19 cm, la superficie considérée est de 100 m<sup>2</sup>, la hauteur du semencier de 30 m et l'azimut de 270°

**Figure 6 : Probabilités d'observer des plantules d'Okan en fonction de la surface terrière des végétaux (arbres) en dessous des héliophiles**

La distance étudiée varie entre 0 et 50 m. De manière générale, plus on s'éloigne de l'Okan central, plus la probabilité d'observer des plantules d'Okan diminue. Un exemple est donné à la figure 5 pour la direction Ouest. L'effet de la distance a été présenté pour diverses hauteurs de l'arbre central. La surface terrière des végétaux en dessous des héliophiles (sous-bois) varie entre 4,3 et 35,1 m<sup>2</sup>/ha avec une moyenne de 14,8 m<sup>2</sup>/ha. Ces végétaux partagent les strates en dessous de celle des héliophiles (dominants). Il s'agit des plantes sciaphiles, des autres végétaux tolérants à l'ombre (semi-héliophiles) et des végétaux à statut indéterminé en dessous de la canopée des arbres dominants. La tendance générale est une diminution de la probabilité d'observer une plantule avec l'augmentation de ladite surface terrière (figure 6).

Au-delà de la valeur moyenne de la surface terrière,



La hauteur des plantules est comprise entre 0 et 19 cm, la superficie considérée est de 100 m<sup>2</sup>, la distance par rapport au semencier est de 10 m, et la hauteur du semencier de 30 m

**Figure 7 : Probabilités d'observer des plantules d'Okan en fonction de l'azimut pour différentes surfaces terrières des végétaux (arbres) en dessous des héliophiles (5, 10, 15, 25, 35 m<sup>2</sup>/ha)**

**Tableau 6 : Coefficients, nombres de Degrés de Liberté (DL), valeurs du test t et probabilités associées pour les variables influençant la probabilité d'observer la régénération acquise**

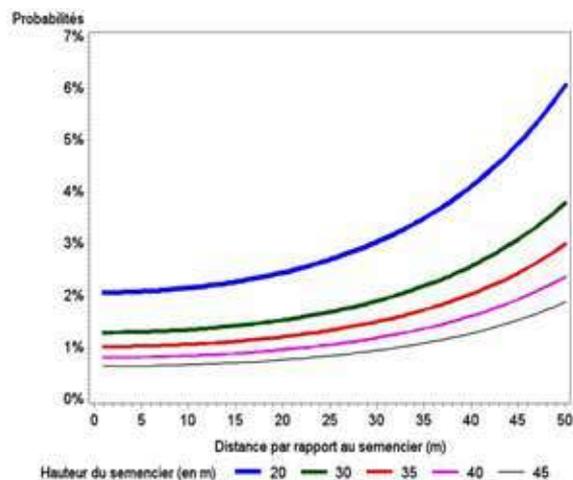
Variables <sup>(1)</sup>	Estimation	DL	Valeur du test t	Valeur de p
Constante	-7,5475	63,16	-9,66	<.0001
Dist <sup>2</sup>	0,000431	12096	2,95	0,0032
Haut	-0,04692	59,66	-2,08	0,0416

<sup>(1)</sup> Dist (m), Haut (m)

les probabilités d'observer les plantules d'Okan deviennent très faibles lorsque la surface terrière croît. Ces probabilités s'élèvent rapidement lorsqu'à partir de la moyenne, la surface terrière diminue. La tendance générale observée dans les placettes autour des arbres centraux est que, la direction Ouest (261°) est celle qui offre les probabilités les plus élevées de trouver une plantule. À l'opposé, la direction Est (81°) est celle vers laquelle la probabilité d'observer des plantules est généralement la plus faible (figure 7).

### 3.3.2. Facteurs influençant la probabilité de trouver la régénération acquise

En général, les probabilités d'observer une régénération acquise sont plus faibles que celles d'observer une plantule. Les variables qui contribuent à expliquer la présence de la régénération acquise sont



La hauteur considérée pour la régénération acquise est comprise entre 0,19 m et 12 m et la superficie considérée est de 100 m<sup>2</sup>

**Figure 8 : Probabilité d'observer la régénération acquise d'Okan pour diverses hauteurs du semencier (20, 30, 35, 40, 45 m)**

: la distance au carré par rapport au semencier (Dist<sup>2</sup>, p=0.003) et la hauteur du semencier (Haut, p=0.041) comme le montre le tableau 6. L'aire sous la courbe ROC (0,82) montre que la probabilité de rencontrer une régénération acquise est bien discriminée par le modèle retenu. La probabilité d'observer la régénération acquise croît avec l'éloignement par rapport au semencier dans l'intervalle 0 à 50 m (figure 8). Plus la hauteur du semencier croît, plus faibles deviennent les probabilités de rencontrer de la régénération acquise.

## 4. Discussion

### Généralités sur la régénération de l'Okan

Les Okan ont été répartis en trois catégories lors des observations de terrain. Les plantules sont les plus jeunes tiges observées, suivies de la régénération acquise et des Okan matures ou en maturation. Les densités se sont montrées décroissantes lorsqu'on passe des plantules aux tiges matures (figure 4). Un quart des placettes contiennent des plantules lors de la collecte des données. Bien que les plantules aient des densités plus élevées, la régénération acquise a été rencontrée dans un plus grand nombre de placettes (tableau 2). Les plantules seraient saisonnières. En effet, les graines d'Okan ne montrent pas de dormance et germent en 5-12 jours (Loupe, 2008). En plus des plantules de l'année, la présence des gousses d'Okan dans les placettes a confirmé que les arbres sont en production.

En termes de densité, en dessous de ses semenciers, les plantules d'Okan présentent les densités les plus élevées (5,5 tiges / ha contre 2,3 pour la régénération acquise) par rapport aux autres stades de régénération de l'espèce. L'abondance des plantules (en rapport avec les autres classes) est entre autres justifiable par le fait que l'inventaire a été effectué pendant la période de chute des graines. Cependant, pour les tiges de plus de 10 cm de diamètre, les densités de l'Okan sont inférieures à celles de 143 des 192 espèces inventoriées autour de ses semenciers. Cette décroissance des densités se rapproche d'un «J» inversé (figure 4). Les espèces présentant ce type de structure sont des espèces «plus ou moins tolérantes à l'ombrage dans leur jeune âge et réagissant positivement à un apport lumineux» (Forni, 1997). Ces résultats indiquent que la croissance et le développement subséquent des tiges d'avenir sont conditionnés par la couverture végétale environnante.

Les adultes situent leur cime dans la zone la plus élevée du couvert, l'espèce étant toujours dominante ou co-dominante à son stade adulte. La régénération, quant à elle, a été dénombrée en dessous d'une végétation dominée par les adultes et serait tolérante à l'ombre (Louppe, 2008). Ceci laisse à penser que le comportement de l'espèce face à la lumière varie en fonction du stade d'observation. Ces observations excluent l'espèce du groupe des espèces pionnières et de celui des sciaphiles strictes. Ceci constitue un grand avantage pour assurer sa régénération en milieu naturel en dehors des autres facteurs qui peuvent affecter leur survie.

#### **Facteurs influençant la présence d'une plantule d'Okan**

Les conditions favorables à l'observation des plantules, dans leurs stades les plus jeunes, sont : le choix de la période de collecte et le diamètre des arbres. Les périodes d'observation sont importantes, d'une part parce que les dates de floraison, fructification de l'espèce sont fonction du lieu où on se trouve dans son aire de répartition et d'autre part, les graines de *C. gabunensis* germent quelques jours après leur chute (Louppe, 2008). Le diamètre tire son importance du fait que les notions de Diamètre Minimum pour la Floraison (DMF) et Diamètre de Fructification Régulière (DFR) utilisées par Doucet et al. (2007) pour les essences tropicales sont applicables à l'Okan même si les valeurs pour l'espèce restent à déterminer.

Les paramètres retenus pour décrire la régénération de l'Okan incluent : les caractéristiques propres des semenciers, les paramètres décrivant le milieu et la disponibilité de lumière dans le sous-bois (tableau 1). En effet, les principaux paramètres qui influencent le comportement des espèces en zone tropicale humide sont d'une part la lumière, d'autre part l'eau et le sol (Dupuy, 1988). La lumière a été prise en compte à travers la surface terrière. Les variables qui décrivent la présence ou non des plantules sont : la distance au semencier, l'azimut, la surface terrière et marginalement la hauteur. La diminution de probabilité d'observer une plantule au fur et à mesure qu'on s'éloigne des semenciers corrobore les observations faites sur d'autres espèces tropicales (Norghauer et al., 2011 ; Grogan et Jurandir, 2006 ; Puig et al. ; 1989). Cette distance tendrait à classer l'Okan parmi les espèces ptérochores (planeurs lourds à aile) comme la plupart des espèces forestières anémochores (Daniel, 1989).

Les sous-placettes de la direction Ouest se sont révélées être celles ayant la plus forte probabilité d'avoir au moins une plantule. L'espèce étant décrite comme anémochore (Louppe, 2008 ; Doucet, 2007), l'effet du vent a été identifié comme la première raison pouvant justifier la différence de probabilité entre diverses orientations. Il agit sur les graines en les transportant à plusieurs mètres des semenciers, mais également sur les gousses (Forget, 1998 ; Rollet, 1969). Cependant il a été difficile de le confirmer d'une part, en raison de l'indisponibilité des données locales (dans la forêt étudiée), d'autre part, à cause du comportement des vents en forêt. En effet l'orientation générale des vents dominants de la région incluant la zone d'étude désigne des vents dominants allant de l'Ouest vers l'Est. Cependant, cette orientation générale n'a pu être soutenue par des informations locales qui sont également importantes dans le contexte de l'étude (Wilfried et al., 2014). De plus, les valeurs moyennes ne sont pas les plus intéressantes ; les données spécifiques à la période de dispersion des graines étant les meilleures. La probabilité d'observation élevée à l'Ouest peut aussi être en lien avec un phénomène autre que le vent ; une possibilité en lien avec l'éclairement et la chaleur. À cause du déplacement du soleil, la régénération ne souffre pas de l'ombrage de la même manière à l'Ouest et à l'Est de l'arbre-mère. La régénération du côté ouest profite de l'éclairement et de la chaleur de l'après-midi. Un développement plus rapide du

côté ouest mettrait la régénération plus rapidement à l'abri de la prédation, les graines étant mangées par de nombreux primates (White et Abernethy, 1996). Le niveau d'encombrement du sous-bois est décrit par la surface terrière des végétaux autres que les héliophiles (tableau 5) qui se positionnent comme dominants. Un niveau élevé d'encombrement peut : i) diminuer significativement la probabilité des graines libérées du semencier d'atteindre le sol ; ii) diminuer les probabilités de survie des plantules germées en raison d'un éclaircissement moindre. Plus cette surface terrière est élevée, plus faible est la régénération, comme cela a été observé dans de précédentes études (Ducrey et Labbé, 1986). Le couvert forestier aussi influence l'évolution des espèces surtout celles héliophiles. Pour ce qui est de la hauteur, bien qu'elle se soit avérée non significative au seuil de 5%, on peut penser que les grands arbres, dominant la végétation, sont plus offerts à l'effet du vent et ont une plus grande portée offrant une meilleure dispersion des semences. En dehors de ces facteurs, d'autres facteurs environnementaux et édaphiques peuvent conditionner l'observation des plantules. C'est le cas de la présence de sols temporairement inondables qui a été favorable à l'observation des plantules nouvellement germées. Cependant, cette variable n'a pas été retenue dans le modèle expliquant la probabilité d'observer une plantule en raison du faible nombre de placettes concernées, présentant ce type de sol.

#### **Régénération acquise : indicateur de survie des plantules**

Les probabilités d'observer une régénération acquise sont généralement plus faibles que celles d'observer les plantules bien que la régénération acquise couvre une gamme de tailles nettement plus étendue (figure 4). Les raisons qui le justifient n'ont pas été étudiées pour l'Okan, mais suggèrent un taux de mortalité élevé. Cela peut être dû à la prédation, aux agents pathogènes, au pourrissement (Puig, 1989) ou à des facteurs environnementaux (Baraloto, 2003 ; Janzen, 1970) tels que la nature du sol, la disponibilité ou non des précipitations lors de la chute des graines, etc.. Les facteurs environnementaux, pour la régénération acquise, semblent favorables à mesure qu'on s'éloigne des semenciers et sous les semenciers de petite hauteur. Les grands arbres incluent ceux les plus robustes, aux cimes les plus développées, couvrant de plus grandes superficies dans les placettes et

offrant plus d'espace à l'installation d'autres arbres qui contribuent à densifier le sous-bois. Ils sont ainsi moins favorables à la survie des plantules, la hauteur du couvert au sein d'une forêt pouvant être à l'origine d'un régime lumineux différent (Canham et al., 1990). En observant les plantules pour décrire la dissémination comme l'a fait Puig (1989), on déduit que les conditions préalables à une dissémination optimale des graines d'Okan sont différentes de celles favorables à la survie des plantules. En effet, la variation des signes des coefficients (distance et hauteur) dans les tableaux 5 et 6 montre que, plus les arbres sont hauts, mieux ils disséminent et plus ils font de l'ombrage, défavorable pour la survie de la régénération acquise.

#### **5. Conclusion**

Des hypothèses formulées, on retient que la distance par rapport au semencier, la surface terrière des individus du sous-bois et l'orientation par rapport au pied mère sont déterminants pour la probabilité d'observer une plantule ; la distance et la hauteur du semencier le sont pour la régénération acquise. De tous les stades observés, la régénération acquise est la plus à même de remplacer les semenciers ; ses densités étaient plus faibles (2,3 tiges /ha). L'Okan a des densités plus faibles en dessous de ses semenciers que 143 des 192 espèces inventoriées. Les plantules et la régénération acquise d'Okan sont retrouvées dans le sous-bois, en dessous des arbres parents, tandis que les tiges adultes sont en général dominantes et entourées de plants tolérants à l'ombre.

Afin d'assurer une sylviculture qui soit adaptée à son maintien, il faut approfondir les aspects suivants : la quantification de l'éclaircissement du sous-bois en présence des Okan doit être effectuée ; il en est de même des conditions pédologiques favorables à la germination et à la survie des graines qui tombent des semenciers. Même si la tendance dans la zone de collecte est à gérer l'espèce (plantules et adultes) comme héliophile, son tempérament ne fait pas l'unanimité. De plus, les plantules et les adultes semblent ne pas adopter le même comportement face à la lumière.

L'une des exigences faites aux gestionnaires forestiers (au Cameroun par exemple) pendant les travaux d'exploitation forestière est de laisser sur pied, après abattage, des semenciers capables d'accompagner la reconstitution des espèces (MINEF, 1998).

Cette exigence s'appuie uniquement sur la capacité des arbres à produire des graines, qui à leur tour produisent les plantules qui deviendront plus tard la régénération acquise. Il a été noté que les facteurs favorables à l'observation des plantules ne sont pas toujours propices au passage au stade de régénération acquise. C'est le cas de la distance, ou de la hauteur. Les opérations de récolte peuvent tenir compte des orientations vers lesquelles on observe le plus grand nombre de plantules. Le débardage de tiges abattues doit ainsi se faire dans la direction présentant les probabilités les plus faibles d'observer les plantules afin d'infliger le moins de dégâts possible à la régénération.

Dans les zones où les peuplements sont très dégradés, des actions sylvicoles peuvent favoriser la restauration de l'espèce. Une régénération artificielle de l'Okan dans ces zones peut être envisagée pour soutenir la régénération naturelle de l'espèce. Des études complémentaires portant par exemple sur le diamètre de fructification régulière, le tempérament de l'Okan, sa capacité à coloniser les trouées, résultant d'opérations de récolte, et sa régénération artificielle contribueraient à une meilleure gestion de l'espèce.

### Remerciements

Cette étude qui est une contribution à la connaissance et l'aménagement des espèces forestières commerciales du Bassin du Congo a été menée à terme grâce à l'implication de plusieurs acteurs. L'occasion est ici donnée de remercier le Programme Elargi de Formation en Gestion des Ressources Naturelles dans le Bassin du Congo (PEFOGRN-BC), l'Université Laval et le Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale (RIFFEAC) qui ont financé les études de l'auteur principal et la grande partie des activités de terrain.

Cet appui a été consécutif à une sollicitation formulée par le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) à travers l'École Nationale des Eaux et Forêts (ENEF) du Cameroun. Des remerciements spécifiques à Marie-Rose Ndedi, Ibrahim Linjouom, Prospère Magloire Seme qui ont pris des décisions favorables à la poursuite de ces travaux ; aux plus hautes instances du MINFOF-MINFOPRA du Cameroun qui ont donné leurs quitus pour la mise en disponibilité de l'auteur principal pour la réalisation de ces travaux.

Les auteurs remercient également la Fabrique

Camerounaise des Parquets (FIPCAM) en général, son Unité d'Aménagement et sa direction en particulier qui a ouvert ses sites d'exploitation et facilité les travaux de terrain. Une reconnaissance est aussi témoignée à Narcis Dogmo, Joseph Bitounou, Mbarga Mbarga et Vidal Ouamba, qui ont participé à la collecte des données.

### Bibliographie

**Atta-Boateng, J. et Moser, J.W., Jr. (1999).** A method for classifying commercial tree species of an uneven-aged mixed species tropical forest for growth and yield model construction. *Forest Ecology and Management*, 104, 89-99.

**Baraloto, C. (2003).** Régénération forestière naturelle : de la graine à la jeune tige. *Rev. For. Fr. LV*, 179-187.

**Barend, S.V.G. (2004).** Disturbance diversity and distributions in Central African rain forest. *Wageningen University*, 199 p.

**Beina, D. (2011).** Diversité floristique de la forêt dense semi-décidue de Mbaïki, république centrafricaine : étude expérimentale de l'impact de deux types d'intervention sylvicole. *Thèse de doctorat, Université de Picardie Jules Verne*, 226 p.

**Canham, C.D., Denslow, J.S., Platt, W.J., Runkle, J.R., Spies, T.A., White, P.S. (1990).** Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Can. J. For. Res.* 20, 620-631.

**Clark, D.A. et Clark, D.B. (1984).** Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connel model. *The American Naturalist*, 124(6), 769-788.

**Connell, J.H. (1971).** On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. *Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers Popul. (Oosterbeck)*, 298-312.

**Daniel, Y.A. (1989).** Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Thèse de doctorat, Collection Études et Thèses*, 102 p.

**Debroux, L. et Delvingt, W. (2002).** Perspectives pour un aménagement des forêts naturelles fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du Moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja (Cameroun). *Séminaire FORAFRI de Libreville – Session 4 : exploitation, aménagement, gestion*, 1-14.

- Degen, B., Blanc, L., Caron, H., Maggia, L., Kremer, A., Gourlet-Fleury, S. (2006).** Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. *Biological Conservation*, 131, 386-401.
- Dominique, P.C. (2003).** Le rôle de la faune sur la régénération forestière naturelle. *Rev. For. Fr. LV*, 195-205.
- Doucet, J.L., Issembé, Gillet, J.F., Nimbot, Y., Boubady, A. (2007).** Dynamique des peuplements forestiers d'Afrique centrale ; *seconde partie : fiches descriptives*, 58 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.
- Ducrey, M., Labbé, P. (1986).** Étude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe. II - Installation et croissance des semis après les coupes d'ensemencement. *Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences*, 43 (3), 299-326.
- Dupuy, B. (1988).** Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. *Projet FORAFRI, CIRAD*, 387 p.
- Forget, P.M. (1998).** Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. *Thèse de doctorat, Université de Paris 6*, 285 p.
- FIPCAM (2016).** Plan d'aménagement révisé de l'Unité Forestière d'Aménagement 09 004B, 94 p.
- Forni, E. (1997).** Types de forêts dans l'Est Cameroun et étude de la structure diamétrique de quelques essences. *Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies en Sciences agronomique et Ingénierie biologique. Faculté universitaire*.
- Fredericksen, T.S. et Putz, F.E. (2003).** Silvicultural intensification for tropical forest conservation. Kluwer Academic Publishers, *Biodiversity and Conservation*. 12, 1445-1453.
- 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 Liège-Gembloux Agro-Bio tech*, 194 p.
- Grogan, J. et Jurandir, G. (2006).** Factors limiting post-logging seedling regeneration by big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in Southeastern Amazonia, Brazil, and implications for sustainable management. *BIOTROPICA*, 38(2), 219-228.
- Hosmer, D.W. et Lemeshow, S. (2000).** Applied logistic regression (Second Edition). *Wiley, Inc.*, New York, 397 p.
- Janzen, D. (1970).** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, 104, 501-528.
- Karsenty, A., Cerutti, P., Doucet, J.L., Putz, F.E., Romero, C., Bernard, C., Eba'a Atyi, R., Douard, P., Claeys, F., Desbureaux, S., Ezzine de Blas, D., Fayolle, A., Fomété, T., Forni, E., Gond, V., Gourlet-Fleury, S., Kleinschroth, F., Mortier, F., Nasi, R., Nguinguiri, J.C., Vermeulen, C., De Wasseige, C. (2016).** L'aménagement forestier au Congo engendre-t-il plus de déforestation ? *Agritrop*. <http://dx.doi.org/10.18167/agritrop/00001>, 17 p.
- Karsenty, A. et Gourlet-Fleury, S. (2006).** Assessing sustainability of logging practices in the Congo Basin's managed forests: the issue of commercial species recovery. *Ecology and Society*, 11 (1), 26. 13p.
- Kouitcheu, M.L.B., Kouam, J., Pewannlap, B.V., Bonaventure, N.T., Ngadjui, F.Z.T. et Etoa, F.X. (2007).** Evaluation of antimicrobial activity of stem bark of *Cylicodiscus gabunensis* (Mimosaceae). *Afr. J. Trad (CAM)*, 4(1), 87-93.
- Kouitcheu, M.L.B., Penlap, B.V., Kouam, J., Ngadjui, B., Bonaventure, T. et Etoa, F.X. (2006).** Evaluation of antidiarrhoeal activity of the stem bark of *Cylicodiscus gabunensis* (Mimosaceae). *African Journal of Biotechnology*, 5 (11), 1062-1066.
- Loupe, D., Oteng-Amoako, A.A., Brink, M. (2008).** Ressources végétales de l'Afrique Tropicale. Bois d'œuvre. Traduction de plant : Plant Ressources of Tropical Africa Timbers. *Fondation PROTA*, Wageningen, Pays-Bas. 783p.
- MINEF (1998).** Normes d'intervention en milieu forestier. Ministère de l'Environnement et des Forêts.
- MINFOF (2016).** Programme National de Reboisement. Cellule de suivi de la Régénération du Reboisement, Cameroun. 68 p.
- MINFOF (2014).** Bases de données du Système Informatique de Gestion d'Informations Forestières. SIGIF, Cameroun.
- Ndongo, D. (2010).** Mise en place d'un dispositif de recherche pour la collecte des données sur la biologie et

l'écologie de *Pericopsis elata* (Assamela) au Cameroun (*Rapport partiel*). Projet OIBT/CITES, 79 p.

**Norghauer, J.M., Nock, C.A., Grogan, J. (2011).** The importance of tree size and fecundity for wind dispersal of big-leaf mahogany. *PLoS ONE*, 6(3), 1-12.

**OIBT (2011).** Situation de la gestion des forêts tropicales 2011. *Organisation Internationale des Bois Tropicaux*, 46-54.

**Okokon, J.E., Basil, N.I. and Aniekan, E.U. (2006).** Antiplasmodial activity of *Cylicodiscus gabunensis*. Science Direct, *Journal of Ethnopharmacology*, 107, 175-178

**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.

**Rollet, B. (1969).** La régénération naturelle en forêt dense sempervirente de plaine de la Guyane Vénézuélienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, 124, 19-38.

**Schwartz, G., Falkowski, V., and Peña-Claros, M. (2017).** Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: Short-term responses after reduced-impact logging. *Forest Ecology and Management*, 385, 97-103.

**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.

**Sist, P. et Brown, N. (2004).** Silvicultural intensification for tropical forest conservation: a response to Fredericksen and Putz. *Biodiversity and Conservation*, 13, 2381-2385.

**Soladoye, M.O., Chukwuma, E.C. and Owa, F.P. (2012).** An 'Avalanche' of Plant Species for the Traditional Cure of Diabetes mellitus in South-Western Nigeria. *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 2 (1), 60-72.

**Stage, A.R. (1976).** An Expression for the Effect of Aspect, Slope, and Habitat Type on Tree Growth. *Forest Sci.*, 22, 45-460.

**Tchouto, G.P.M. (2004).** Plant diversity in a Central African rain forest, Implications for biodiversity conservation in Cameroon. *Wageningen University*, 1-205.

**Thorsten, D.H. (2011).** Inventory of Natural Regeneration and the Recovery of Logging Gaps in the Nkrabia Forest Reserve in Ghana – A Comparison between Chainsaw Milling and Conventional Logging. *Bachelor Thesis*. 77 p.

**White, L. et Abernethy, K. (1996).** Guide de la Végétation de la Réserve de la Lopé. *ÉCOFAC Gabon*. 229 p.

**Whitmore, T.C. (1989).** Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, 70(3), 536-538.

**Wilfried, P.M., Bain, C.L., Chadwick, R.S., Graham, R., Sonwa, D.J., Kamga, F.M. (2014).** Identification of processes driving low-level westerlies in West Equatorial Africa. *American Meteorological Society*, (57), 4245-4262.

## Influence des pressions parasitaires (Loranthaceae) et anthropiques sur la dynamique des peuplements du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. C. F.) au Tchad

Djekonbe P.<sup>1</sup>, Avana T.M.L.<sup>1</sup> et Womeni M.H.<sup>2</sup>

(1) Département de Foresterie, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, B.P. 222 Dschang-Cameroun. / e-mail : avanatie@yahoo.fr

(2) Département de Biochimie, Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P. 67 Dschang-Cameroun

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437210>

### Résumé

Au Tchad, *Vitellaria paradoxa* est une espèce à usages multiples qui, malheureusement, est souvent la cible de multiples pressions parasitaires et anthropiques. L'objectif de la présente étude est de contribuer à la gestion durable de l'espèce au Tchad à travers une caractérisation des facteurs responsables de ces pressions. Pour y parvenir, un inventaire des arbres parasités par les espèces de Loranthaceae ainsi qu'une évaluation des indices de pressions anthropiques ont été réalisés dans sept des vingt-trois régions administratives du Tchad. 512 unités de comptage de 100 m x 100 m ont été implantées dans 128 villages à travers lesquelles 4 712 arbres ont été caractérisés. Le nombre de touffes de plantes parasites par arbre a été recensé, les indices d'écorçage des tiges et d'élagages anarchique des branches ont été relevés. Les résultats révèlent que les peuplements de karité sont fortement parasités avec une densité moyenne de 17 touffes

de parasites par arbre. La densité moyenne des indices de pression anthropique par hectare est de 14 pour l'écorçage, 6 pour les tiges percées, 7 pour les tiges brûlées et de 4 pour l'élagage. Le taux moyen d'infestation parasitaire varie en moyenne de 54% dans les systèmes cultivés à 81% dans les milieux naturels (savanes et jachères). L'analyse de Classification Ascendante Hiérarchique a permis de regrouper les bassins de production en trois types de parcs à karité suivant un gradient de dégradation. Il ressort de ces résultats que les principaux facteurs qui dégradent les parcs à karité au Tchad sont l'infestation des Loranthaceae et l'écorçage des tiges. Pour la gestion durable des ressources du karité au Tchad, cette étude recommande le développement et la promotion des méthodes de lutte contre les infestations de Loranthacées et une sensibilisation des populations pour la domestication et l'adoption des méthodes rationnelles d'écorçage et d'élagage.

**Mots clés** : Classification Ascendante Hierarchique (CAH), indice de pression, Loranthaceae, Tchad, *Vitellaria paradoxa*

### Abstract

In Chad, *Vitellaria paradoxa* is a multipurpose tree species that, unfortunately, is often the target of parasitic and anthropogenic pressures. The objective of this study was to contribute to the sustainable management of *V. paradoxa* in Chad through the characterization of factors responsible of these pressures. To achieve this, an inventory of Shea trees infested by Loranthaceae parasites and an assessment of anthropogenic pressure indices were conducted in seven out of the twenty-three administrative regions in Chad. 512 plots units of 100 m x 100 m were implanted in 128 villages through which 4 712 trees were characterised. The number of clumps of parasitic plants was recorded, the indices of stem peelings and uncontrolled branch pruning was noted. The results reveal that Shea stands are heavily parasitized with an average density of 17 tufts per tree. The average density of human pressure indices per hectare is 14 for debarking, 4 for

pruning, 6 for pierced stems and 7 for burnt stems. The rate of parasite infestation varies from 54% in farming systems (Crop farms, homegardens and Fruit orchards) to 81% in natural land use (savanna and fallow lands), whereas the level of anthropogenic pressure, especially bark removal is higher in farmlands. The Hierarchical Ascendant Classification analysis grouped the Shea production areas into three types of parks according to a degradation gradient. From the results, it appears that the main factors degrading shea parks in Chad are infestation of tree branches with Loranthaceae and debarking for medicinal use. Therefore, for the sustainable management of shea tree resources in Chad, this study support the development and promotion of a control measure against infestation of Loranthaceae parasites as well as sensitization of the populations for Shea tree domestication and adoption of rational methods of bark harvesting and branch pruning.

**Keywords** : Hierarchical Ascending Classification, indices of pressure, Loranthaceae, Chad, *Vitellaria paradoxa*

## 1. Introduction

*Vitellaria paradoxa* est une Sapotaceae d'intérêt socioéconomique, alimentaire, médicinal et cosmétique utilisée par les populations tchadiennes et considérée comme espèce à usages multiples dont presque tous les organes ont des vertus (Diarrassouba, 2008 ; Gwali et al., 2012). En effet, la pulpe des fruits est consommée par les populations et considérée comme un aliment d'appoint durant les périodes de disette. La noix contenue dans le fruit renferme une amande d'où est extrait le beurre de karité ayant un usage alimentaire et cosmétique (Gnanglè et al., 2012). En plus de son utilisation à des fins culinaires, la vente des amandes et du beurre contribuent à l'amélioration de la sécurité alimentaire (Sanou et Lamien, 2011). Au Tchad, l'espèce est omniprésente de manière naturelle dans les savanes soudaniennes couvrant 10 % du territoire national et 7 des 23 régions du pays (Djekota et al., 2014) où elle joue un rôle socioéconomique très important. Le beurre est utilisé dans la cosmétique, les rituels socio traditionnels tels que les mariages, les funérailles et comme cataplasme chez les nouveaux nés (Rongead, 2014). Malheureusement, comme déjà rapporté dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, les peuplements de *V. paradoxa* au Tchad sont la cible des plantes supérieures hémiparasites de la famille des Loranthaceae et de multiples pressions anthropiques qui affectent significativement leur dynamique et leur productivité (Amon et al., 2010 ; Houénon, 2012; Edagbo et al., 2013 ; Djekota, 2014). En effet, la famille des Loranthaceae regroupe 77 genres, 950 espèces largement distribuées dans le monde et est constituée de plantes épiphytoïdes chlorophylliennes hémiparasites des plantes ligneuses, spontanées ou cultivées (Houénon, 2012). Ces parasites sont liés à leur hôte par un véritable pont structural et physiologique constitué par un système d'absorption ou suçoir qui permet le prélèvement de l'eau et des substances minérales de l'hôte à leur profit (Glatzel et Geils, 2009). En plus de ces pressions parasitaires, le prélèvement par les populations des écorces, branches et feuilles de karité pour divers usages contribue à fragiliser les arbres, les rendant vulnérables aux pressions environnementales encore non clairement élucidées qui affectent la dynamique de leur peuplement. Dans l'optique de mieux contrôler ces multiples pressions et élaborer une stratégie de gestion durable du karité, cette étude vise à caractériser les différentes menaces, et à apprécier leur ampleur dans les différents bassins de production de l'espèce au

Tchad. Plus spécifiquement, l'étude a pour objectif d'évaluer le taux d'infestation des Loranthaceae ainsi que les indices de pressions anthropiques sur les peuplements du karité au Tchad.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

L'étude a été menée dans la partie méridionale du Tchad où le karité y pousse de manière naturelle et qui regroupe 7 des 23 Régions Administratives que compte le pays (figure 1). Elle est située entre les 7°32,101' et 9°50,607' latitudes Nord et entre les 15°32,242' et 19°28'320 longitudes Est, dans un plateau parsemé de plaines inondables. Ces plaines sont arrosées par les eaux de pluie et de crue des fleuves Chari, Logone, Barh Sara, Salamat et des lacs Iro, Tréné, Léré, Fianga et Tikem. Elle couvre une superficie totale de 140 189 km<sup>2</sup> avec 4 732 198 habitants vivant principalement de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, de la cueillette et du commerce (INSEED, 2009). L'agriculture qui y est pratiquée est de type traditionnel caractérisée par la culture sur brûlis et de faibles moyens de production (ONDR, 2014). Le climat est de type soudano-guinéen, marqué par une saison sèche qui dure cinq mois (novembre-mars) avec une température moyenne de 35°C et la saison des pluies (avril-septembre) avec les précipitations annuelles oscillant entre 650 à 1 300 mm et une température moyenne de 26°C (DREM, 2016). La végétation est caractérisée par des formations naturelles et des plantations constituées des espèces telles que *Borassus aethiopum*, *Citrus sp*, *Detarium microcarpum*, *Hyphaene thebaica*, *Mangifera indica*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Psidium guajava*, *Vitellaria paradoxa*, *Zizyphus mauritania* (Atlas, 2012). La faune est plus diversifiée et composée des espèces caractéristiques de la savane à savoir les Mammifères, les Primates, les Rongeurs et des milliers d'espèces d'Oiseaux (Atlas, 2012).

### 2.2. Collecte des données

La carte de distribution des parcs à karité du Tchad a été utilisée pour le choix des 7 régions ciblées pour l'étude (Djekota et al., 2014). Entre quatorze à vingt villages ont été choisis par région suivant le niveau de connaissance du karité par la population et la disponibilité de la ressource près du village. Au total, 128 villages ont été considérés et dans chaque village, quatre unités de comptage de 100m x 100m ont été installées suivant le modèle de la FAO (2009) qui recommande l'implantation des placettes dans

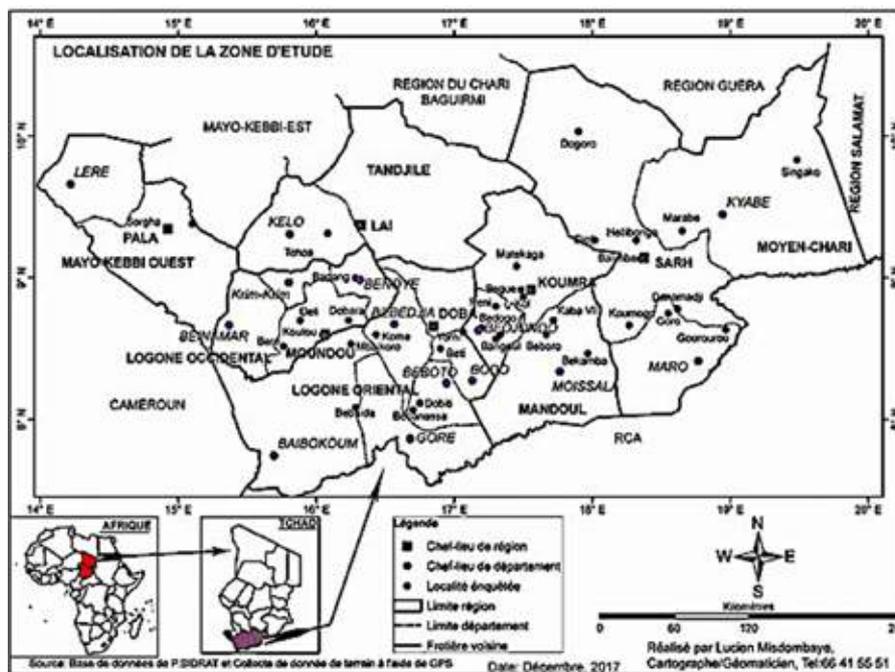


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

les orientations Nord-Sud-Est-Ouest du village et distants au moins d'un kilomètre les uns des autres. Au total, 512 placettes ont été installées pour un taux d'échantillonnage de 0,012%. Un total de 4 712 arbres a été géo-localisé et caractérisé. Le nombre de touffes des plantes hémiparasites sur les branches et les indices des menaces (écorçage, élagage anarchique, trace de feu, le trou dans la tige) ont été recensés et photographiés. Les coordonnées géographiques des villages ont été relevées à l'aide du GPS de marque Garmin eTrex 20.

### 2.3. Analyse des données

#### 2.3.1. Taux d'infestation parasitaire et d'indice des menaces sur les peuplements du karité

L'intensité des pressions de Loranthaceae sur les arbres à karité a été estimée en calculant le taux d'infestation, d'indices de menaces ainsi que la densité parasitaire. Le taux d'infestation ( $T_i$ ) tel qu'utilisé par Houéhanou et al. (2011) a permis d'exprimer le pourcentage des tiges de karité parasitées dans les types de parcs à karité selon la formule :

$$T_i = \frac{NP_i}{NT} \times 100$$

Avec  $NP_i$  = nombre de pieds de karité présentant la menace  $i$  ;

NT = nombre total de pieds de karité examinés par hectare.

Les valeurs moyennes de ce taux ont été calculées par système d'utilisation de terre, par région et type de parc à karité. Le test de comparaison de moyennes de Fisher au seuil de 5% a été utilisé pour comparer les moyennes obtenues.

La densité parasitaire est le nombre de touffes de Loranthaceae recensé par arbre parasité en tenant compte des systèmes d'utilisation de terre, des régions et des parcs à karité. Les différences entre le nombre des touffes de Loranthaceae et les indices des menaces ont été évaluées pour les différents systèmes d'utilisation de terre et entre les régions à travers l'analyse de variance grâce au logiciel XLSTAT 2015. Les moyennes significativement différentes ont été séparées à l'aide du Duncan Multiple range Test. L'évaluation de la densité parasitaire par pied de karité a été faite conformément aux cinq niveaux d'infestation définis par Houéhanou et al. (2011), notamment le niveau 1 (très faible infestation avec 1-5 touffes sur un pied); Niveau 2 (faible infestation avec 6-10 touffes sur un pied); Niveau 3 (infestation moyenne avec 11-15 touffes sur un pied); Niveau 4 (infestation forte avec 16-20 touffes sur un pied) et Niveau 5 (infestation très forte avec plus de 20 touffes sur un pied).

**Tableau 1: Densité moyenne de touffes de parasites par arbre et indice des pressions par hectare en fonction des régions au Tchad**

Régions statistiques descriptives	Parasite/arbre	Ecorçage/ha	Elagage/ha	Tige percée/ha	Tige brûlée/ha
Mandoul	9 <sup>c</sup>	7 <sup>c</sup>	3 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Tandjilé	13 <sup>b</sup>	19 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
Logone Oriental	11 <sup>bc</sup>	13 <sup>b</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Moyen-Chari	14 <sup>b</sup>	9 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>
Mayo-Kebbi Ouest	24 <sup>a</sup>	16 <sup>b</sup>	5 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
Logone Occidental	17 <sup>b</sup>	12 <sup>c</sup>	4 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>
Mayo-Kebbi Est	28 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>
Moyenne ± ET	17 ± 7,86	14 ± 3,27	4 ± 2,16	6 ± 4, 766	7,14 ± 3,34
P	0,007	0,011	0,571	0,089	0,082

Les valeurs affectées de la même lettre entre les colonnes ne sont pas significatives au seuil de 5% ; ET = Ecart Type

### 2.3.2. Typologie des parcs à karité

Pour la séparation des régions en types de parcs à karité suivi de leur hiérarchisation, l'Analyse en Composante Principale (ACP) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été effectuées à l'aide du logiciel XLSTAT 2015. La spatialisation des types de parcs suivant un gradient de dégradation a été effectuée à partir d'une carte de la zone d'étude. Ladite carte a été réalisée avec le logiciel Quantum GIS 1.5.0 Tethys à partir des données de densité parasitaire et des taux de pressions anthropiques pour les types de parcs à karité caractérisés.

## 3. Résultats

### 3.1. Nature des pressions sur le karité dans son aire de distribution naturelle au Tchad

La densité parasitaire moyenne est de  $17 \pm 7,86$  touffes/arbre et varie significativement ( $p=0,007$ ) de  $9 \pm 1,29$  touffes/ha dans la région de Mandoul à  $28 \pm 2,21$  touffes/arbre dans celle du Mayo-Kébbi Est. Les densités moyennes des indices de pression varient de  $4 \pm 2,1$  indices/ ha pour l'élagage à  $14 \pm 5,11$  indices/ha pour l'écorçage. La région de Mayo-Kebbi Est a également enregistré les plus fortes valeurs d'indices pour l'écorçage (21 indices/ha), les tiges brûlées (13 tiges/ha) et l'élagage (6-7 indices/ha). Par contre, les plus fortes valeurs d'indices de tiges percées ont été obtenues à Mayo-Kebbi Ouest (10 tiges percées/ha). Toutefois, la comparaison des moyennes d'indices de pressions entre les régions étudiées par le test T de Student-Fischer montre que les différences observées sont significatives pour les indices d'écorçage ( $p=0,011$ ) mais non significatives pour les autres indices de menace testés (tableau 1).

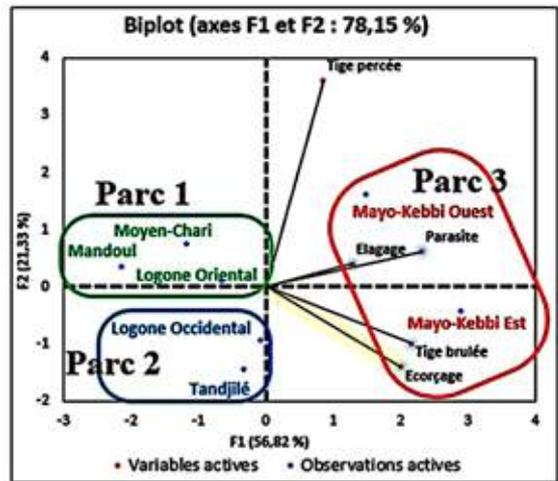


Figure 2 : Diagramme d'Analyse Composante Principale des parcs à karité au Tchad

### 3.2. Typologie des parcs à karité

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a permis d'affiner ces résultats et de faire ressortir divers assemblages des données suivant les facteurs de dégradation. Il en ressort que les deux premiers axes (1 et 2) sont corrélés à 78,15% de la variance. Les résultats permettent de distinguer trois types de parcs à karité notés Parc 1 (P1), Parc 2 (P2) et Parc 3 (P3) qui s'individualisent suivant l'axe 1 et 2 (figure 2). La figure 3 montre que suivant l'axe 1 dont 56,82% des variables sont expliquées, les régions du Mayo Kebbi Est et Mayo Kebbi Ouest (P1) sont opposées aux régions du Logone Occidental (P2) et Logone Oriental (P3). Suivant l'axe 2 (21,33% de la variance), les régions du Logone Occidental et de la Tandjilé (P2) sont opposées au Logone Oriental, Moyen-Chari et Mandoul (P3).

Cette opposition traduit une différence nette entre les paramètres de dégradation du parc P3 par rapport à ceux des parcs P1 et P2 (pressions anthropiques, densité et taux d'infestation).

### 3.3. Classification Ascendante Hiérarchique des parcs à karité

L'approche de la CAH est complémentaire de celle de l'ACP. L'ACP détermine les grands axes de dissemblances entre les variables (parcs), la CAH quant à elle détermine les ressemblances entre les parcs définis chacun par ses facteurs de dégradation (naturels et anthropiques). Le dendrogramme de la figure 3a et les profils de la figure 3b sont le résultat graphique de cette CAH. La troncature au niveau du nœud 17 de la figure 3a permet de séparer les régions et de distinguer trois classes correspondant aux types de parcs à karité notés P1, P2 et P3 (figure 3a et 3b). Ce résultat est fonction de l'occurrence du nombre de touffes des plantes parasitaires et des indices des pressions anthropiques.

### 3.4. Taux d'infestation parasitaire et des indices de pressions anthropiques sur les peuplements de karité en fonction des systèmes d'utilisation des terres et des types de parcs

Le taux moyen d'infestations parasitaire pour toutes les régions étudiées est de  $64,44\% \pm 17,24$  ( $p=0,676$ ). Le taux des pressions anthropiques d'écorçage, d'élagage, de tiges percées et brûlées sont respectivement de  $51,9\% \pm 15,93$ ;  $21,7\% \pm 9,23$ ;

$24\% \pm 7,27$  et  $21,4\% \pm 10,01$  (tableau 2). Le parc P3 présente un taux d'infestation parasitaire plus élevé (74,9%) par rapport aux parcs P2 (64,29%) et P1 (55,8%). Par contre les taux de menaces sur les tiges (percées et brûlées) sont plus élevés (25,3%) dans le parc P1 par rapport aux parcs P2 (22,8% ; 11,4%) et P3 (24% ; 27,5%) (tableau 2). Par contre, les taux de menaces sur les tiges (percées et brûlées) sont plus élevés (22,62%) dans le parc P1 par rapport aux parcs P2 (21,43% ; 10,71%) et P3 (22,88% ; 26,14). Toutefois la comparaison de ces moyennes par analyse de variance n'indique aucune différence significative entre les types de parcs ( $P > 0,05$ ) (tableau 2).

Dans l'ensemble, la tendance des menaces est plus importante pour les attaques parasitaires et l'écorçage comparée à l'élagage, aux tiges percées et brûlées. Les analyses de corrélation entre le nombre de touffes des plantes parasitaires et la circonférence des sujets parasités dans les différents types d'utilisation des terres donnent des valeurs de coefficient de corrélation de Pearson (r) de 0,559 dans les champs, de 0,461 dans les jachères, de 0,383 dans les savanes, de 0,711 dans les vergers et de 0,269 dans les jardins de cases.

La figure 4 présente les taux de menaces en fonction des systèmes d'utilisation des terres. Il en ressort que les attaques parasitaires sont plus fréquentes dans les milieux naturels tels que les savanes ( $81,4\% \pm 8,92$ ) et les jachères ( $80,4\% \pm 6,09$ ) par rapport aux systèmes cultivés (champs, vergers et jardins de case). Les prélèvements d'écorce par contre sont plus observés

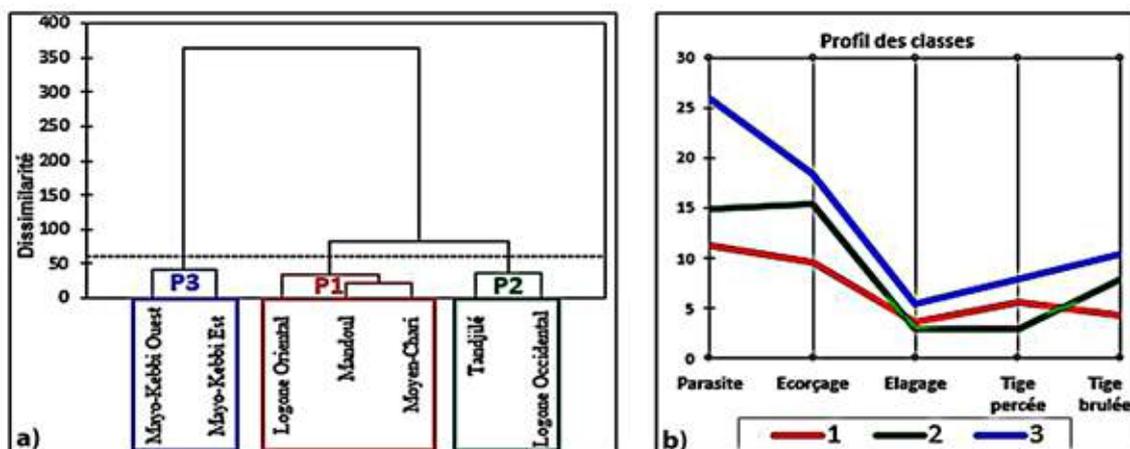


Figure 3: Diagramme de la CAH des parcs à karité du Tchad en fonction de l'occurrence des hémiparasites et des indices de pressions anthropiques

a) Dendrogramme de Classification Ascendante Hiérarchique montrant les groupes de parcs à karité en fonction de la similarité des indices de pression ; b) Profil évolutif des classes de parcs à karité en fonction de leur état de dégradation sous l'influence des pressions anthropiques.

dans les jardins de case (56% ± 12,35) et les vergers (75% ± 12,94). La comparaison de ces taux moyens de menaces par l'ANOVA montre que les différences sont significatives au seuil de 5%.

### 3.5. Evolution spatiale des facteurs de dégradation des peuplements du karité du Tchad

La figure 5 présente la répartition spatiale des types de parcs à karité selon les niveaux de dégradation.

Il en ressort que le parc P3 est fortement dégradé avec un taux moyen de 44,83% d'infestation et 39,72% d'indices de pression anthropique. Il est suivi du parc P2 moyennement dégradé avec un taux moyen de 29,31% d'infestation et 32,71% de pressions et le P1 faiblement dégradé avec un taux moyen de 25,86% d'infestation et 27,57% d'indices de menace.

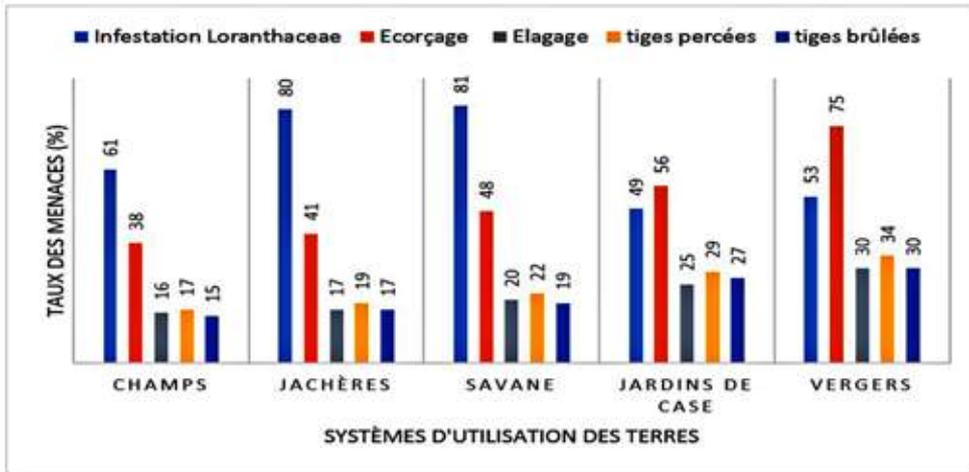


Figure 4 : Répartition des taux d'infestation de Loranthacées et des pressions anthropiques en fonction des systèmes d'utilisation des terres des arbres de karité au Tchad

Tableau 2 : Taux d'infestation parasites et des indices de pressions anthropiques en fonction des systèmes d'utilisation de terres et par types de parcs à karité au Tchad

Taux (%)	Types de Parc à karité	Systèmes d'utilisation de terres						P-value	
		Champ	Jachère	Savane	Jardin de case	Verger	Moyenne		Ecart-type
Infestation par Loranthaceae	P1	44,00	84,66	73,33	36,07	40,74	55,8	21,77	0,235
	P2	64,29	73,41	80	53,73	50	64,3	12,71	
	P3	75,82	83,10	91	57,02	67,65	74,9	13,22	
Ecorçage	P1	42,62	48,15	52	65,62	86,67	59	17,64	0,585
	P2	32,84	30,56	39,29	60,47	61,11	44,8	14,89	
	P3	39,67	47,06	52,75	42,13	77,42	51,8	15,17	
Elagage	P1	9,84	11,11	12	23,08	20	15,2	5,93	0,543
	P2	14,93	13,89	17,86	20,41	27,78	19	5,55	
	P3	22,31	26,47	29,67	32,53	43,55	30,9	8,02	
Tige percée	P1	16,39	18,52	20	38,46	33,33	25,3	9,89	0,852
	P2	17,91	16,67	21,43	24,49	33,33	22,8	6,66	
	P3	17,36	20,59	23,08	25,3	33,87	24	6,24	
Tige brûlée	P1	16,39	18,52	20	38,46	33,33	25,3	9,89	0,543
	P2	8,96	8,33	10,71	12,24	16,67	11,4	3,33	
	P3	19,83	23,53	26,37	28,92	38,71	27,5	7,13	

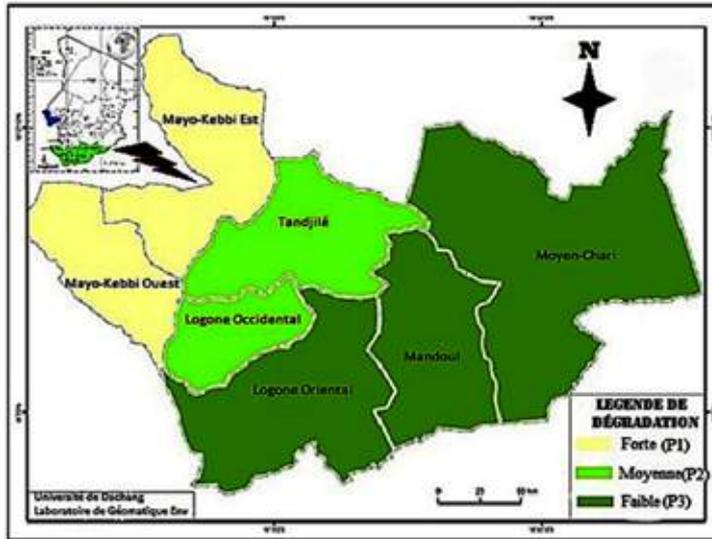


Figure 5 : Carte de répartition spatiale des trois types de parc à karité du Tchad suivant un gradient de dégradation par infestation des Loranthacées et pressions anthropiques

### 3.6. Influence des infestations de Loranthaceae et des pressions anthropiques sur les parcs à karité du Tchad

Les observations et les photographies effectuées sur le terrain ont permis de constater que l'infestation des Loranthacées rend les arbres vulnérables à d'autres formes de pression (figure 6a). Les prélèvements intensifs des écorces pour la pharmacopée infligent des blessures qui affectent l'intégrité physique de l'arbre (figure 6c). Les arbres ainsi fragilisés deviennent vulnérables aux attaques des termites et des insectes foreurs et xylophages. Ceci favorise l'occurrence des tiges percées et trouées (figure 6d et 6f). De même, l'élagage anarchique des branches diminue la résistance mécanique des tiges et les expose aux dessèchements et aux feux de brousse (figure 6b et 6e).

#### Discussion

Cette étude a permis de regrouper les peuplements de karité au Tchad en trois types de parcs suivant un gradient décroissant de dégradation en partant du parc P1 qui présente une forte dégradation par rapport au parc P2 et au parc P3 qui sont les moins affectés par l'infestation des Loranthaceae et les pressions anthropiques. Le gradient ainsi observé est inversement proportionnel à la densité des arbres de karité dans les régions ciblées, indiquant que la vulnérabilité des arbres de karité aux différentes menaces serait plus forte dans les peuplements à faibles densités.

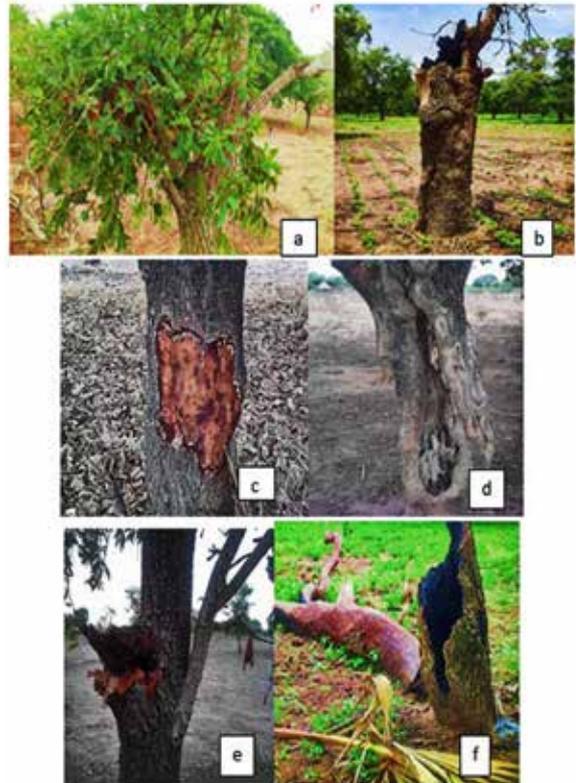


Figure 6 : Tiges de *V. paradoxa* présentant différentes formes de menaces dans les systèmes de production au Tchad

a) Touffes de Loranthaceae sur une branche ; b) un tronc d'arbre asséché ; c) indice d'écorçage sur un tronc d'arbre; d) indice de tiges trouées ; e) indice d'élagage anarchique d'un arbre; f) indice de tige calcinée et percée.

L'impact des plantes parasitaires est plus sévère dans les milieux naturels que dans les milieux cultivés. Ceci est en adéquation avec les résultats de Mapongmetsem et al. (2008) qui ont rapporté qu'au Cameroun, le karité figure parmi les fruitiers sauvages les plus parasités des savanes soudano-guinéennes. La variation de la pression parasitaire des Loranthaceae sur le karité en fonction du mode d'utilisation des terres a également été relevée dans les travaux de Houéhanou et al. (2011) et d'Ahamidé et al. (2017) réalisés au Nord du Bénin. Ces auteurs ont rapporté que l'impact des plantes parasitaires est plus sévère dans les milieux naturels par rapport aux systèmes cultivés et aux aires protégées. Cette différence est expliquée par plusieurs facteurs parmi lesquels le mode de dispersion des diaspores qui est assuré par les oiseaux du genre *Pogoniulus* et le rôle joué par cet animal pour lever la dormance tégumentaire des graines de ce hémiparasite (Boussim et al., 1993). Ces oiseaux qui jouent un rôle capital pour la perpétuation des espèces de Loranthaceae auraient tendance à éviter la présence humaine dans les systèmes cultivés et fréquemment visités tels que les vergers et les jardins de case, mais par contre, ils fréquenteraient plus régulièrement les milieux naturel (savanes et jachères) plus calmes et moins bruyants. D'où le fort taux d'infestation observé dans les savanes, les jachères, les champs éloignés des villages par rapport aux aires protégées telles que les jardins de cases et vergers (Houéhanou et al., 2011).

Selon Mapongmetsem et al. (2012), la faible pression parasitaire dans les systèmes agraires intensément gérés pourrait être attribuée aux pratiques d'entretien phytosanitaire des arbres par les exploitants et consistant à couper immédiatement les branches dès l'observation des plantes parasites. De plus, la forte diversité des arbres fruitiers généralement rencontrés dans les jardins de case et les vergers auraient pour conséquence une diversification des hôtes potentiels de l'hémiparasite et donc une diminution de la pression sur les arbres à karité dans ces systèmes d'utilisation des terres. En effet, Ahamide et al. (2017) ont montré qu'en cas d'une forte diversité d'hôtes, les oiseaux disséminateurs ont la possibilité de déposer une partie des graines de Loranthaceae sur des hôtes autres que le karité et parmi lesquels se trouvent des hôtes insensibles à ces parasites.

Les plantes parasitaires agissent en détournant à leur profit la sève brute initialement destinée à l'extrémité

distale de la branche parasitée provoquant une baisse de la production fruitière et dans certains cas la mort de leur l'hôte (Ahamidé et al., 2017). Compte tenu de leur influence négative, Boussim et Médah (2004) et Traoré et al. (2003) ont testé plusieurs méthodes de lutte contre ces hémiparasites dont les plus fréquemment utilisées sont la lutte mécanique, la lutte biologique et la sélection de variétés résistantes. La lutte mécanique qui consiste en la coupe de branches parasitées jusqu'à un niveau situé en amont du point d'insertion du parasite afin d'éliminer la totalité du système d'absorption, semble pour l'instant être la solution la plus rationnelle dans l'aire de distribution du karité au Tchad (Samaké et al., 2011).

Dans le cadre de la présente étude, les principales pressions anthropiques subies par les peuplements de karité au Tchad sont le prélèvement anarchique des écorces pour les soins médicaux, l'élagage abusif des branches pour la récolte de miel et du bois de chauffage, les tiges percées et brûlées. Les travaux antérieurs ont montré que l'action des hommes sur la dégradation du karité dépend étroitement des pratiques locales d'usage et de gestion de l'espèce (Djossa et al., 2008 ; Mapongmetsem et al., 2012 ; Akpona et al., 2015). Les menaces des feux saisonniers sont considérées comme les plus redoutables car les feux perturbent la régénération naturelle, et peuvent rendre la plante vulnérable aux parasites, à l'aridité du climat ou engendrer des troubles physiologiques (Glèlè Kakaï et al., 2011). Les résultats de la présente étude montrent que les prélèvements d'écorce sont plus fréquents dans les systèmes cultivés par rapport aux milieux naturels. Si on considère que l'intensité des menaces liées à l'exploitation d'un produit est fonction entre autres de la demande domestique et/ou commerciale, on peut en déduire que l'écorce du karité serait le produit le plus recherché par la population du Tchad après les fruits et les amandes. Selon Hassane (2007), si les prélèvements des écorces affectent le pourtour de la tige, la sève élaborée ne peut continuer à circuler à travers les parties écorcées exposant ainsi le sujet à la mort.

Mapongmetsem et al. (1998) ont observé que les pressions anthropiques (incendies périodiques, surpâturage, parasites animaux et/ou végétaux, et la coupe de bois-énergie) sur les peuplements étaient plus accentuées dans les milieux naturels et les champs éloignés des habitations et facilement accessibles. Ces menaces constituent une contrainte

pour la conservation des ressources de l'espèce et peuvent à long terme entraîner sa disparition dans certains sites ou la population ne cesse de croître. L'essentiel du karité demeure encore à l'état sauvage et les mesures d'interdiction prises pour sa gestion durable au Tchad restent peu appliquées. Il est urgent qu'un programme de domestication de cette espèce soit mis sur pied pour sauvegarder cette ressource et contribuer au bien-être des populations.

#### 4. Conclusion

Cette étude a permis de structurer les peuplements de karité répartis dans sept régions du Tchad en trois types de parcs suivant un gradient de dégradation. Le type de parc (P3), le plus dégradé regroupe les peuplements des régions du Mayo-Kebbi Est et du Mayo-Kébbi Ouest, le type moyennement dégradé (P2) est constitué des peuplements de karité de la Tandjilé et du Logone Occidental et les parcs de type P3 caractérisés par les peuplements faiblement dégradés (P1) et représentés par les régions du Logone Oriental, du Mandoul et du Moyen-Chari. Les infestations des Loranthacées et les prélèvements d'écorce constituent les principaux facteurs de dégradation des parcs à karité au Tchad. Cependant, la contribution des autres facteurs tels que l'élagage anarchique, les tiges percées et brûlées n'est pas à négliger. La fréquence des menaces est en général plus élevée en milieux naturels par rapport aux espaces agraires, indiquant l'influence des pratiques d'entretien des populations sur le contrôle des facteurs de dégradation. Pour soutenir ces initiatives paysannes de conservation et contribuer efficacement à la gestion durable des peuplements de karité au Tchad, il serait souhaitable de développer et promouvoir les stratégies techniquement et financièrement accessibles et écologiquement moins destructives de lutte contre les hémiparasites. Il conviendrait également de sensibiliser les populations pour qu'elles pratiquent l'intensification de la plantation du karité dans les jardins de case et les vergers, l'adoption des méthodes plus durables de prélèvement d'écorce et d'élagage sélectif qui pourraient également réduire les effets des parasites.

#### Bibliographie

Ahamidé, D.Y.I., Tossou, G.M., Yédomonhan, Hounnankpon et Adomou, C.A. (2017). Diversité des Loranthaceae et leur impact sur *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn.: Un fruitier à grande valeur

socio-économique au Nord-Bénin. *European Scientific Journal*, 13, (24) : 1857-7881.

Akpona, T.J.D., Akpona, A.H., Djossa, B.A., Savi, M.K., Damou, K., Ayihouenou, B. et Glèlè, Kakai, R. (2015). Impact of land use practices on traits and production of shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) in Pendjari Biosphere Reserve in Benin. *Agroforest Syst.* DOI 10.1007/s10457-015-9847-1

Amon, A.D.E., Soro, D., N'guessan, K., Traoré, D. (2010). Les Loranthaceae: plantes vasculaires des arbres et arbustes, au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, 25: 1565-1572. Disponible en ligne sur <http://www.m.elewa.org/JABS/2010/25/3.pdf>

Atlas de l'Afrique et du Tchad (2012). *Les éditions du Jaguar*. 75-129pp.

Boussim, I.J. et Médah, N. (2004). Méthodes de Lutte contre les Loranthaceae. *Homme, plantes et environnement au Sahel occidental*, 19:127-142.

Boussim, I.J., Guinko, S. et Sallé, G. (1993). *Tapinanthus* parasite du karité au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 238: 45–65.

Diarrassouba, N. (2008). Caractérisation morphologique chez le karité: *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. (Sapotaceae) et analyse de certains facteurs anthropiques affectant la structure de la diversité génétique des peuplements en Côte d'Ivoire. *Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire*, 126 p.

Djekota, C., Mouga, M., Djimramadji, A., Djelasse, B., Mbayngone, E., Maiga, D.R., Rimgoto, K. et Djiraïbé, N. (2014). Potentiel karité au Tchad (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. subsp. *paradoxa*). *Journal of Animal and Plant Sciences*. 23 (3) : 3646-3656.

Djossa, B.A., Fahr, J.T., Wiegand, T., Ayihouenou, B.E., Kalko, E.K., Sinsin, B.A. (2008). Land use impact on *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. Stand structure and distribution patterns: a comparison of Biosphere Reserve of Pendjari in Atacora district in Benin. *Agroforestry Systems*, 72: 205–220.

DREM (2016). Rapport annuel des données météorologique pour la campagne agricole 2015/2016. 82p.

Edagbo, D.E., Ighere, D.A., Michael, C. (2013). Mistletoe (*Tapinanthus bangwensis*) on the Conservation Status and Productivity of *Irvingia*

gabonensis in Moor Plantation Area of Ibadan, Nigeria. *Green. J. Agri. Sci.*, 3 (10): 743-747.

**FAO (Food and Agricultural Organization) (2009).** Manuel pour le relevé intégré de données sur le terrain: *Suivi et évaluation des ressources forestières nationales*. 201p. www.fao.org

**Glatzel, G., Geils, B.W. (2009).** Mistletoe Ecophysiology: Host-Parasite Interactions. *Botany*, 87: 10-15.

**Glèlè, Kakai, R., Akpona, T.J.D., Assogbadjo, A.E., Gaoue, O.G., Chakeredza, S., Gnangle C., Mensah, G.A., et Sinsin, B. (2011).** Ecological adaptation of the shea butter tree (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) along gradient in Benin, *West Africa. Afr J Ecol.*, 16:440-449.

**Gnanglè, P.C., Egah, J., Baco, M.N., Gbèmavo, C.D.S.J., Kakaï, G.R. et Sokpon, N. (2012).** Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord Bénin. *Int. Journ. Biol. Chem. Sci.*, 6 (1):136-149. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbc>

**Gwali, S., Nakabonge, G., Lamoris, Okullo, J.B., Eilu, G., Nyeko, P. et Vuzi, P. (2012).** Morphological variation among shea tree (*Vitellaria paradoxa* subsp. *nilotica*) 'ethnovarieties' in Uganda. *Genet Res. Crop. Evol.* 59: 1883-1898.

**Hassane, H. (2008).** Répertoire des espèces végétales les plus couramment utilisées en pharmacopée traditionnelle et impact des techniques de prélèvement sur la diversité biologique dans la réserve de Biosphère du W du Niger. *Mémoire de DEA, Université Abdou Moumouni*, Niamey Niger. 133 pp.

**Houéhanou, T.D., Kindomihou, V., Sinsin, B. (2011).** Effectiveness of Conservation areas in protecting Shea trees against Hemiparasitic plants (Loranthaceae) in Benin, *West Africa. Pl. Ecol. Evol.*, 144(3): 267-274.

**Houénon, G.J. (2012).** Les Loranthaceae des Zones Guinéenne et Soudano-Guinéenne au Bénin et leur Impact sur les plantations Agrumicoles. *Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi*, Abomey-Calavi, 133 p.

**INSEED (Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques) (2009).** Deuxième Recensement General de la Population

et de l'Habitat. *Résultats globaux. Ministère de l'économie et du Plan*. N'Djamena-Tchad. 87 pages.

**Kelly, B.A., Gourlet-Fleury, S., Bouvet, J.M. (2007).** Impact of agroforestry practices on the flowering phenology of *Vitellaria paradoxa* parklands in southern Mali. *Agroforestry Systems*, 71: 67-75.

**Mapongmetsem, P.M., Hamawa, Y., Djeumene, P., Maissele, D., Kossebe, C.F., Ndoum, J.F., Nduryang, J.B., Bebbe, F., Bouba, D., Wouldata, S., Zigro, L. et Barbi, M. (2008).** Valorisation des plantes alimentaires sauvages dans les savanes soudano-guinéennes du Cameroun. In : C. Kapseu, C.M. Mbofung et P.H. Amvam Zollo (éds) Développement de l'Agro-Industrie et création des richesses (Ngaoundéré, Cameroun : *Actes, conférence Internationale*), pp. 50-61.

**Mapongmetsem, P.M., Motalindja Monpea, H. et Nyomo (1998).** Eyes on the enemy: identifying parasites of indigenous fruit tree species in Cameroun. *Agroforestry Today*, 10(3), 10-11.

**ONDR (Office National de Développement Rural du Tchad) (2014).** Rapport annuel des activités. 35 pages

**Rongead (2014).** Karité (*Vitellaria paradoxa*). Rapport d'activités du Projet d'Appui aux filières oléagineuses au Tchad, 21 pages.

**Samaké, O., Dakouo, J.M., Kalinganire, A., Bayala, J. et Koné, B. (2011).** Techniques de déparasitage et gestion du karité. *ICRAF Technical Manual* No. 15. Nairobi: World Agroforestry Centre. 36 pages.

**Sanou, H., Lamien, N. (2011).** *Vitellaria paradoxa*. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique Subsaharienne. *Biodiversity International*: Rome Saforgen; 12 p.

**Thiombiano, A., Glele, Kakaï, R., Bayen, P., Boussim, J.I. et Mahamane, A. (2016).** Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques* 20 - Spécial Projet Undesert-UE: 15-31.

**Traoré, D., Da, K.P. et Soro, D. (2003).** Lutte contre les plantes vasculaires parasites du karité, dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Cas du parc naturel à karités de Tengrela, Universités de Cocody, Laboratoire de Botanique, *Rapport de PEP/AISA-CI.*, 116p.

## Etude des peuplements ichtyologiques des rivières Yoko et Biaro (Réserve de Yoko, Province Tshopo, R.D. Congo)

Mahamba B.R.<sup>1,2</sup>, Kangela K.V.<sup>2,3</sup>, Kankonda B.A.<sup>2</sup>, Ulyel A.P.J.<sup>2,4</sup> et Micha J.C.<sup>5</sup>

- (1) Université de Goma, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Phytotechnie, B.P : 204 Goma, R. D. Congo / e-mail : mahambar@yahoo.fr  
(2) Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Département d'Hydrobiologie, B.P : 2012 Kisangani, R.D. Congo  
(3) Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, Section, Eaux et Forêts, B.P : 202 Kisangani, R.D. Congo  
(4) Université de Kisangani, Centre de Surveillance de la Biodiversité, Département d'Ecologie et Biodiversité des Ressources Aquatiques, R.D. Congo  
(5) Université de Namur (UN), Unité de Recherche en Biologie Environnementale (URBE), rue de Bruxelles, 61 B-5000 Namur, Belgique

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437214>

### Résumé

L'étude sur l'ichtyofaune dans deux rivières forestières Yoko et Biaro à Ubundu de septembre 2008 à août 2009, avait pour but de caractériser les peuplements des poissons et déterminer les facteurs responsables de leur répartition spatio-temporelle. Plusieurs techniques ont été utilisées pour la récolte des poissons : filets maillants, palangres et nasses. La caractérisation des habitats a été faite selon une fiche de suivi hydromorphologique en précisant les profils transversaux des rivières tous les 50 m pour chacune des 8 stations sélectionnées; ainsi, 1533 spécimens de poissons appartenant à 59 espèces, 42 genres et 15 familles ont été récoltés. Les familles des Clariidae (*C. buthupogon* 32,7 %), Cyprinidae (*B. miolepis* 20,8 %), Mormyridae (*S. corneti* 13,9 %), Cichlidae (*H. fasciatus* 12,4 %), Distichodontidae (*I. besse congolensis* 8,1 %), Characidae (*B. Boulengeri* 7,3 %), sont relativement abondantes dans les captures et les plus diversifiées avec respectivement : 5, 10, 7, 8, 5 et

9 espèces chacune. Les indices de diversité de Shannon ( $\geq 1,79$ ), de Simpson ( $\geq 0,73$ ) et d'équitabilité ( $\geq 0,66$ ) calculés par station confirment que le milieu considéré est particulièrement riche en biodiversité et plus équilibré en ichtyo biodiversité. Les Analyses en Composantes Principales (ACP), l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) montrent que, les Malapteruridae, Characidae, Cichlidae, Mormyridae et Notopteridae sont fortement liées à la station Biaro 2 et celles des Distichodontidae, Clariidae, Mastacembelidae et Claroteidae à la station Yoko 4 suite à la corrélation positive observée entre les variables (végétation, température de l'eau, vitesse de l'eau, profondeur de l'eau, oxygène dissous et nature des substrats). Ceci montre que, les variables environnementales (biotiques et abiotiques) agissent de façon simultanée dans la répartition spatiale des peuplements ichtyologiques.

**Mots clés :** Diversité ichtyologique, habitats, variables environnementales, distribution spatiale, rivières Yoko et Biaro

### Abstract

The study of Ichthyofauna in two forest rivers Yoko and Biaro at Ubundu from September 2008 to August 2009 aimed at characterizing fish stands and determine the factors responsible for their spatio-temporal distribution. Several techniques were used for fish harvesting: gillnets, longlines and nass. Habitat characterization was based on a hydromorphological tracking sheet, specifying the river-to-channel profiles every 50 m for each of the 8 selected stations; thus, 1533 specimens of fish belonging to 59 species, 42 genera and 15 families were harvested. The families Clariidae (*C. buthupogon* 32.7 %), Cyprinidae (*B. miolepis* 20.8 %), Mormyridae (*S. corneti* 13.9 %), Cichlidae (*H. fasciatus* 12.4 %), Distichodontidae (*I. besse congolensis* 8.1 %), Characidae (*B. Boulengeri* 7.3%), are relatively abundant in catches and the most diversified with respectively: 5, 10, 7, 8, 5 and 9 species each. The diversity

indices of Shannon ( $\geq 1.79$ ), Simpson ( $\geq 0.73$ ), and evenness ( $\geq 0.66$ ) calculated by station confirm that the environment is particularly rich in biodiversity and more balanced in ichtyo biodiversity. The Principal Component Analysis (PCA), the Factorial Correspondence Analysis (FCA) and the Canonical Correspondence Analysis (CCA) show that Malapteruridae, Characidae, Cichlidae, Mormyridae and Notopteridae are strongly linked to the Biaro 2 station and those of the Distichodontidae, Clariidae, Mastacembelidae and Claroteidae to Yoko 4 station following the positive correlation observed between variables (vegetation, water temperature, water velocity, water depth, dissolved oxygen, and nature of substrates). This shows that environmental variables (biotic and abiotic) act simultaneously in the spatial distribution of fish communities.

**Keywords :** Ichthyological diversity, habitats, environmental variables, spatial distribution, Yoko and Biaro rivers

## 1. Introduction

La connaissance de la faune ichtyologique des rivières et des plans d'eau africains préoccupe depuis quelques années les naturalistes, les scientifiques et les responsables du développement car cette faune est très diversifiée et très originale vu son taux élevé d'endémicité et est, par ailleurs, fort exploitée voire surexploitée par des populations locales en permanente augmentation. A cela s'ajoute l'accélération alarmante de tous les processus de dégradation du milieu naturel qui fait planer le risque majeur de régression et de disparition des espèces.

La nécessité de prendre des mesures de conservation devient dès lors une préoccupation majeure. Ces mesures, pour être efficaces, nécessitent une bonne connaissance des espèces et des relations qui les lient à leur milieu (Lalèyè et al., 2004). Il n'y a jamais eu d'inventaire exhaustif de la faune ichtyologique des eaux de la R. D. Congo en général et en particulier de Kisangani et ses environs. Même à l'échelle d'une rivière ou d'un plan d'eau, les informations disponibles sur l'ichtyofaune y sont très fragmentaires et anciennes. Boulenger (1901) a fait état des poissons du bassin du Congo ; Ulyel et al. (1991a) ont travaillé sur les habitudes alimentaires des *Haplochromis* du lac Kivu; Mutambue (1992) a travaillé sur la systématique, la biologie et l'écologie de la faune piscicole du bassin de la Luki ; Poll et Gosse (1995), Lévêque et Paugy (1999a) ont travaillé sur les poissons des eaux continentales africaines ; Stiassny et al. (2006), Tshibwabwa et al. (2006) de même que Stiassny et Schliwen (2007) ont décrit des nouvelles espèces de poissons du fleuve Congo respectivement des genres: *Raiamas*, *Labeo* (Cyprinidae) et *Congochromis*, un nouveau genre de Cichlidae du fleuve Congo. Feulner et al. (2008) ont fait état de spéciation sympatrique de *Campylomormyrus* (Mormyridae) dans le fleuve Congo. A Kisangani et ses environs, nous relevons les travaux de : Kimbembé (1988), De Vos (1990), Danadu et al. (2003), Danadu (2015), Decru et al. (2017) et Mahamba et al. (2017b), sur la systématique, la biologie et l'écologie des poissons de quelques rivières de la région de Kisangani et ses environs.

La région de Kisangani regorge de cours d'eau forestiers tropicaux appartenant au bassin du Congo et regroupant une très grande diversité ichtyologique qui, elle-même n'est pas encore bien connue sur le plan taxonomique et encore moins sur le plan de la biologie et de l'écologie des espèces qui les peuplent. Cette diversité écologique confère

à ces cours d'eau de la région de Kisangani une richesse ichtyologique importante de plus en plus exploitée par des populations riveraines qui utilisent diverses techniques de capture. Il est donc plus que temps d'étudier et de caractériser les peuplements ichtyologiques des nombreux petits cours d'eau forestiers rarement prospectés jusqu'à présent (Mahamba et al., 2017b).

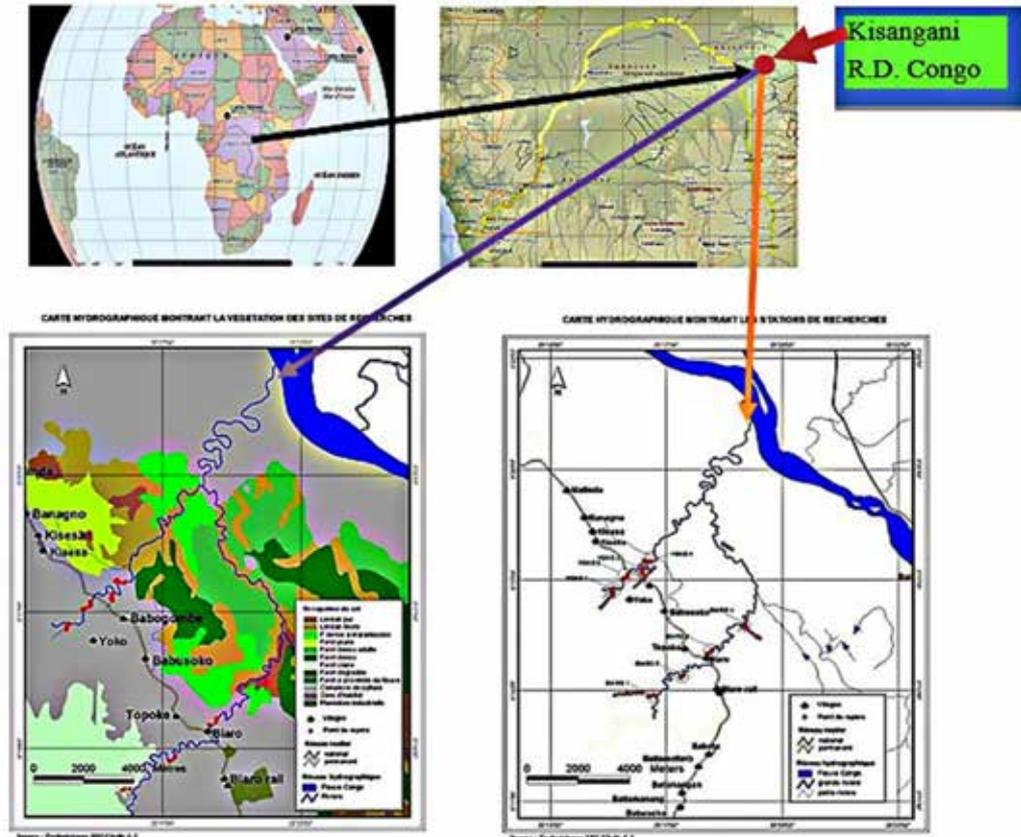
## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

La présente étude a été menée dans les rivières Yoko et Biaro en Territoire d'Ubundu, Province de la Tshopo (figure 1), RD Congo. La rivière Yoko a une longueur totale de 13 km à vol d'oiseau. Elle est traversée par la route menant vers Ubundu à 27 km de la ville de Kisangani. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes : latitude Nord : 00°17'17,0'' ; longitude Est : 25°16'24,3'', l'altitude est de 403 m, son bassin versant est directement situé dans la Réserve de Yoko (figure 1). Cette réserve a une superficie globale de 6 975 ha. Quant à la rivière Biaro, elle prend sa source dans la forêt de Batiabetu à 58 km de la ville de Kisangani. Elle a une longueur totale de 40,2 km à vol d'oiseau. Elle se jette dans le Fleuve Congo à Babokoti dans la collectivité secteur de Lubuya-Bera. La rivière est traversée par la route Kisangani-Ubundu à 38 km de Kisangani. Elle limite la Réserve de Yoko dans sa partie Sud-Est et forme une demi boucle en suivant cette direction (Kumba et al., 2013). Ses coordonnées géographiques sont les suivantes : latitude Nord 00° 15'17,2'' ; longitude Est 25° 18'52,5'' et l'altitude est de 402 m. La figure 1 montre les différentes stations et la description de l'occupation du sol de cette recherche.

### 2.2. Echantillonnage et analyse

Huit stations ont été choisies le long des rivières Yoko et Biaro, dont quatre sont localisées dans la Réserve de Yoko et les quatre autres en dehors de la Réserve. Les échantillons de poissons ont été récoltés au cours d'un cycle annuel (septembre 2008 à août 2009) à l'aide des différentes techniques : filets maillants de 20 m de long et de 1 m de hauteur à mailles entrecroisés de 1,5, 2, 2,5 et 3 cm ; nasses traditionnelles d'environ 1 m de long et 30 cm de diamètre, lignes individuelles et palangres de 25 m de long avec hameçons numéros: 8 ; 10 ; 12 ; 14 ; 16 ; 18 et 20 appâtés de vers de terre, de mollusques, de petits poissons, etc. Les pêches ont toutes été effectuées la troisième semaine de chaque mois. Sur le terrain, les



**Figure 1 : Carte hydrographique avec stations de prélèvements de poissons (points rouges) dans les rivières Yoko et Biaro (Yoko 1, 2, 3, 4 et Biaro 1, 2, 3, 4 de l'amont vers l'aval) affluents du fleuve Congo**

engins et les techniques de pêche ont été standardisés pour toutes les stations et les travaux de terrain ont débuté au même moment dans l'ensemble des stations. L'échantillonnage des poissons a été réalisé dans tous les cas sur base d'une fréquence cumulée de trois nuits d'effort de capture par station et par mois; pour ce faire, les différents filets maillants et palangres ont été posés parallèlement au courant d'eau dans les huit stations entre 17 et 18 h le soir et relevés le lendemain à partir de 6 h le matin.

Après le relevé des filets, les spécimens récoltés ont été conservés dans des bocaux en plastique de quatre litres contenant une solution de formol à 4 %. Les échantillons ainsi constitués ont été étiquetés selon les mois de récolte et par station, puis acheminés au Laboratoire d'Hydrobiologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani pour une identification ultérieure. Au laboratoire, les échantillons conservés au formol ont été déformolisés et identifiés au moyen des clés de détermination de : Poll et Gosse (1995), Paugy et al. (2003), Mbega (2004), Abell et al. (2008),

Lévêque et Paugy, 1984, Sudarto et al. (2004), Danadu (2015), suivi de la consultation du Key to Congo Claroteidae et de fishbase.

### 2.3. Caractérisation du milieu

Les critères utilisés en délimitant les profils transversaux tous les 50 m de long à chaque station (caractérisation des habitats) sont ceux préconisés dans la fiche de monitoring hydromorphologique proposée par Verniers et al. (2009) et l'Agence de l'eau Rhin Meuse (2000). Ils consistent en l'évaluation de: la largeur du lit du cours d'eau mesurée à l'aide d'un penta décimètre, la profondeur de l'eau prise in situ à l'aide d'un appareil de mesure de profondeur de marque Kritech (précision 1 cm), la vitesse du courant d'eau mesurée grâce à un Courantomètre (type 281D) (précision 0,1 cm/sec), la nature de fond (sable, graviers, vases, bois morts, végétation herbacée, etc.), la forme du lit, la nature des berges par une observation directe à l'œil nu, les espèces végétales identifiées directement sur le terrain selon

le Catalogue-flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD. Congo) (Lejoly et al., 2010). Toutefois, un herbier a été constitué avec les spécimens douteux, amenés alors à l'herbarium de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, pour l'identification précise. Les coordonnées géographiques de chaque station sont prélevées à l'aide d'un appareil GPS de marque Garmin 60cx ; la conductivité, la température et le pH de l'eau sont mesurés sur le terrain à l'aide d'un Combo de marque Hanna (précision respectivement : K20: 2 µS/cm, 0,1 °C); l'oxygène dissous (concentration et saturation) est mesuré in situ à l'aide d'un oxymètre de marque Oxygard (précision 0,1 mg l-1).

#### 2.4. Analyses statistiques et traitement des données

- Les Analyses en Composantes Principales (ACP) ont été appliquées en vue de voir si les données recueillies présentaient une quelconque ordination du milieu. Les données correspondaient à une matrice brute des mesures effectuées dans les stations de recherche pour 8 variables physico-chimiques enregistrées une fois par station et par mois.
- L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) (Jongman et al., 1995) a été utilisée pour traiter les données relatives à la distribution spatio-temporelle des peuplements ichtyologiques dans les rivières Yoko et Biaro.
- L'Analyse de la Variance à un critère de classification (ANOVA 1) a été utilisée afin de tester le degré de signification d'éventuelles différences dans les comparaisons effectuées entre les structures spatio-temporelles mises en évidence par les techniques d'analyses multivariées (AFC).
- L'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) (Miserendino et Pizzolon, 2003) a été réalisée afin de mettre en relation les paramètres physico-chimiques, hydromorphologiques et les traits caractéristiques des poissons. Les facteurs qui expliquent de manière significative ces changements sont déterminés en utilisant le test de permutation de Monte Carlo (999 permutations) des valeurs propres (Ter Braak et Smilauer, 1999; Alhou, 2007). Les indices de diversité suivants ont également été utilisés pour caractériser les peuplements ichtyologiques:
- Indice de diversité de Shannon s'exprime par la relation suivante :  $H' = - \sum (ni/N) \ln (ni/N)$ , où

$H'$  = indice de Shannon & Weaver (1949) ;  $ni$  = nombre d'individus du taxon  $i$  ;  $N$  = nombre total d'individus de la population. L'équitabilité, rapport de la diversité réelle à la diversité maximale, s'obtient en divisant l'indice de diversité de Shannon par le logarithme en base 2 de la richesse spécifique (Piélou, 1969). Selon Dajoz, (1996), la formule utilisée est la suivante :  $E = H'/\log_2 S$ . Où  $E$  = équitabilité ;  $H'$  = indice de Shannon & Weaver (1949) ;  $S$  = richesse spécifique.

- Indice de diversité (1-D) de Simpson est représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Bütler, 2000).  $D = \sum fi^2$  où :  $fi = ni/N$  ;  $ni$  : nombre d'individus de l'espèce donnée ;  $N$ : nombre total d'individus.

- L'indice de similarité de Jaccard (Legendre et Legendre, 1998 ; Angelier, 2000) :  $IS = Nc \cdot 100 / (Na + Nb - Nc)$  est utilisé en vue de comparer les différents types d'échantillonnage sur la base de la présence/absence des taxons.  $IS$  = indice de Jaccard ;  $Nc$  = nombre de taxons communs aux deux stations ;  $Na$  et  $Nb$  = nombre total de taxons dans nos stations. Pour ce faire, les programmes suivants nous ont servis pour effectuer l'ensemble des calculs : le programme Past 3.0 ; le logiciel CANOCO for Windows version 4.02 ; le logiciel R 2.5.0 et le logiciel Microsoft Excel 2007.

### 3. Résultats

#### 3.1. Examen des biotopes des 8 stations de prélèvements

D'une manière générale, les résultats du tableau 1 montrent que la largeur moyenne annuelle sous eau des stations prospectées, pour toute la période d'étude, varie de 6,69 à 18,32 m. Les grandes valeurs moyennes de la largeur s'observent aux stations Biaro 3 (18,32 m) et Biaro 2 (17,85 m), et aux stations Yoko 4 (15,6 m) et Yoko 2 (14,77 m) situées dans les principaux cours d'eau respectivement Biaro et Yoko, tandis que les petites valeurs moyennes annuelles s'observent aux stations localisées dans les affluents notamment la station Biaro 1 (6,69 m) dans la rivière Amafombo et Biaro 4 (8,00 m) dans la rivière Kenge ainsi qu'à la station Yoko 1 dans la rivière Losongo (8,14 m). Dans l'ensemble des stations, la valeur moyenne annuelle de profondeur de l'eau pour toute la période annuelle de cette étude varie de 20,17 à 70,30 cm. Elle est élevée aux stations Biaro 3 (70,30 cm) et Biaro 2 (66,90 cm),

**Tableau 1 : Caractéristiques hydromorphologiques moyennes comparées des stations sélectionnées sur la partie amont des rivières Biaro et Yoko**

Paramètres/ Stations	Biaro 1	Biaro 2	Biaro 3	Biaro 4	Yoko 1	Yoko 2	Yoko 3	Yoko 4
<b>Largeur (m)</b>	6,69	17,85	18,32	8,00	8,14	14,77	11,09	15,76
<b>Profondeur (cm)</b>	28,47	66,90	70,30	42,06	20,17	38,16	29,42	47,95
<b>Oxygène dissous (mg/l)</b>	5,16	5,55	5,25	5,56	4,80	5,21	5,47	5,20
<b>Température (°C)</b>	23,42	23,75	23,60	23,15	23,58	24,03	23,34	23,62
<b>Saturation</b>	76,79	80,8	78,14	84,47	73,87	82,64	86,39	86,89
<b>Conductivité K20 (uS/cm)</b>	91,26	86,61	82,95	88,85	121,04	108,67	90,72	93,51
<b>pH</b>	7,96	7,87	8,02	7,87	7,97	8,13	7,57	7,99
<b>Vitesse courant (m/sec)</b>	0,34	0,37	0,37	0,29	0,35	0,34	0,32	0,57
<b>Transparence</b>	Claire	Claire	claire	claire	Claire	claire	Claire	claire
<b>Substrat</b>	Sablonneux, rocheux et caillouteux, et argileuse	Sablono-caillouteux	Sablo-argileux, rocheux avec feuillages, bois morts et débris végétaux	sablonneux et rocheux, caillouteux garnie des pierres, feuilles mortes, bois morts et débris végétaux	sablonneux, rocheux et caillouteux.	sablo caillouteux	Sablonneux, rocheux et caillouteuse	sablonneux
<b>Végétation (%)</b>	85	75	65	78	75	80	80	85

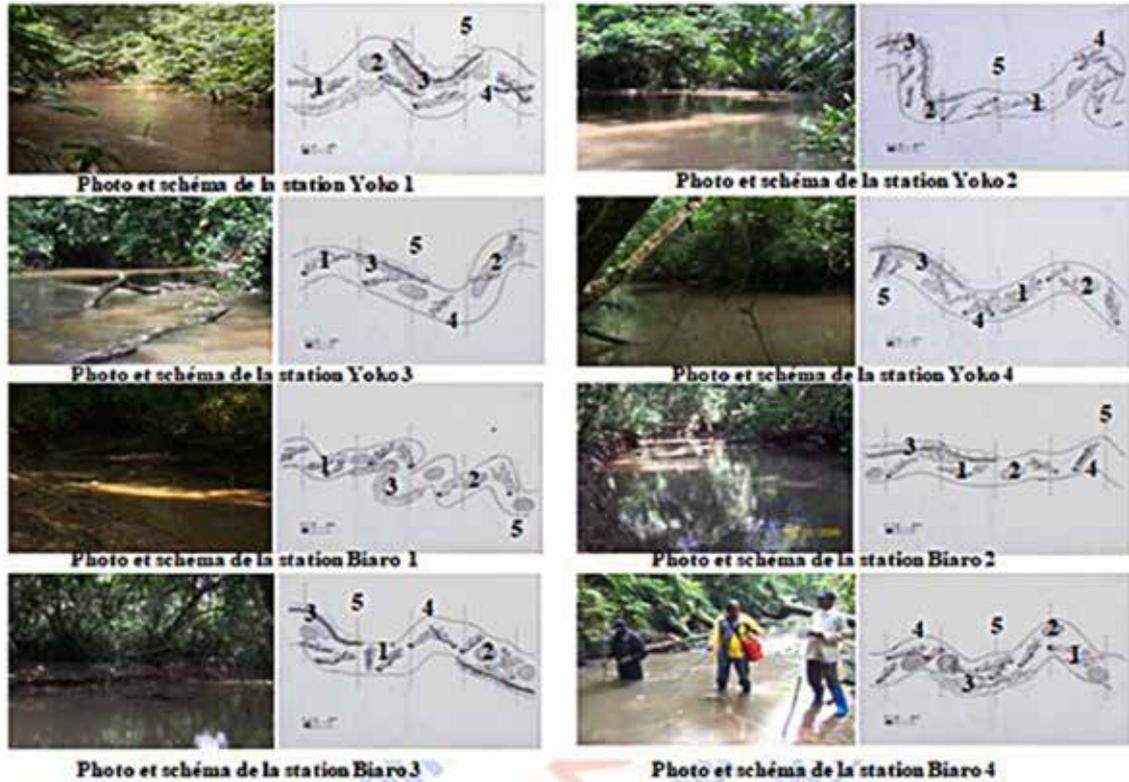
et aux stations Yoko 4 (47,95 cm) et Yoko 2 (38,16 cm) situées dans les principaux cours d'eau (Biaro et Yoko), tandis que les valeurs faibles s'observent aux stations localisées dans les affluents notamment la station Yoko 1 (20,17 cm) dans la rivière Losongo et Biaro 1 (28,47 cm) dans la rivière Amafombo.

Les moyennes générales annuelles de la température pour l'ensemble des stations n'ont pas beaucoup varié au cours de l'année pour cette étude. Elles oscillent autour de 24 °C en général. Elles sont légèrement plus faibles aux stations Biaro 4 avec 23,15 °C, Yoko 3 avec 23,34 °C et Biaro 1 avec 23,42 °C localisées respectivement dans les affluents Kenge en forêt primaire, Mungamba et Biaro en forêt secondaire adulte. La teneur moyenne annuelle en oxygène dissous de l'eau durant cette étude semble varier moins d'une station à l'autre. Elle varie de 4,80 à 5,56 mg/l. Elle a tendance à diminuer à la station Yoko 1 (4,80 mg/l).

La valeur moyenne annuelle de saturation de l'eau a varié de 73,87 à 86,89 % pour l'ensemble des stations. Elle a tendance à augmenter au fur et à mesure que l'eau coule vers l'aval, soit 86,89 % à la

station Yoko 4 ; 86,39 % à la station Yoko 3 et 84,47 % à la station Biaro 4 ; elle est légèrement plus faible en amont soit 73,87 % à la station Yoko 1 ; 76,79 % à la station Biaro 1 et 78,14 % pour la station Biaro 3.

Les conductivités moyennes (standardisées à 20 °C) obtenues durant une année montrent que, dans l'ensemble des stations, les valeurs moyennes annuelles ont varié de 82,95 à 121,04 µS/cm. Elles sont plus élevées aux stations Yoko 1 avec 121,04 µS/cm et Yoko 2 avec 108,67 µS/cm ; tandis que les valeurs les plus faibles sont observées aux stations Biaro 3 et 2 avec respectivement 82,95 µS/cm et 86,61 µS/cm. Les valeurs moyennes annuelles de pH de l'eau durant la période de cette étude sont généralement basiques pour l'ensemble des stations et elles oscillent autour de 8. Les valeurs maximales sont observées aux stations Yoko 2 (8,13) et Biaro 3 avec 8,02 ; tandis que les valeurs minimales aux stations Yoko 1 et Biaro 2 avec chacune 7,87. La vitesse moyenne annuelle de l'eau par station n'a pas beaucoup varié (0,29 à 0,57 m/s) durant la période annuelle de cette étude.

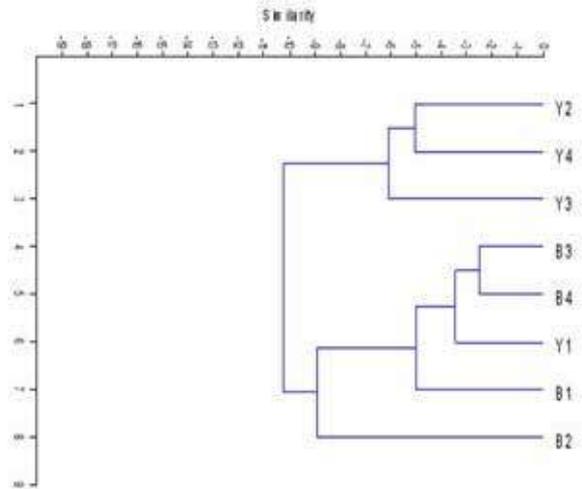


Légende : 1 : Bois morts + branchages + débris végétaux ; 2 : Bacs à sable + gravier + cailloux + galets + vases + limons ; 3 : Berges à blocs de pierres et galet ; 4 : Berges en argile + ripisylve ; 5 : Transect (profil en travers)

Figure 2 : Photos et schémas des stations montrant les ripisylves et les types de substrats dans les 8 stations en rivières forestières Yoko et Biaro affluentes du fleuve Congo

Elle a tendance à être plus élevée à la station Yoko 4 (0,57 m/s) et plus faible à la station Biaro 4 (0,29 m/s). Dans l'ensemble, l'eau est claire pour toutes les stations mais les substrats benthiques varient d'une station à une autre.

En prenant en compte la végétation riveraine de la Biaro (tableau 1 et figure 2), on constate qu'à la station Biaro 1 située sur l'affluent Amafombo en dehors de la réserve, les sols sont en jachères sous forêt secondaire jeune recouverte à 85 % par les espèces végétales des familles de Fabaceae, Urticaceae, Apocynaceae, Arecaceae, Moraceae et Euphorbiaceae avec en strate inférieure et en ripisylve, dominance des Marantaceae, Poaceae Commelinaceae. Les espèces *Pseudospondias microcarpa* (A. R.) E., *Cynometra alexandri* C.H. Wright, *Macaranga saccifera* Pax; Pax. et les Marantaceae longent la station de manière abondante. A part les Solanaceae et une espèce de Marantaceae, *Sacrophrinium megalophrinium* (B.) K. S. rencontrées en ripisylve à la station Biaro 2 recouverte à 75 %, on signale la présence des mêmes familles que dans la station Biaro 1 (figures 1 et 2).



Légende : B 1 : Biaro 1 ; B 2 : Biaro 2 ; B 3 : Biaro 3 ; B 4 : Biaro 4 ; Y 1 : Yoko 1 ; Y 2 : Yoko 2 ; Y 3 : Yoko 3 ; Y 4 : Yoko 4.

Figure 3 : Dendrogramme de similarité euclidienne entre les stations de prélèvement des poissons dans les rivières Yoko et Biaro, affluentes du fleuve Congo

Tableau 2 : Indice de similarité euclidienne et de distance de Bray-Curtys entre les stations

Stations	Biaro 1	Biaro 2	Biaro 3	Biaro 4	Yoko 1	Yoko 2	Yoko 3	Yoko 4
Biaro 1	1	0,78	0,64	0,64	0,48	0,45	0,44	0,41
Biaro 2	0,78	1	0,81	0,81	0,67	0,68	0,59	0,55
Biaro 3	0,64	0,81	1	0,85	0,66	0,67	0,65	0,61
Biaro 4	0,64	0,81	0,85	1	0,83	0,81	0,83	0,79
Yoko 1	0,48	0,67	0,66	0,83	1	0,96	0,97	0,95
Yoko 2	0,45	0,68	0,67	0,81	0,96	1	0,95	0,94
Yoko 3	0,44	0,59	0,65	0,83	0,97	0,95	1	0,98
Yoko 4	0,41	0,55	0,61	0,79	0,95	0,94	0,98	1

Par ailleurs, à la station Biaro 3 en pleine réserve et en forêt secondaire adulte, ce sont les familles des Fabaceae, Euphorbiaceae et Urticaceae qui recouvrent la station à 65 % avec en strate inférieure ainsi qu'en ripisylve, dominance des Marantaceae, Poaceae et Thelypteridaceae. Les espèces *P. microcarpa*, *S. megalophrinum*, longent les rives de la station de manière abondante (figures 1 et 2). Contrairement aux stations précédentes, on remarque qu'à la station Biaro 4 sur l'affluent Kenge, en pleine réserve et en forêt primaire, ce sont les Fabaceae, les Malvaceae et les Rubiaceae qui y sont les plus diversifiées, recouvrant la station à 78 % avec en strate inférieure et en ripisylve, dominance des Commelinaceae et des Marantaceae. Les espèces *Gilbertiodendron dewevrei* (De W.) J. L., *P. microcarpa*, *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin et *C. alexadri* ainsi que les Marantaceae sont abondantes dans cette station (figures 1 et 2).

Pour la rivière Yoko, les résultats renseignent qu'à la station Yoko 1, située en rivière Lusungu affluent de la Yoko, en dehors de la réserve, en jachères et forêt secondaire jeune, ce sont les espèces des Fabaceae, Malvaceae et Meliaceae qui sont les plus représentées, recouvrant la station à 75 %. Par contre, en strate inférieure et en ripisylve, ce sont les Marantaceae et les Commelinaceae qui dominent (figures 1 et 2).

En ce qui concerne la station Yoko 2, située en dehors de la réserve, en jachères et forêt secondaire jeune, les familles des Fabaceae, Urticaceae, Meliaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae et Rubiaceae recouvrent (75 %) de manière dominante dans cette station avec en strate inférieure et en ripisylve, dominance des Commelinaceae, Cyperaceae, Marantaceae et Poaceae. Les espèces *P. microcapa* et *Gilletiodendron kisantuense* (Harm) Ver. sont les plus abondantes et longent harmonieusement cette station (figures 1 et 2).

En ce qui concerne la station Yoko 3 en affluent Mungamba, en pleine réserve et en forêt secondaire adulte, ce sont les familles des Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Malvaceae et Salicaceae qui y sont les plus diversifiées recouvrant la station à 80 % et qu'en strate inférieure ainsi qu'en ripisylve, ce sont les Commelinaceae, les Marantaceae et les Poaceae qui y sont les plus représentées. Les espèces *P. microcarpa* et *Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendel sont caractéristiques de la station (figure 1 et 2).

Enfin, à la station Yoko 4 en pleine réserve et en forêt primaire, les familles des Fabaceae, Meliaceae, Malvaceae et Euphorbiaceae qui sont les plus diversifiées recouvrant la station à 85 %. Par contre, à la strate inférieure ainsi qu'en ripisylve, ce sont les Commelinaceae qui y sont les plus représentées. Les espèces *P. microcarpa*, *G. dewevrei* longent les rives de cette station de manière importante (figures 1 et 2).

Le tableau 2 et la figure 3 montrent une démarcation de deux grands pools écologiques (Biaro et Yoko) indice 9 pour une échelle de 0 à 10 où d'une part, Yoko 1 présente beaucoup de similitudes, du point de vue hydromorphologique et composition du peuplement avec les stations Biaro 3 et 4 aux seuils (0,66 et 0,83) de l'échelle et d'autre part, Biaro 2 présente quelques similitudes avec la station Biaro 1 (0,78) mais peu des similitudes avec la station Biaro 3 (0,81).

### 3.2. Composition spécifique des peuplements ichtyologiques

La composition de l'ichtyofaune recensée durant cette étude dans les huit stations prospectées mensuellement en rivières Biaro et Yoko (tableau 3), montre que, 1533 spécimens de poissons au total ont été récoltés, regroupés en 59 espèces, 42 genres et 15 familles.

Tableau 3 : Liste systématique, effectifs et abondances relatives des poissons récoltés dans les rivières Biaro et Yoko, bassin du Congo

Familles	Genres	Espèces	Effectifs	Abondance relative (%)
Characidae	<i>Brachypetersius</i> Hoedeman, 1956	<i>Brachypetersius altus</i> Boulenger, 1899	8	7,3
	<i>Brycinus</i> Valenciennes, 1849	<i>Brycinus macrolepidotus</i> Valenciennes, 1849	8	
		<i>Brycinus</i> sp.	3	
	<i>Bryconaethiops</i> Günther, 1873	<i>Bryconaethiops boulengeri</i> Pellegrin, 1900	43	
		<i>Bryconaethiops microstoma</i> Günther, 1873	16	
	<i>Hemigrammopetersius</i> Pellegrin, 1926	<i>Hemigrammopetersius pullche</i> Boulenger, 1909	2	
	<i>Micralestes</i> Boulenger, 1899	<i>Micralestes acutidens</i> Peters, 1852	25	
		<i>Micralestes eburneensis</i> Daget, 1965	2	
<i>Rhabdalestes</i> Hoedeman, 1959.	<i>Rhabdalestes tangensis</i> Lönnberg, 1907	5		
<i>Hemichromis</i> Peters, 1858	<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1852	119	12,4	
	<i>Hemichromis</i> sp	38		
<i>Lamprologus</i> Schilthuis, 1891	<i>Lamprologus mocquardii</i> Pellegrin, 1903	23		
Cichlidae	<i>Neolamprologus</i> Colombe et Allgayer, 1985	<i>Neolamprologus</i> sp.	3	
	<i>Oreochromis</i> Günther, 1889	<i>Oreochromis</i> sp	2	
	<i>Orthochromis</i> Greenwood, 1954	<i>Orthochromis machadoi</i> Poll, 1967	3	
	<i>Telmatochromis</i> Boulenger, 1889	<i>Telmatochromis dhonti</i> Boulenger, 1919	1	
	<i>Tilapia</i> Smith, 1840	<i>Tilapia cabrae</i> Boulenger, 1899	1	
Citharinidae	<i>Citharinus</i> Cuvier, 1817	<i>Citharinus gibbosus</i> Boulenger, 1899	4	0,26
Clariidae	<i>Anguilloclarias</i> Teugels, 1982	<i>Anguilloclarias</i> sp.	82	
	<i>Clarias</i> Scopoli, 1777	<i>Clarias buthupogon</i> Sauvage, 1879	409	
		<i>Clarias gabunensis</i> Günther, 1867	1	
		<i>Clarias pachynema</i> Boulenger 1913	9	
		<i>Clarias nieuhoftii</i> Valenciennes, 1840	1	
<i>Anaspidoglanis</i> Teugels et al., 1991	<i>Anaspidoglanis macrostoma</i> Pellegrin, 1909	1	2,4	
Claroteidae	<i>Chrysichthys</i> Bleeker, 1858	<i>Chrysichthys (Melanodactylus) dageti</i> Risch, 1992	1	
	<i>Parauchenoglanis</i> Blgr, 1911	<i>Parauchenoglanis balayi</i> Sauvage, 1879	3	
		<i>Parauchenoglanis punctatus</i> Sauvage, 1879	32	
	<i>Barbus</i> Cuviere & Cloquet, 1816	<i>Barbus brazzai</i> Pellegrin, 1901	11	20,8
		<i>Barbus melanotaenia</i> Stiassny, 1991	9	
		<i>Barbus miolepus</i> Poll, 1953 (as <i>B. nicholsi</i> ); De Vos 1994, MRAC db.	213	
<i>Barbus</i> sp.		11		
Cyprinidae	<i>Labeo</i> Cuvier, 1817	<i>Labeo lineatus</i> Boulenger, 1898	1	
		<i>Labeo</i> sp.	23	
	<i>Opsaridium</i> Peters, 1877.	<i>Opsaridium christyi</i> Boulenger, 1920	1	
	<i>Raiamas</i> Jordan, 1919	<i>Raiamas buchholzi</i> Peters, 1877	22	19,1
		<i>Raiamas senegalensis</i> Steindachner, 1870	1	
<i>Raiamas</i> sp.		1		
Distichodontidae	<i>Distichodus</i> Müller & Troschel, 1845	<i>Distichodus fasciolatus</i> Boulenger, 1898	1	8,1
	<i>Ichthyoborus</i> Gunther, 1864	<i>Ichthyoborus besse congolensis</i> Giltay, 1930	99	
	<i>Mesoborus</i> Pellegrin, 1900	<i>Mesoborus crocodilus</i> Pellegrin, 1900.	1	
	<i>Paraphago</i> Boulenger, 1899	<i>Paraphago rostratus</i> Boulenger, 1899.	20	

	<i>Xenocharax</i> Günther, 1867	<i>Xenocharax spilurus</i> Günther, 1867	3	
<b>Kneridae</b>	<i>Parakneria</i> Poll, 1965	<i>Parakneria</i> sp.	1	<b>0,07</b>
<b>Malapteruridae</b>	<i>Malapterurus</i> Lacépède, 1803	<i>Malapterurus electricus</i> Gmelin, 1789	3	<b>0,21</b>
<b>Mastacembelidae</b>	<i>Caecomastacembelus</i> Poll, 1958	<i>Caecomastacembelus niger</i> Sauvage, 1879	6	<b>0,42</b>
<b>Mochokidae</b>	<i>Synodontis</i> Cuvier, 1817	<i>Synodontis nigrita</i> Valenciennes, 1840	1	<b>0,1</b>
	NI	NI	1	
<b>Mormyridae</b>	<i>Cyphomyrus</i> Myers, 1960	<i>Cyphomyrus psittacus</i> Boulenger, 1897	2	<b>13,9</b>
	<i>Marcusenius</i> Gill, 1862	<i>Marcusenius brucei</i> Boulenger, 1910	2	
		<i>Marcusenius cyprinoides</i> Linnaeus, 1758	9	
		<i>Marcusenius senegalensis</i> Steindachner, 1870	3	
	<i>Petrocephalus</i> Marcusen, 1854	<i>Petrocephalus microphthalmus</i> Pellegrin, 1908	50	
		<i>Petrocephalus pallidomaculatus</i> Bogome et Paugy, 1991	4	
<i>Stomatorhinus</i> Boulenger, 1898	<i>Stomatorhinus corneti</i> Boulenger, 1899	144		
<b>Notopteridae</b>	<i>Xenomystus</i> Günther 1868	<i>Xenomystus nigri</i> Günther, 1868	3	<b>0,2</b>
<b>Pantodontidae</b>	<i>Pantodon</i> Peters, 1857	<i>Pantodon buchholzi</i> Peters, 1877	3	<b>0,2</b>
<b>Schilbeidae</b>	<i>Pareutropius</i> Boulenger.	<i>Pareutropius debauwi</i> Boulenger, 1900	3	<b>2,6</b>
	<i>Schilbe</i> Cuvier, 1817	<i>Schilbe grenfelli</i> Boulenger, 1900	2	
		<i>Schilbe marmoratus</i> Boulenger, 1911	35	
15	<b>42</b>	<b>59</b>	<b>1533</b>	<b>100</b>

Les familles de Cyprinidae et de Characidae sont les plus représentées respectivement avec 10 et 9 espèces de richesse spécifique, elles sont suivies par les familles des Cichlidae avec 8 espèces, Mormyridae (7 espèces) et celles des Distichodontidae et Clariidae avec 5 espèces chacune. Les espèces les plus abondantes en termes d'effectif, sont *Clarias bathupogon*, *Barbus miolepis*, *Hemichromis fasciatus*, *Stomatorhinus corneti*, *Ichtyoborus besse congolensis* ainsi qu'*Anguilloclarias* sp. avec respectivement 406, 213, 144, 119, 99 et 82 spécimens chacune. Les stations Biaro 2 et Yoko 4 (tableau 4) contiennent les plus grands nombres d'individus et d'espèces respectivement (299 et 36) et (252 et 26), alors que celle de Yoko 1 est la moins diversifiée avec 99 individus et 14 espèces. Ce qui nous amène à des indices de diversité de Shannon stationnels de loin supérieur à 1 avec 1,79 et à 2 pour la plupart des stations (6). Par ailleurs, nous remarquons que, l'indice de Simpson est également élevé dans toutes les stations ( $\geq 0,74$ ), ce qui indique qu'il y a une forte probabilité pour que 2 individus pris au hasard dans une station, appartiennent à 2 espèces différentes. L'équitabilité calculée, dans toutes les

stations tend vers 1, ce qui indique que les espèces sont équitablement réparties dans tous les groupes taxonomiques et dans les différentes stations.

### 3.3. Fréquence des captures de poisson en fonction des périodes saisonnières

En faisant allusion à la figure 4, nous constatons que, la totalité des captures de spécimens de poissons des familles Citharinidae et Mastacembelidae ne sont observées qu'au mois de février ; celles des Mochokidae et Notopteridae au mois de septembre et celles des Pantodontidae, Malapteruridae et Kneridae au mois de mars. Environ 10 à 40 % des captures des spécimens des familles de Schilbeidae et Mormyridae sont observées en septembre, octobre, novembre et mars, et que celles des Cichlidae, Characidae, Clariidae, Cyprinidae, Distichodontidae et Mormyridae sont observées sur plusieurs mois et s'étalent sur diverses périodes saisonnières.

La famille des Cyprinidae (figure 5) est la plus importante suivie de celle des Characidae dans la station Biaro 2 mais les Clariidae, Characidae, Cyprinidae, Cichlidae, Distichodontidae et Mormyridae sont les mieux représentées dans

toutes les stations. Par contre, les Kneriidae et Malapteruridae sont inféodées à Biaro 2 et les Mochokidae à Biaro 3.

### 3.4. Distribution spatiale des peuplements ichthyologiques

Les résultats des ACP, AFC et ACC (figures 6 et 7) sur la répartition spatiale des familles capturées par station ainsi que leurs effectifs (tableau 3), ont permis de sélectionner les variables environnementales et biotiques qui expriment au mieux les liens qui existent entre espèces-variables et stations. Dans la station Biaro 2, en axe I, les variables environnementales qui influencent la distribution des poissons sont : la largeur, la végétation, la température de l'eau, la vitesse de l'eau, la profondeur de l'eau, l'oxygène dissous et la nature des substrats qui sont positivement corrélées à cet axe I ; à ces variables s'associent les

familles des Malapteruridae, Characidae, Cichlidae, Mormyridae et faiblement celle des Notopteridae. Tandis que la présence des Pantodontidae en stations Biaro 1 et 4, est influencée par la sinuosité du cours d'eau, le type de forêt, la nature des berges et du fond.

Par contre, nous remarquons en axe II que, la famille des Mochokidae a une forte affinité avec la station Biaro 3, influencée par la nature du substrat (Sablo- argileux, rocheux avec feuillages, bois morts et débris végétaux), la largeur, la profondeur et la vitesse de l'eau qui sont relativement élevées dans cette station, à cela s'ajoute la végétation qui corrèlent positivement avec cette axe II. La forte affinité des Distichodontidae, Clariidae, Mastacembelidae et Claroteidae à la station Yoko 4 est due à la corrélation positive avec la largeur élevée (15,76 m) du lit majeur de la rivière ainsi qu'à la vitesse du courant d'eau plus élevée (0,57 m/sec) dans cette station. Les stations Yoko 1, Yoko 2 et Yoko 3 situées en jachères et proximité de la route sont légèrement influencées par les variables environnementales, c'est pourquoi on y enregistre moins des familles et d'espèces que dans ces stations soumises aux activités anthropiques, alors que la famille des Notopteridae reste liée aux stations du site Biaro. Toutefois, signalons pour les stations Yoko 3 et Biaro 2 que, les paramètres environnementaux agissent de façon simultanée dans la répartition spatiale des peuplements ichthyologiques. Les espèces observées au centre des axes (figure 6) ont plus de chance d'être capturée dans toutes les stations, tandis que, celles qui sont isolées du centre des axes sont totalement dépendantes de conditions environnementales de stations où elles ont été capturées.

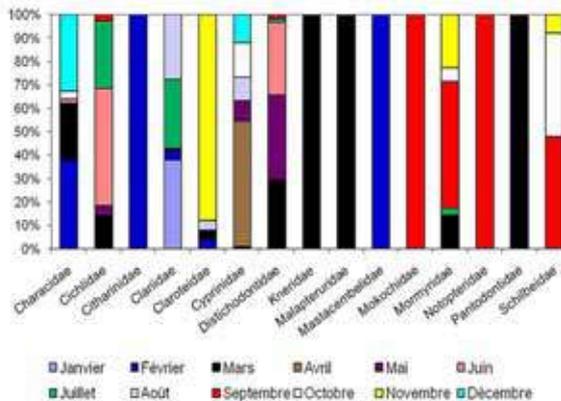
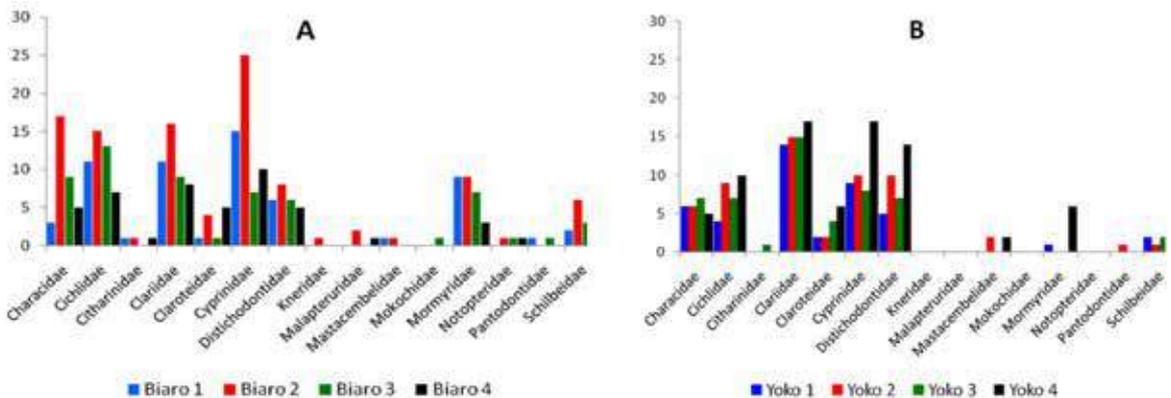


Figure 4 : Occurrence des familles de poissons capturés en fonction des périodes saisonnières par station dans les rivières Biaro et Yoko



Légende : A : site d'échantillonnage Biaro ; B : Site d'échantillonnage Yoko

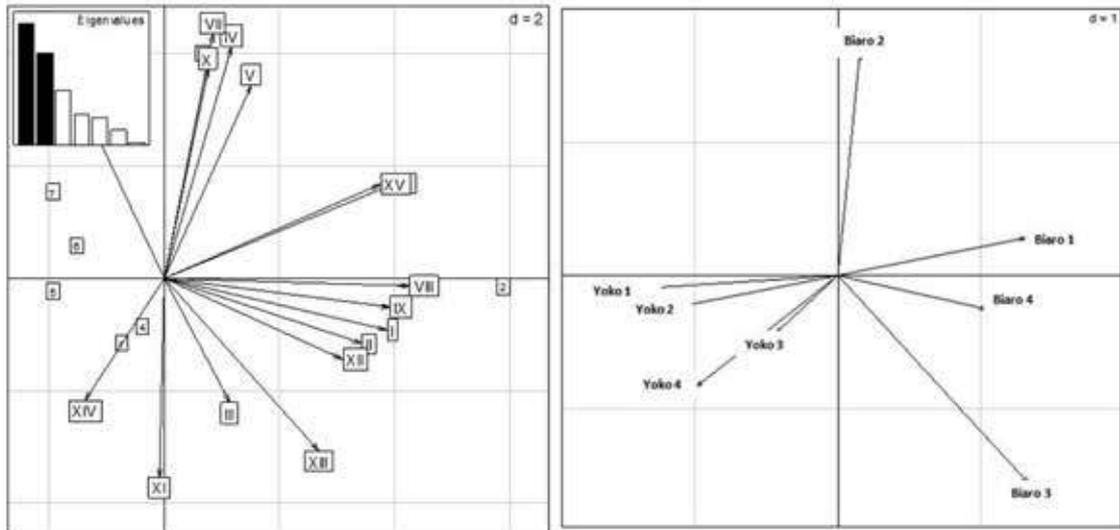
Figure 5 : Importance des familles de poissons en termes de diversité spécifique par station d'échantillonnage

#### 4. Discussion

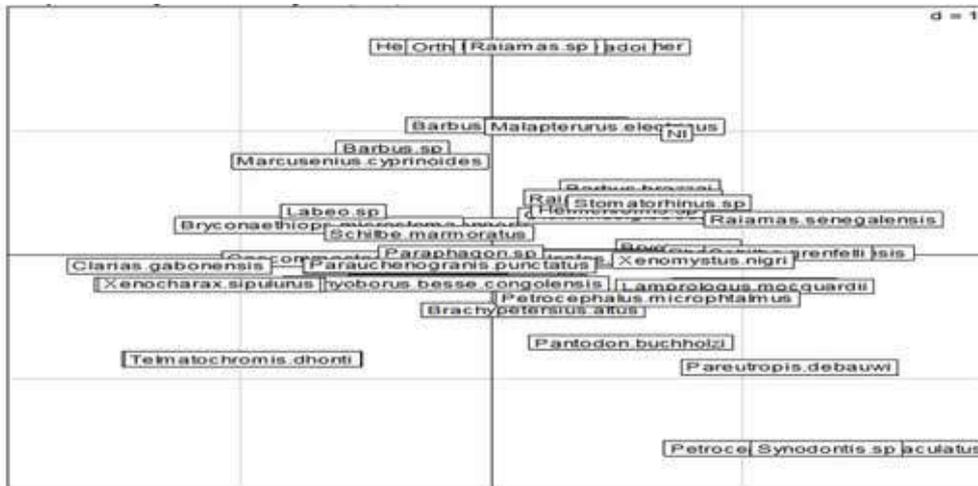
##### 4.1. Caractérisation des stations et distribution des espèces de poisson

Les stations d'échantillonnage ont été comparées entre elles à partir de chaque paramètre hydromorphologique mesuré mensuellement, indépendamment des autres facteurs pendant chaque mois de récolte (tableau 1). La variation de la largeur des rivières et leur profondeur changent de l'amont

en aval et d'une rivière à une autre. Ainsi, les stations Biaro 2 et 3, Yoko 2 et 4 présentent de plus grandes valeurs de largeur et de profondeur qui contribuent à une plus grande diversité ichtyologique. Plusieurs études réalisées sur différents hydrosystèmes ont déjà établi des relations entre espèces et variables environnementales (Kouamélan et al., 2003 ; Yao et al., 2005 ; Kouadio et al., 2006 ; Kouamé et al., 2008 et Mahamba et al., 2017b).



Analyse en Composantes Principales (ACP) des familles



Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) dans la distribution spatiale des espèces en stations de récoltes

Légende : Familles : I: Characidae ; II: Cichlidae ; III: Citharinidae ; IV: Clariidae ; V: Claroteidae ; VI: Cyprinidae ; VII: Distichodontidae ; VIII: Kneridae ; IX: Malapteruridae ; X: Mastacembelidae ; XI: Mochokidae ; XII: Mormyridae ; XIII: Notopteridae ; XIV: Pantodontidae ; XV: Schilbeidae ; - Stations : 1 : Biaro 1 ; 2 : Biaro 2 ; 3 : Biaro 3 ; 4 : Biaro 4 ; 5 : Yoko 1 ; 6 : Yoko 2 ; 7 : Yoko 3 ; 8 : Yoko 4)

Figure 6 : Résultats des Analyses en Composantes Principales (ACP) et des Analyses Factorielles de Correspondances (AFC) sur la répartition spatiale des familles et espèces de poissons dans 8 stations des rivières Yoko et Biaro, affluents du fleuve Congo

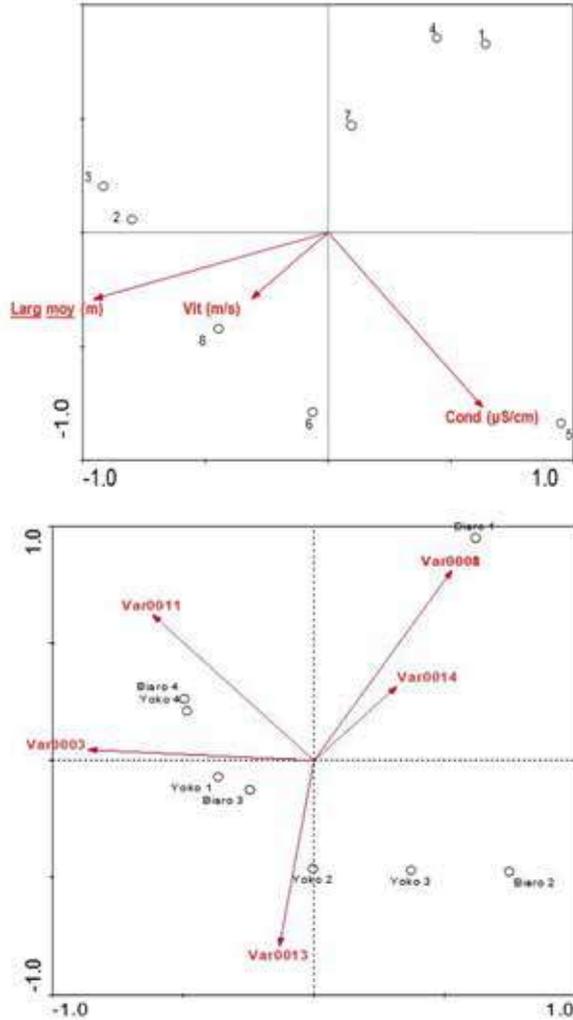
Chacune de ces variables joue directement ou indirectement un rôle important sur la faune ichtyologique.

La température moyenne de l'eau dans un cours d'eau de forêt tropicale dépasse rarement 24 °C comme c'est le cas pour nos stations. Ceci est dû, d'une part, à la

pluviosité élevée dans cette forêt qui est supérieure à 1600 mm/an et d'autre part à l'ombrage causé par les cimes d'arbres contigües dans cette forêt ombrophile équatoriale. Ceci favorise le maintien d'une relative fraîcheur des eaux qui s'écoulent et crée des conditions stables, favorables aux organismes qui y vivent notamment les poissons. Kankonda (2007); Mahamba et al. (2017b) travaillant respectivement dans le ruisseau Masangamabe (24,75 à 25,92 °C) et les rivières Yoko et Biaro ont fait les mêmes observations. Da Costa et al. (2000), de leur côté, en Côte d'Ivoire, mentionnent qu'une amplitude faible de variation de la température moyenne de l'eau peut avoir une influence sur l'abondance et la répartition temporelle des espèces de poissons.

Les concentrations moyennes annuelles d'oxygène dissous pour l'ensemble de 8 stations prospectées sont relativement bonnes (4,8 à 5,6 mg/l) avec des pourcentages de saturation d'oxygène de 73,9 à 86,9. Ce léger déficit de saturation résulte probablement de la décomposition presque continue des matières organiques (feuilles mortes, débris végétaux et animaux, graines, fruits, etc.) par les décomposeurs (bactéries et champignons). Da Costa et al. (2000), Aboua et al. (2010) et Tanoh et al. (2013), travaillant dans différents sites en Côte d'Ivoire, ont montré également l'importance de ces variables dans la distribution des poissons.

Les différentes stations de recherche font état d'une grande variabilité de par la composition et la structure des éléments (nature des berges, nature des fonds, ripisylve et végétation forestière) qui les constituent dans des proportions différentes (tableau 1 et figure 2). Cette végétation, outre son rôle écologique (création de microhabitats, modification de la texture du sol, maintien des paramètres physicochimiques, modification du substrat, etc.) est aussi source d'aliment car certaines parties d'espèces végétales comme les feuilles, fruits qui tombent dans l'eau sont immédiatement consommées par les poissons, par exemple : *Pseudospondias microcarpa* (A. R.) E., *Anonidium manni* (Oliver) Eng & Diels, *Myrianthus arboreus* P. Beauv., *Uapaca guineensis* Mull. Arg. etc. (Mahamba et al., 2017b). De plus, troncs d'arbres morts, feuilles mortes, fruits pourris immergés dans l'eau fournissent de la nourriture pour des oligochètes, des larves d'insectes tels que *Chironomidae* et donc pour les poissons. Cela va dans le même sens que les observations d'Aboua et al. (2010).



Légende : Larg moy : Largeur moyenne (m) ; Oxy : Oxygène (mg/l) ; Temp : Température (°C) ; pH ; Vit : Vitesse (m/sec) ; Prof : Profondeur (cm) ; Cond : Conductivité  $K_{20}$  ( $\mu S/cm$ ) ; Saturation, Transparence. Var 0001 : Classe de pente ; Var 0002 : Fond de vallée ; Var 0003 : Nature des berges ; Var 0004 : Importance de la ripisylve ; Var 0005 : Etat de la ripisylve ; Var 0006 : Eclaircissement de l'eau ; Var 0007 : Élément ombrageant ; Var 0008 : Indice de sinuosité ; Var 0009 : Ecoulement ; Var 0010 : Inondabilité ; Var 0011 : Nature du fond ; Var 0012 : Encombrement du lit ; Var 0013 : Densité de bois morts ( $bm /m^2$ ) ; Var 0014 : Type forêt.

**Figure 7 : Manifestation des paramètres physico-chimiques et hydro morphologiques dans les différentes stations des rivières Yoko et Biaro**

En faisant allusion aux résultats des Analyses en Composantes Principales (figures 3, 2, 6 et 7 et tableau 1), on constate qu'il existe deux grandes entités écologiques où, d'une part, Yoko 1 présente beaucoup de similitudes, du point de vue hydromorphologique et composition du peuplement avec Biaro 3 et 4, grâce à la végétation et la nature du substrat, d'autre part, Biaro 2 présente quelques similitudes avec les stations Biaro 1 et 3, par la profondeur, la largeur, ainsi que la vitesse de l'eau, alors que Yoko 4 et Biaro 3, situées à l'aval en pleine réserve de la Yoko où les conditions écologiques sont plus stables, présentent le même niveau de saturation en oxygène dissous. C'est pourquoi, les stations Biaro 2 et Yoko 4 enregistrent respectivement 36 et 26 espèces de poissons recherchant la saturation en oxygène de l'eau ; tandis que, les espèces rencontrées dans les stations Biaro 1, 3 et 4 et Yoko 1 sont plutôt corrélées à la profondeur, la largeur, la vitesse de l'eau ainsi qu'à la végétation et la nature du substrat et que par contre, les espèces des stations Yoko 2 et 3 sont attirés par la largeur, la saturation, l'oxygène dissous, la vitesse ainsi que la végétation. On constate aussi une augmentation du nombre d'espèces le long du gradient amont-aval par l'addition successive d'espèces plutôt que par un remplacement de celles-ci comme le confirment Hugué et Lévêque (2006) et Aboua et al. (2010) dans le fleuve Bandama en Côte d'Ivoire.

Les différences des données observées au niveau des stations pourraient provenir, d'après Kouamélan et al. (2003) des méthodes de pêches utilisées, des types d'habitats échantillonnés et de la période d'échantillonnage. Ces constatations concordent avec la zonation longitudinale des cours d'eau africains énoncé par Lévêque et Paugy (2006) et confirmé par Kouamé et al. (2008) ainsi que par Aboua et al. (2010) respectivement sur le fleuve Sassandra et le fleuve Bandama en Côte d'Ivoire.

Toutefois, Yoko 1 et 2 n'enregistrent que peu d'espèces mais se caractérisent par une végétation très jeune (jachères et recrus forestiers) due au fait que, ces stations se situent en dehors de la réserve, à proximité de la route Kisangani-Ubundu et sont donc soumises à de fortes activités anthropiques (champs, bois de chauffe, piégeage, écopage, etc.) (Mahamba et al., 2017b). Ces altérations dues surtout aux activités anthropiques se traduisent par une certaine réduction de la richesse spécifique avec une disparition des espèces sensibles (Lévêque et Mounolou, 2008 ; Aboua et al., 2010, Kerckhove, 2012).

## **Caractérisation et composition faunistique des peuplements des poissons**

Nous référant à Lalève et al. (2004), Aboua et al. (2010), Tanoh et al. (2013), les familles Cichlidae, Characidae, Clariidae, Cyprinidae, Distichodontidae et Mormyridae dominant dans les cours d'eaux africains en matière de diversité spécifique et plus particulièrement dans la partie amont des petits cours d'eau affluents du fleuve Congo. Il est probable qu'on n'ait pas capturé toutes les espèces présentes faute de prospections limitées, 3 jours par mois pendant 1 an et à 3 types d'engins de pêche. La richesse taxonomique la plus élevée est observée aux stations Biaro 2 et Yoko 4 avec respectivement 36 et 26 espèces de poissons, ce qui correspond aussi à une plus grande diversité d'habitats (zones lotiques et lenticques). Selon Lévêque et Paugy (2006) ; Aboua et al. (2010), la richesse spécifique d'un milieu traduit sa capacité d'accueil qui est d'autant plus grande que le nombre de niches écologiques occupées est élevée.

### **4.2. Distribution spatiale des familles de poissons dans les différentes stations**

Les résultats des AFC, ACP et ACC (figures 6 et 7) sur la répartition spatiale des espèces capturées par station et leurs effectifs (tableau 3) montrent clairement qu'il existe des liens entre les stations et les espèces comme confirmés par les espèces des familles telles que Malapteruridae, Characidae, Cichlidae, Mormyridae et Notopteridae qui sont fortement associées à la station Biaro 2 et celles des Distichodontidae, Clariidae, Mastacembelidae et Claroteidae à la station Yoko 4 suite à la corrélation positive observée entre les variables (végétation, température de l'eau). Ces liens entre les familles et les stations, s'expliqueraient par des préférences particulières de chaque espèce à des microhabitats où elles trouvent réunies les meilleures conditions pour leur survie. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle, la forêt tropicale humide, source d'hétérogénéité d'habitats des rivières qui y coulent, influencerait sur la structure spatio-temporelle des peuplements de poissons (Mahamba et al., 2017b).

Selon Lemoalle (2006), une espèce de poisson se maintient à long terme dans un hydrosystème dans la mesure où elle y trouve un ensemble de conditions qui lui permettent, entre autres, de se nourrir, de croître et de se reproduire. Ces conditions se répartissent schématiquement en deux ensembles :

- l'environnement physicochimique (ou abiotique), constitué par les contextes géologique, climatique et le paysage aquatique tel qu'il est perçu par le poisson ;
- l'environnement trophique (biotique) qui peut être défini par les interactions entre espèces (notamment les arbres de la ripisylve source de nourriture via fruits, graines, feuilles, macro-invertébrés, poissons, etc.) et les relations proie-prédateur au cours des stades successifs du développement. L'ensemble de ces contraintes caractérise l'habitat et la niche écologique qui doivent être considérés dans une dynamique spatio-temporelle. De la synchronisation entre les besoins d'une écophase et les caractéristiques du milieu dépend la survie d'une cohorte ou de la population.

En ce qui concerne les poissons, les proportions relatives des concentrations en ions majeurs semblent sans influence particulière sur les peuplements. Si une salinité élevée peut être mise à l'évidence une contrainte limitant la diversité des poissons dans un milieu, cela n'est pas le cas pour les très faibles salinités rencontrées dans les rivières Yoko et Biaro pour lesquelles un éventuel effet sélectif n'est pas encore démontré (Lemoalle, 2006).

La fluctuation des facteurs abiotiques et biotiques est souvent responsable de certains changements constatés au sein des communautés en milieux aquatiques continentaux. Ces changements sont liés à la fluctuation des caractéristiques physicochimiques du milieu, notamment le substrat, la disponibilité en nutriments (Hart et al., 2003), la minéralisation (Piscart et al., 2005), la charge en matière organique (Negishi et Richardson, 2003), le taux en oxygène dissous (Brodersen et al., 2004 ; Tarr et al., 2005) et la diversité des microhabitats accessibles (Jahan et al., 2001).

Il apparaît donc ici clairement que les paramètres comme le régime hydrologique, la vitesse du courant, la sinuosité, la végétation, le type de substrats, la nature des berges ainsi que la densité des bois morts sont des paramètres qui, à des degrés divers, ont déterminé la distribution spatio-temporelle des peuplements piscicoles dans les différentes stations d'échantillonnage. Toutefois, dans certaines stations telles que Yoko 1 et 2, hors réserve et proches de la route, on enregistre peu d'espèces étant donné que ces stations subissent fortement des pressions anthropiques. Il en résulte que les poissons source

de nourriture à l'échelle locale peuvent aussi servir d'indicateurs de l'état du milieu aquatique comme le souligne également un certain nombre d'auteurs (Mamonekene et al., 2006 ; Dale et Beyeler, 2001; Niemi et McDonald, 2004 ; Lévêque et Mounolou, 2008 ; Niamien-Ebrottié et al., 2008).

## 5. Conclusion

Qu'il s'agisse d'eau courante ou stagnante, la situation géographique d'un système gouverne, indirectement mais assez exactement, la qualité physico-chimique et hydromorphologique du milieu, par un ensemble complexe d'interrelations entre les différentes variables qui décrivent l'environnement.

Ainsi, 1533 poissons regroupés en 59 espèces, 42 genres et 15 familles ont été récoltés dans les huit stations des rivières Biaro et Yoko. Ceci témoigne d'une grande richesse spécifique dans ses milieux. Les familles des Clariidae (*C. buthupogon* 32,7%), Cyprinidae (*B. miolepis* 20,8%), Mormyridae (*S. corneti* 13,9%), Cichlidae (*H. fasciatus* 12,4%), Distichodontidae (*I. besse congolensis* 8,1%), Characidae (*B. Boulengeri* 7,3%), sont relativement abondantes dans les captures et les plus diversifiés avec respectivement : 5, 10, 7, 8, 5 et 9 espèces chacune. Au regard des indices de diversité de Shannon ( $\geq 1,79$ ), de Simpson ( $\geq 0,73$ ) et d'équitabilité ( $\geq 0,66$ ) calculés par station, confirment que le milieu considéré est particulièrement riche en biodiversité mais aussi plus équilibré en ichtyo biodiversité.

Les variables physico-chimiques et hydromorphologiques tels que le régime hydrologique, la vitesse, la conductivité, le type de forêt (végétation), la nature des berges, la sinuosité, la nature du fond (substrat) ainsi que la densité des bois morts influent directement sur les communautés de poissons dans les rivières Biaro et Yoko. Il serait donc temps de s'intéresser à la multitude des petites rivières affluentes du fleuve Congo qui s'écoulent sous divers types de forêts avant que les pressions anthropiques ne dévastent leur couvert forestier et par conséquent ne provoquent l'extinction de certaines espèces de poissons forestiers ou du moins n'en modifient les peuplements.

## Remerciements

Nous exprimons notre gratitude au projet REAFOR pour sa subvention. Nous tenons à remercier également l'Université de Namur/Belgique et la

Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani pour l'encadrement et la supervision sans oublier les pêcheurs qui nous ont fourni de précieuses informations sur le terrain.

### Bibliographie

- Abell, R., Thieme, M.L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., Coad, B., Mandrak, N., Balderas, C.S., Bussing, W., Melaniel, J.S., Skelton, P., Gerald, R., Allen, Unmack, P., Naseka, A., Rebecca, N.G., Sindorf, N., Robertson, J., Armijo, E., Jonathan, V., Higgins, Thomas, J., Heibel, Wikramanayake, E., Olson, D., López, I.H., Roberto, E., Reis, John, G., Lundberg, Mark, H., Sabajpérez, and Petry, P. (2008). Freshwater Ecoregions of the world: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*, 58(5): 403-414. DOI : <http://www.biosciencemag.org>
- Aboua, R.D.B., N'zi, Konan, G., Kouamelan, P.E., Berte, S., Bamba, M. (2010). Organisation spatiale du peuplement de poissons dans le Bandama. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(5): 1480-1493. DOI : <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Agence de l'eau Rhin Meuse (2000). Notice d'utilisation de la fiche « description du milieu physique », Rhin. Meuse : Berlin.
- Alhou, B. (2007). Impact des rejets de la ville de Niamey sur la qualité des eaux du fleuve Niger. PhD thèse en Sciences., *Presses universitaires de Namur. FUNDP*, Namur, p. 230.
- Angelier, E. (2000). Ecologie des eaux courantes. *Editions Technique & Documentation*.
- Boulenger, G.A. (1901). Les poissons du bassin du Congo ; *Publication de l'Etat Indépendant du Congo*, 532 p.
- Brodersen, K.P., Pedersen, O., Lindegaard, C., Hamburger, K. (2004). Chironomids (Diptera) and oxy-regulatory capacity: An experimental approach to paleolimnological interpretation. *Limnology and Oceanography*, 49(5): 1549-1559. DOI : [http://m.aslo.info/lo/toc/vol\\_49/issue\\_5/1549.pdf](http://m.aslo.info/lo/toc/vol_49/issue_5/1549.pdf).
- Bütler, R. (2000). Analyse de la distribution spatiale d'objets dans un paysage. Fiche d'enseignement, *Labo. De gestion des écosystèmes (GECOS)* : Lausanne.
- Da Costa, K.S., Gourène, G., Tito, De Morais, L., Thys, Van, Den, Audenaerde, D.F.E. (2000). Caractérisation des peuplements ichtyologiques de deux fleuves côtiers Ouest-Africains soumis à des aménagements hydroagricoles et hydroélectriques. *Vie et Milieu*, 50: 65-77. DOI : <https://www.kmae-journal.org> ; <https://doi.org/10.1051/kmae/2012002>; <https://scholar.google.com/citations?user=BhzUOocAAAAJ&hl=fr>
- Dajoz, R. (1996). Précis d'écologie (6<sup>ème</sup> éd.), Dunod : Paris.
- Dale, V.H., Beyeler, S.C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecol. Indic.* 1: 3-10. DOI: <http://www.napawatersheds.org>
- Danadu, M.L., De Vos, L., Juakaly, M., Kimbembé, M., Munsala, M., Ulyel, A.P.J. (2003). Contribution à l'étude de la faune ichtyologique des environs de Kisangani : Inventaire des poissons des rivières Bitubu et Romée, sous-affluent et affluent de la rive gauche du fleuve Congo (RD. Congo). *Ann. Fac. Sci. Unikis Vol. 12* : 293-302.
- Danadu, M.L. (2015). Problématique de Synodontis Cuvier, 1816 (Siluriformes, Mochokidae) dans le bassin du Congo : Systématique et écologie (RD. Congo). *PhD thèse inéd. Fac. Sc. Dpt. Hydrobiol.*, Unikis, Kisangani, p. 217.
- Decru, E., Vreven, E., Danadu, C., Walanga, A., Mambo, T., Snoek, J. (2017). Ichthyofauna of the Itimbiri, Aruwimi, and Lindi/Tshopo rivers (Congo basin): Diversity and distribution patterns. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47 (3): 225-247. DOI: 10.3750/AIEP/02085
- De Vos, L. (1990). Note sur les poissons des environs de Kisangani. *Annales Fac. Sc. Unikis. Acte. 5è J. Sc.* 47-50.
- Feulner, P.G.D., Kirschbaum, F., Tiedemann, R. (2008). Adaptive radiation in the Congo River: A sympatric speciation scenario for African weakly electric fish (Teleostei; Mormyridae; Campylomormyrus). *Journal of Physiology-Paris*. In Press. pp 6-15.
- Hart, R.C., Campbell, L.M., Hecky, R.E. (2003). Stable isotope analyses and demographic responses counter prospects of planktivory by Caridina (Decapoda: Atyidae) in Lake Victoria. *Oecologia*, 136:270-278. DOI 10.1007/s00442-003-1261-0 ; <http://ap.smu.ca/~lcampbel/HartetalOecol2003.pdf>
- Hugueny, B., Lévêque, C. (2006). Richesse en espèces des peuplements de poissons, in Lévêque C. & Paugy D. (eds), Les Poissons des Eaux Continentales Africaines : *Diversité, Écologie, Utilisation par l'Homme*, pp. 271-284, Edition IRD: Paris.
- Jahan, S., Akter, S., Sarker, M., Rahman, R., Pramanik (2001). Growth ecology of *Pila globosa* (Swainson) (Gastropoda: Pilidae) insimulated habitat.

- Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(5): 581-584. DOI:<http://www.pjbs.org> ; ISSN1028-8880; <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2001/581-584.pdf>
- Jongman, R.H., ter Braak, C.J.F., van Tongeren, O.F.R. (1995).** Data Analysis Community and Landscape Ecology (eds.). *Cambridge University Press*: Cambridge.
- Kankonda, B. (2007).** Ecologie des Décapodes des ruisseaux de forêt de basse altitude de Kisangani (R. D. Congo) : Composition, distribution spatio-temporelle, abondance, biomasse et production. Cas du ruisseau Masangamabe de la Reserve Forestière de Masako. *PhD thèse inéd. Fac. Sc. Dpt. Hydrobiol.*, Unikis, Kisangani, p. 202.
- Kerckhove, O. (2012).** Espèces ou association d'espèces de poissons en tant que bio indicateur de l'état de santé des récifs coralliens. Mém. de maîtrise inédit, Fac. Sc. Université de Sherbrooke : Québec.
- Kimbembi, I.N. (1988).** Contribution à la connaissance de l'ichtyofaune et de la biologie de reproduction de quelques espèces de poissons de la rivière Ngene-ngene à Kisangani. *Mémoire de D.E.S.* Unikis : Kisangani.
- Kouadio, N.F., Kouamélan, E.P., N'Douba, V., Koné, T., Snoeks, J., Ollevier, F. (2006).** Update of fish biodiversity and impact of human activities on the community structure, Mé River (Ivory Coast). *Journal of Biological Sciences*, 6: 805–814. DOI: <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/download/65547/53234>
- Kouamé, K.A., Yao, S.S., Gooché, Bi, G., Kouamélan, E.P., N'Douba, V., Kouassi, N.J. (2008).** Influential environmental gradients and patterns of fish assemblages in a West African basin. *Hydrobiologia*, 603:159–169. DOI: <http://www.kmae-journal.org> > ... > Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst., 404 (2012) 08 22 mars 2012 - (2008) 388, 02... DOI, <http://dx.doi.org/10.1051/kmae/2012002> ...<https://doi.org/10.1051/kmae/2012002>
- Kouamélan, E.P., Teugels, G.G., N'Douba, V., Gooché, B.I.G., Koné, T. (2003).** Fish diversity and its relationship with environment variables in West African basin. *Hydrobiologia*, 505: 139–146. DOI:10.1023/B:HYDR.0000007302.74296.84. ;<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3506418/>
- Kumba, S., Nshimba, H., Ndjele, L., De Cannière, C., Visser, M., Bogaert, J. (2013).** Structure spatiale des trois espèces les plus abondantes dans la Réserve Forestière de la Yoko, Ubundu, République Démocratique du Congo. *Tropicicultura*, 31,1, 53-61. DOI :<http://www.tropicicultura.org/text/v31n1.pdf>.
- Lalèye, P., Chikou, A., Philippart, J.C., Teugels, G., Vandewalle, P. (2004).** Étude de la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybium*, 28(4): 329-339. DOI: <http://sfi.mnhn.fr/cybium/numeros/2004/284/05>.
- Legendre, P., Legendre, L. (1998).** Numerical Ecology (Second English edition). *ELSEVIER Science B.V.*: Amsterdam.
- Lejoly, J., Ndjele, B.M., Geerinck, D. (2010).** Catalogue-Flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo), (4<sup>ème</sup> Edition). Taxonomania: Bruxelles.
- Lemoalle, J. (2006).** La Diversité des milieux aquatiques, in Lévêque C. & Paugy D. (eds), Les poissons des eaux continentales africaines : *diversité, écologie, utilisation par l'homme*, pp.11-30, Edition IRD : Paris.
- Lévêque, C., Paugy, D. (2006).** Peuplements des cours d'eau et des biotopes, in Lévêque C. & Paugy D. (eds), Les poissons des eaux continentales africaines : *diversité, écologie, utilisation par l'homme*, pp. 317-328, Edition IRD : Paris.
- Lévêque, C., Mounolou, J.C. (2008).** Biodiversité : Dynamique biologique et conservation. (2<sup>ème</sup> éd.) Dunod : Paris.
- Lévêque, C., Paugy, D. (1984).** Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. *Convention Orstom-OMS* : Ouagadougou.
- Lévêque, C., Paugy, D. (1999a).** Caractéristiques générales de la faune ichtyologique, in Lévêque C. & Paugy D. (eds), *Les Poissons des Eaux continentales africaines*, pp. 43-53, Edition IRD : Paris.
- Mahamba, B.R., Ndjaki, N.J., Kankonda, B.A., Ulyel, A.P.J., Micha, J.C. (2017b).** Caractérisation et écologie des peuplements des Mormyridae dans la réserve de Yoko (Kisangani, RD Congo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(3): 967-999. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.4>.
- Mamonekene, V., Lavoue, S., Olivier, S.G., Pauwels, S.G.O., Mve, beh, H.J., Mackayah, J.E., Tchignoumba, L. (2006).** Diversité des poissons de Rabi et Gamba, Province de l'Ogooué-Maritime, Gabon. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, No. 12: 65 -78.
- Mbega, J.D. (2004).** Biodiversité des poissons du bassin inférieur de l'Ogooué (Gabon). Volume 1. *PhD thèse de doctorat, FUNDP/Namur*, Namur, p. 324.

- Mbega, J.D. (2004).** Biodiversité des poissons du bassin inférieur de l'Ogoué (Gabon). Volumes I et II. *Presses Universitaires de Namur* : Namur.
- Miserendino, M.L., Pizzolon, L.A. (2003).** Distribution of macroinvertebrate assemblages in the Azul-Quemquemtreu river basin, Patagonia, Argentina. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37: 525-539.
- Mutambue, S. (1992).** Le bassin de la Luki (Zaire) et son aménagement. Systématique, biologie et écologie de sa faune piscicole. *Thèse éd. Université Paul Sabatier de Toulouse* (Science), p 335.
- Niamien, Ebrottié, E.J., Konan, K.F., Gnagne, T., Ouattara, A., Ouattara, M., Gourène, G. (2008).** Etude diagnostique de l'état de pollution du système fluvio-lagunaire Aby-Bia-Tanoé (Sud-Est, Côte d'Ivoire). *Sud Sciences et Technologies* ISSN 0796-5419, 16-2 (1) : 5-13. DOI : [http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/30379/sst16\\_2.pdf](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/30379/sst16_2.pdf)
- Niemi, G.T., McDonald, M.E. (2004).** Application of ecological indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35 :89-111. DOI :10.1146/annurev.ecolsys.35.112202.130132 ; <https://pdfs.semanticscholar.org/.../b9f097d4ecf184dcac8e170dc0aa37f4b69b...>
- Paugy, D., Lévêque, C., Teugels, G.G. (2003).** Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome I et II. *IRD, MNHN et MRAC*: Paris.
- Pielou, C. (1969).** An introduction to mathematical Ecology. *John Wiley & Sons. Vol VIII* : New York.
- Piscart, C., Moreteau, J.C., Beisel, J.N. (2005).** Biodiversity and structure of macro invertebrate communities along a small permanent salinity gradient (Meurthe River, France). *Hydrobiologia*, 551 (1): 227-236. DOI:10.1007/s10750-005-4463-0 ; [https://www.researchgate.net/.../226978624\\_Biodiversity\\_and\\_Stru...](https://www.researchgate.net/.../226978624_Biodiversity_and_Stru...)
- Poll, M. et Gosse, J.P. (1995).** Généra des poissons d'eau douce de l'Afrique (eds). *Académie royale de Belgique* : Bruxelles.
- Stiassny, M.L.J., Schelly, R.C., Schliwen, U.K. (2006).** A new species of Raiamas (Teleostei: Cyprinidae) from the Lower Congo River, with a Phylogenetic Assessment of the Generic Limits of the Predatory Cyprinid Genera *Opsaridium*, *Raiamas*, and *Leptocypris*. *Copeia* 2006 (3): 370-377.
- Stiassny, M.L.J., Schliwen, U.K. (2007).** *Congochromis*, a new cichlid genus (Teleostei, Cichlidae) from Central Africa, with the description of a new species from the upper Congo River, Democratic Republic of Congo. *American Museum Novitates* 3576: 1-14.
- Sudarto, Teugels, G.G., Pouyaud, L. (2004).** Description of a New Clariid Catfish, *Clarias pseudonieuhofii* from West Borneo (Siluriformes: Clariidae). *Zoological Studies*, 43(1): 8-19.
- Tanoh, K.M., Berté, S., Konan, N'ZI, G., Bamba, M., Goore, B.G., Essetchi, K.P. (2013).** Peuplement ichtyologique du complexe Brimé-Méné-Nounoua, Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(6): 2248-2263, DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i6.6>.
- Tarr, T.L., Baber, M.J., Babbitt (2005).** Macroinvertebrate community structure across a wetland hydroperiod gradient in southern New Hampshire, USA. *Wetlands Ecology and Management*, 13(3): 321-334. DOI :10.1007/s11273-004-7525-6; <https://insights.ovid.com/wetlands-ecology-management/wetem/2005/06/000/macr..>
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P. (1999).** CANOCO for Windows (version 4.02) - a FORTRAN program for canonical community ordination. *Centre for biometry Wageningen*. Wageningen. The Netherlands.
- Tshibwabwa, S.M., Stiassny, M.L.J., Schelly, R.C. (2006).** Description of a new species of *Labeo* (Teleostei: Cyprinidae) from the lower Congo River. *Zootaxa* 1224: 33-44.
- Ulyel, A.P.J., Ceusters, R., Ollevier, F., Thys, van den Audenaerde, D. (1991a).** Food and feeding habits of *Haplochromis* (Pisces: Cichlidae) from Lake Kivu. II. Daily Feeding Periodicity and Dietary changes in natural conditions of some *Haplochromis* species (Teleostei: Cichlidae) from Lake Kivu (Central Africa). *Belg. J. of Zool.*, 120 (2): 176-187.
- Verniers, G., Duchâtel, J., Hardy, M.A., FUNDP-GIREA (2009).** Evaluation de la qualité physique des cours d'eau : application du « qualphy » au bassin de la Gette, *GIREA* : Namur.
- Yao, S.S., Kouamélan, E.P., Koné, T., N'Douba, V., Gooré, Bi, G., Ollevier, F., Thys Van Den, Audenaerde, D.F.E. (2005).** Fish communities along environment gradients within the Comoé River basin, Côte d'Ivoire. *African Journal of Aquatic Science*, 30: 195–204. DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae/2012002>.

## Pratiques et enjeux de l'agroforesterie dans la zone de contact forêt-savane : le cas d'Obala dans la Région du Centre au Cameroun

Manfo D.A.<sup>1</sup>

(1) Département de Géographie, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines, Université de Yaoundé I, Cameroun /  
e-mail : manfodonald@yahoo.fr

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437671>

### Résumé

*Les systèmes d'association arbres-cultures constituent une technique culturale très répandue en Afrique tropicale. Dans le plateau Sud-camerounais notamment dans la région autour de la ville d'Obala, ces systèmes dominent les pratiques agricoles. Le présent travail a pour objectif d'identifier et de caractériser les systèmes agroforestiers dans la région d'Obala et ses environs. Les données d'enquêtes de terrain ont été recueillies auprès de 70 planteurs/chefs de ménages dans neuf villages autour de la ville d'Obala. L'analyse de ces données montre que la pratique est multiforme et les arbres sélectionnés et/ou cultivés par les paysans revêtent divers enjeux socioéconomiques et écologiques. A l'échelle régionale, la pratique s'illustre par une diversité de techniques dont les principales sont les parcs arborés, les jardins de case et les jachères améliorées. Dans ces*

*systèmes, le reboisement se fait par semis direct ou indirect à partir de la pépinière. Chaque technique agroforestière en fonction des arbres cultivés et préservés, présente une importance socioéconomique et écologique particulière.*

*Au plan socioéconomique, les espèces ligneuses conservées ou plantées sont utilisées comme des marqueurs culturels, des produits de la pharmacopée et pour la production fruitière. Bien plus, elles sont exploitées comme bois d'œuvre ou de chauffe. La commercialisation des différents produits issus des ligneux agroforestiers contribue à l'amélioration des revenus dans les ménages.*

*Au plan écologique, de nombreux ligneux génèrent l'humidité dont ont besoin certaines cultures du système notamment le cacaoyer. Ils jouent un rôle antiérosif et disposent pour certains des propriétés fertilisantes dans la plantation.*

**Mots clés :** *Système agroforestier, Espèces ligneuses, Reboisement, Importance socioéconomique, Obala*

### Abstract

*Tree-crop framing systems association are a widespread cultural technique in tropical Africa. In the South-Cameroon plateau, particularly in the area around the town of Obala, these systems dominate agricultural practices. The present work aims to identify and characterize agroforestry systems in the Obala region and its surroundings. Field survey data were collected from 70 farmers / heads of households in nine villages around the town of Obala. The analysis of these data shows that the practice is multifaceted and the trees selected and / or cultivated by the farmers take on various socioeconomic and ecological issues. At the regional level, the practice is illustrated by a variety of techniques, the main ones are park land, home gardens and improved fallows. In these systems, reforestation is done by direct*

*or indirect seeding from the nursery. Each agroforestry technique is based on cultivated and preserved trees, and is of particular socioeconomic and ecological importance.*

*At the socioeconomic level, the woody species conserved or planted are used as cultural markers, pharmacopoeia products and for fruit production. Moreover, they are exploited as lumber or fuelwood. The marketing of the various products of the agroforestry woods contributes to the improvement of the incomes in the households.*

*Ecologically, many woody trees generate the moisture needed by some crops in the system, including cocoa. They play an anti-erosive role and provide some fertilizing properties in the plantation.*

**Keywords :** *Agroforestry system, Woody species, Reforestation, Socio-economic importance, Obala*

### 1. Introduction

Dans son acceptation la plus large, l'agroforesterie correspond selon Dupraz et Liagre (2008), à "l'exploitation des terres avec une association d'arbres

et de cultures ou d'animaux ; il ne s'agit pas d'une simple juxtaposition d'arbres et de cultures, mais plutôt, d'un système dynamique original, évoluant au cours du temps". A Obala, l'agroforesterie

domine le paysage agricole et se caractérise par une diversité de systèmes culturels traditionnels. En effet, la culture généralisée du cacao et la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis structurent et diversifient le paysage régional. Cette diversité de systèmes traduit les opportunités offertes par la pratique ainsi que l'expression de la biodiversité dans les différentes parties du paysage. Selon Jagoret (2011), les agroforêts se caractérisent généralement par un peuplement dominant, principale source de revenu ou d'utilisation (hévée, caféier, cacaoyer, etc.), tout en étant constituées de nombreux autres composants (arbres, lianes, arbustes), tant en espèces qu'en fréquences, organisés en plusieurs strates. Les fondements de cet article reposent sur la classification et la caractérisation des différentes formes agroforestières à Obala afin d'en préciser leur importance socioéconomique et écologique. Il est donc question d'identifier les systèmes d'association arbres-cultures et de présenter leurs apports socioéconomiques ainsi que les services écologiques qu'ils rendent dans l'arrondissement d'Obala.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

L'arrondissement d'Obala est situé dans le Département de la Lékié dans la Région du Centre au Cameroun. Il s'étend entre  $3^{\circ}57'0''$  et  $4^{\circ}14'0''$  N et entre  $11^{\circ}21'0''$  et  $11^{\circ}38'0''$  E. Il s'agit d'une zone d'écotone forêt-savane c'est-à-dire de contact entre la savane soudanaise et la forêt dense semi-décidue dans laquelle les pratiques agroforestières offrent des possibilités socioéconomiques et écologiques déterminantes à l'échelle locale et régionale. Sur le plan administratif, Obala est un arrondissement qui s'étend sur 475 km<sup>2</sup> et est limité par les arrondissements de Sa'a et de Monatéle au Nord, de Yaoundé 1<sup>er</sup> et d'Okola au Sud, d'Elig-Mfomo à l'Ouest, de Batchenga et de Soa à l'Est (figure 1).

De par sa situation géographique, Obala appartient au climat équatorial de transition (Suchel, 1988). Ce climat est caractérisé par des précipitations moyennes de 1476 mm/an et une température moyenne annuelle de 25,5°C. Les caractéristiques climatiques permettent de distinguer 4 saisons de durées variables à savoir une grande saison sèche (mi-novembre-mi-mars), une petite saison de pluies (mi-mars-fin juin), une petite saison sèche (juillet-mi-août), et une grande saison de pluies (mi-août - mi-novembre).

Le réseau hydrographique est dominé par la rivière Afamba, principal cours d'eau de la région qui déroule son cours dans une vallée encaissée. Avec ses nombreux affluents, il draine la zone d'abord dans le sens d'écoulement Sud-Est et Nord-Ouest, puis dans le sens Nord-Sud jusqu'à sa confluence avec la Sanaga.

Au plan orographique, Obala est situé au cœur du plateau Sud-camerounais et se singularise par sa position en contrebas du plateau de Yaoundé. Avec une altitude moyenne de 550 m, elle présente un relief donc l'altitude décroît dans le sens Sud-Nord. Le point le plus bas se trouve dans la vallée d'Afamba à 448 m. Dans l'ensemble, c'est une zone de faible altitude par rapport à la région de Yaoundé qui se situe à une altitude moyenne de 750 m. La morphologie générale présente un relief faiblement accidenté favorable à une mise en valeur peu contraignante pour

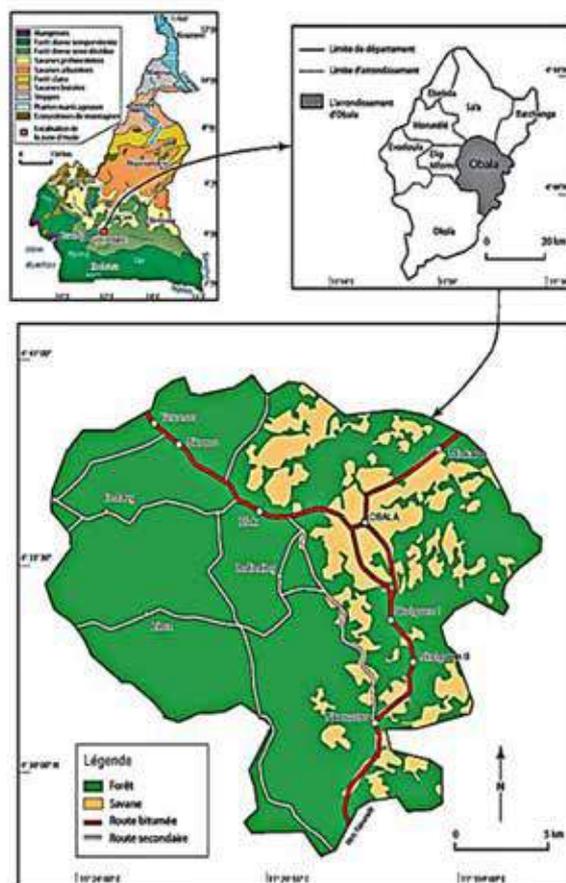


Figure 1: Localisation de la zone d'étude (Source : réalisée à partir de l'image Landsat de 1988)

l'aménagement des infrastructures et la pratique des activités agricoles (Bogne, 2010).

Les sols ferrallitiques dominent toute la région. Ils sont rouges ou ocres (brun) et sont pour la plupart du temps fortement désaturés, c'est-à-dire acides ( $\text{pH} \leq 6$ ) et pauvres en bases échangeables (Martin, 1967; Vallérie, 1973). Ces sols couvrent la majeure partie du plateau, soit environ 90% de la superficie totale à l'exception des fonds de vallées qui sont recouverts par les sols hydromorphes profonds de plus de 3 m.

Au plan phytogéographique, Obala appartient à la zone de transition forêt-savane de la Région du Centre au Cameroun. Il s'agit d'une part, de la "forêt dense humide semi-décidue" encore appelée "forêt semi-caducifoliée guinéo-congolaise" par Letouzey (1985) ou "forêt semi-sempervirente" selon White (1986). Les savanes de la région qualifiées de formations périforestières guinéo-soudaniennes par Aubreville (1962) sont, soit des savanes herbeuses à *Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv. (Poaceae), *Pennisetum purpureum* Schumach. (Gramineae) et *Aframomum latifolium* K.Schum. (Zingiberaceae), soit des savanes arbustives à *Terminalia glaucescens* Planch. ex Benth. (Combretaceae) et *Bridelia ferruginea* Benth. (Euphorbiaceae) selon Youta (1998). En outre, dans les bas-fonds marécageux notamment de l'Afamba et de la Foulou, se trouvent les forêts de galerie des zones inondables.

Sur le plan démographique, Obala représente le second regroupement humain après Yaoundé dans la région du Centre avec environ 78 929 habitants (BUCREP, 2005). L'importance de ce regroupement humain se traduit à la fois en terme d'effectif total et de la densité au  $\text{km}^2$  avec en moyenne 100 à plus de 200 habitants au  $\text{km}^2$ , il est un bastion de fortes densités de populations rurales par rapport au reste de la Région du Centre au Cameroun où, on compte en moyenne 5 à 20 habitants/ $\text{km}^2$ . Ces fortes densités pourraient justifier le degré de pression sur les ressources de l'environnement. Au regard de l'importance des densités, la pratique de l'agroforesterie semble ainsi être le moyen approprié pour une conservation relative et une protection de l'environnement à l'échelle locale et régionale.

## 2.2. Méthodologie

Pour mener à bien l'étude, une démarche méthodique a été adoptée. Elle est fondée sur la recherche documentaire pour les données secondaires et la

collecte des données primaires à travers les entretiens guidés et les enquêtes auprès des paysans à partir d'un questionnaire.

### 2.2.1. Observations directes

Au cours des enquêtes de terrain, les observations directes ont été faites en accompagnant les agriculteurs dans leurs champs et plantations. Ces parcours nous ont permis de visualiser, d'identifier la composition des systèmes, de les caractériser afin de différencier les pratiques agroforestières locales sur la base de la classification d'Ed Verheij (2003).

### 2.2.2. Techniques d'échantillonnage et de collecte des données

La définition de la population enquêtée s'est fondée sur une combinaison de techniques notamment les techniques d'échantillonnage aléatoire simple et par boule de neige suivant la variante étudiée. Dans la pratique, les premiers paysans de chaque village ont été choisis au hasard. Ils nous ont ensuite orienté vers ceux ayant des plantations, des parcelles cultivées ou jachères proches du village. Au total, 70 planteurs/chefs de ménages retenus dans neuf villages de la localité soit 13 à Minkama, 11 à Efok, 7 à Loua I, 2 à Mbelle I, 6 à Endinding, 4 à Nkol-feb, 14 à Nkometou II, 6 à Nkol-nguem I et 7 à Nkol-nguem II ont servi d'échantillon pour cette étude. Les échanges avec les paysans et le chef de poste forestier ont permis de relever les noms locaux et commerciaux des espèces ligneuses préservées dans les plantations ainsi que leur importance pour les populations.

### 2.2.3. Traitement et analyse des données

Pour le traitement statistique des données, nous avons utilisé le logiciel Microsoft Excel 2013. Il a permis de procéder à l'analyse, au croisement des données d'enquête pour la confection des graphiques matérialisant l'importance des arbres conservés ou plantés par les populations. Les noms scientifiques des espèces épargnées ou plantées par les paysans ont été ensuite identifiés à partir du lexique des essences forestières du Cameroun. Les logiciels Adobe Illustrator 10 et Argis 10.2 ont facilité la réalisation des cartes.

## 3. Résultats

### 3.1. Différentes techniques agroforestières observées à Obala

La pratique de l'agroforesterie à Obala est multiforme.

Chaque technique est fonction des espèces cultivées et de leur cycle végétatif. Dans la région, trois techniques agroforestières ont été identifiées selon la typologie d'Ed Verheij (2003). Il s'agit des "parcs arborés", des "jardins de case" et des "jachères améliorées".

### 3.1.1. Parcs arborés

Le parc arboré constitue une technique agroforestière très répandue dans le monde tropical. En effet, les populations locales ont développé les pratiques agricoles qui maintiennent de manière dispersée pour la plupart des cas les espèces arborées dans la parcelle exploitée. Dans ce contexte, la culture du cacao très répandue dans le plateau Sud camerounais est un cas d'école approprié. La mise en place de cacaoyère a comme particularité, la préservation de certaines espèces ligneuses par les planteurs pendant le défrichement de la forêt. L'association des arbres épargnés, plantés et des cultures fait de la pratique une technique agroforestière très riche en espèces ligneuses. Le parc arboré s'applique également aux parcelles sous cultures vivrières où on enregistre quelques arbres très dispersés.

### 3.1.2. Jardins de case

Aux alentours des cases familiales à Obala, les cultures maraîchères et vivrières ainsi que les arbres fruitiers sont cultivés et entretenus en permanence. Leur association à quelques ligneux épargnés forme autour de la maison une ceinture composite attrayante selon l'entretien. Elle correspond à ce que Dounias (1994) appelle "la cour et l'arrière cours agroforestière" chez le Mvae du Sud-Cameroun. Dans la zone d'étude, les jardins de case sont constitués de trois composantes à savoir les cultures maraîchères (légumineuses) et vivrières (tubercules, banane), les espèces fruitières telles que *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* Pers., *Dacryodes edulis* (G.Don)

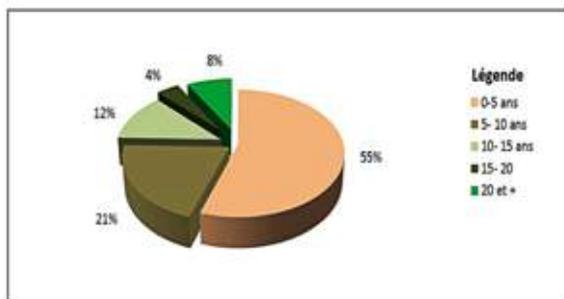


Figure 2: Durée moyenne des jachères de forêt

H.J.Lam, *Elaeis guineensis* Jacq. et les espèces ligneuses à bois précieux comme *Triplochiton scleroxylon* K.Schum. ou ayous un peu plus distantes des cases. La plupart de ces cultures sont récoltées durant toute l'année.

### 3.1.3. Jachères améliorées ou enrichies

Dans la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, la succession des périodes de cultures baisse la fertilité du sol et par ricochet la productivité. Pour reconstituer la fertilité des sols, les agriculteurs observent généralement une période de jachère plus ou moins longue selon la disponibilité des terres cultivables. Au cours de cette période, le couvert végétal appauvri ou éliminé sous l'effet des activités agricoles se régénère. Dans la parcelle mise en jachère, les espèces forestières conservées pendant le défrichement à l'exemple de *Albizia adianthifolia* W.Wight, *Alstonia boonei* De Wild., *Distemonanthus benthamianus* Baill., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. contribuent selon Fotsing (2008) à la restitution de la fertilité du sol pendant que les arbres fruitiers plantés produisent des fruits. Ainsi, de temps à autre le propriétaire passe exploiter les arbres fruitiers qui y subsistent.

A Obala, avec la forte pression démographique actuelle conjuguée aux activités humaines, les terres arables deviennent de plus en plus rares. Par conséquent, les temps accordés aux jachères pour la reconstitution de la fertilité des terres sont réduits (figure 2). Pour 55% des personnes interrogées, les jachères de moins de 5 ans sont les plus répandues ; Cette situation ne donne ainsi pas la possibilité aux espèces ligneuses de cette technique agroforestière de recoloniser suffisamment la parcelle.

D'après la figure 2, la durée de jachère varie à Obala. Elle permet de mieux retracer la reconstitution du couvert végétal. Cette figure renseigne sur une cause de réduction des surfaces couvertes par les forêts constatées dans ladite région. A côté de ces techniques, coexistent dans le paysage agricole d'Obala d'autres formes de mise en valeur notamment le maraîcher des bas-fonds marécageux et l'agriculture vivrière sur sols défrichés à blanc.

## 3.2. Techniques de reboisement

### 3.2.1. Semis directs

Les semis directs consistent à semer directement la graine ou le noyau à l'endroit définitif des arbres.

Cette technique de reboisement est fondée sur une sélection par le paysan de la graine ou du noyau à semer selon les qualités de l'arbre. Elle est privilégiée pour le reboisement des arbres fruitiers exotiques tels que *Persea americana* Mill., *Mangifera indica* L. et indigènes comme *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam.

### 3.2.2. Semis indirect

#### 3.2.2.1. Pépinière

C'est la première étape du reboisement par semis indirect. Elle consiste à faire germer dans un espace approprié et aménagé pour la cause une certaine quantité de plants. L'espèce choisie pour l'étape de la pépinière doit être facilement accessible au paysan afin de faciliter le suivi des jeunes plants. Ce suivi intègre le nettoyage régulier, le traitement phytosanitaire, l'arrosage des plants. Cette phase peut durer 3 à 9 mois avant le repiquage selon l'espèce considérée.

Dans la région d'Obala, les campagnes de reboisement sont une œuvre initiée par le poste forestier. L'objectif est de lutter contre l'appauvrissement des espèces forestières à l'échelle régionale. Parmi les espèces sélectionnées pour le reboisement, nous avons:

- les espèces exotiques : il s'agit de *Inga edulis* Mart. et de *Azadirachta indica* A.Juss. communément appelée "Neem". *Inga edulis* Mart. (Mimosaceae) est la plus utilisée en raison de sa capacité à enrichir le sol en fertilisants naturels comme l'azote. D'après Lojka et al. (2012), cette espèce est utilisée pour réduire la croissance des mauvaises herbes et améliorer la fertilité des sols. *Azadirachta indica* A.Juss. quant à elle, est une plante de la famille des Meliaceae très répandue dans les régions sahéliennes d'Afrique où elle produit un ombrage très apprécié par les populations. Au Nord-Cameroun, elle est régulièrement sollicitée dans la pratique de l'agroforesterie (Peltier et Eyog-Matig, 1988).
- les espèces forestières : elles sont constituées de *Lovoa trichilioides* Harms et de *Trichilia dregeana* Harv. & Sond. Ces espèces ont la particularité de favoriser la production du cacao en offrant un ombrage approprié au verger. Elles produisent par ailleurs un bois d'œuvre très prisé.

Seulement, les paysans s'intéressent plus aux espèces ayant une valeur économique avérée comme *Theobroma cacao* L. et les espèces fruitières qu'à celles de la forêt. Dans la zone d'étude, les pépinières

de *Theobroma cacao* L. sont plus répandues car plusieurs paysans créent leur propre pépinière pour réduire les dépenses liés à l'achat des plants et parfois en vendent aux paysans nécessiteux. Les pépinières des espèces forestières sont très rares et sont moins connues dans la région. Pour plus de 98% de la population enquêtée dans la zone d'étude, les essences forestières poussent naturellement ou sont épargnées pendant le défrichement.

#### 3.2.2.2. Repiquage

Cette étape du reboisement consiste à emporter la plantule de la pépinière et à la planter à l'endroit souhaité. Il obéit à un processus bien défini partant du piquetage, de l'ouverture du trou à la plantation même de l'arbre. Le piquetage dans ce contexte consiste à définir les lignes de base dans le champ et à installer les piquets suivant les écarts désirés par le paysan. L'ouverture du trou dépend du type d'arbre à planter et, le plus souvent on note trois dimensions maximales :

- pour les arbres fruitiers: 40 cm x 40 cm sur 40 cm de profondeur
- pour les arbres forestiers: 50 cm x 50 cm sur 50 cm de profondeur
- pour les arbres fourragers: 75 cm x 75 cm sur 75 cm de profondeur

Le remplissage partiel, la préparation du pot, la mise en terre du plant et les finitions sont les étapes qui suivent l'ouverture du trou et marquent la fin de la phase de repiquage (Weigel, 1994).

La régénération naturelle (autochorie, anémochorie, zoochorie, hydrochorie) permet aussi de fournir des plantules qui sont parfois prélevées pour reboiser certaines parties de la parcelle. De fait, les graines qui poussent naturellement, servent parfois dans les opérations de reboisement. Les techniques de reboisement sus-mentionnées, partie intégrante de l'agroforesterie traditionnelle, contribuent à la diversité floristique de la plantation.

### 3.3. Disposition des arbres dans les champs

#### 3.3.1. Plantations à grand espacement

Le nombre d'arbres dans ce cas est très faible de telle sorte que l'ensemble du couvert arboré ne dépasse guère 10 à 20% du recouvrement. Ce type est observé à Obala dans les champs de cultures vivrières. En effet, en raison du besoin maximal de l'énergie solaire, les cultures vivrières sont le plus souvent pratiquées sur des espaces défrichés à blancs où les



Figure 3 : Champ de maïs avec un faible taux de ligneux

seuls ligneux préservés servent d'abri ou de point de repos aux cultivateurs (Manfo, 2013). L'espacement est alors considérable dans ces parcelles et, parfois, on peut avoir moins de cinq plantes ligneuses sur 500 m<sup>2</sup> de champ de maïs (figure 3).

### 3.3.2. Plantations ombragées

Il s'agit des plantations à grand ombrage, provoqué par la forte densité des espèces ligneuses. Dans la région, ces plantations correspondent à la technique du parc arboré en cacaoculture. Dans ce système, la disposition des arbres donne à la plantation un recouvrement proche de celui de la forêt. D'ailleurs les plantations ombragées en cacaoculture associent le cacaoyer d'une part, avec les arbres épargnés pendant le défrichement de la forêt et d'autre part, les arbres fruitiers introduits par les paysans. Dans la localité d'Obala et ses environs, le nombre de pieds varie entre 80 et 300 à l'hectare. A ces arbres sont associés généralement 750 à 1200 pieds de cacaoyers. Cette association d'espèces exotiques et forestières, crée un ombrage assez important dans la plantation (figure 4).

### 3.4. Espèces associées aux systèmes agroforestiers et leur importance

La diversité floristique dans les paysages agroforestiers intègre à la fois les espèces indigènes de la forêt plantées ou épargnées pendant le défrichement et les plantes exotiques, introduites volontairement par l'homme.

#### 3.4.1. Espèces forestières

Dans l'arrondissement d'Obala et ses environs, les espèces forestières présentes dans les plantations et champs sont en relation avec leur importance pour la population ou pour la culture. Elles varient d'une



Figure 4 : Cacaoyère à forte densité de ligneux

pratique agroforestière à une autre et d'un point à un autre. Dans le parc arboré, technique agroforestière la plus représentée à Obala, ces espèces sont éparpillées dans les parcelles cultivées. Chaque espèce est épargnée en fonction de son importance pour les populations (tableau 1).

L'analyse du tableau 1 permet de constater que les paysans préservent un nombre important d'espèces dans leurs champs selon les propriétés de celles-ci. En effet, dans nos parcelles d'expérimentation, 21 espèces épargnées la plupart des temps par les paysans pendant le défrichement ont été dénombrées. Selon les enquêtes de terrain, ces espèces offrent en plus du bon ombrage (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Celtis mildbraedii* Engl., *Albizia zygia* (DC.) J.F. Macbr., etc.), un bois de qualité (*Milletia sanagana* Harms, *Triplochiton scleroxylon* K.Schum., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, *Terminalia superba* Engl. & Diels, etc.), les possibilités thérapeutiques (tableau 4), alimentaires, de fertilisation du sol ou tout simplement le bois de feu.

#### 3.4.2. Espèces fruitières exotiques et indigènes

Il s'agit essentiellement des végétaux ligneux épargnés ou importés et intégrés dans les plantations par les paysans (tableau 2). Ceux-ci, en fonction des possibilités socio-économiques offertes à la communauté peuvent être les espèces indigènes (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam, *Elaeis guineensis* Jacq.) ou les plantes fruitières exotiques. A Obala, les fruitières exotiques sont dominants. Les plus cultivés parmi ceux-ci sont *Mangifera indica* L., *Persea americana* Mill., *Citrus sinensis* Pers., *Carica papaya* L. Les principales espèces fruitières de la région d'Obala en dehors du cacaoyer sont dominées par les agrumes de la famille des Rutaceae et surtout

**Tableau 1 : Principales essences épargnées dans les champs**

N°	Nom local	Espèces	Famille	importance pour les populations
1	Nsal yeme	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	Fabaceae	*
2	Odou	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Ulmaceae	*
3	Akole	<i>Ficus mucoso</i> Welw. ex Ficalho	Moraceae	++
4	Dum	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	* ; ++
5	Ezang/ Ezezang	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Heckel	Euphorbiaceae	* ; ++
6	Akom	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Combretaceae	* ; © ; ++
7	Efok	<i>Sterculia rhinopetala</i> K.Schum.	Sterculiaceae	©
8	Asseng	<i>Musanga cecropioides</i> R.Br. ex Tedlie	Cecropiaceae	++
9	Ekoe yom	<i>Celtis philippensis</i> Blanco	Ulmaceae	*
10	Abang	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	Moraceae	* ; © ; ++
11	Ndambali	<i>Cordia aurantiaca</i> Baker	Boraginaceae	
12	Akole	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	
13	Ayous/ Opongo	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum.	Sterculiaceae	* ; © ; ++
14	Ndamba	<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	Apocynaceae	*
15	Ekop	<i>Canthium</i> Lam.	Rubiaceae	*
16	Osié	<i>Millettia sanagana</i> Harms	Fabaceae	©
17	Eteng	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb. (Welw.) Warb.	Myristicaceae	* ; © ; ++
18	Medzanga medzanga	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	Apocynaceae	
19	Engokom	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	Cecropiaceae	© ; ++
20	Aken	<i>Morinda lucida</i> Benth.	Rubiaceae	
21	Ngolon	<i>Trichilia dregeana</i> Harv. & Sond.	Méliaceae	©

Note: La valeur de l'arbre dans la plantation se traduit par les symboles (\*), (©) et (++) : (\*) : signifie Ombrage. (©) : Bois de service (bois d'œuvre et de construction); (++) : fertilisant (il s'agit surtout des arbres fixateurs d'azote)

le genre *Citrus* (*C. sinensis*, *C. reticulata*, *C. limon*, *C. maxima*). Les espèces comme *Cocos nucifera*, *Annona muricata* sont pour la plupart observées près des concessions. *Musa paradisiaca* L. (bananier plantain) et *Musa sapientum* L. (bananier fruit) sont observées dans les champs et partout ailleurs dans la localité. Les différentes espèces fruitières cultivées font de l'arrondissement d'Obala un pôle important de production des fruits et plus précisément des agrumes (oranges, citrons, mandarines, etc.).

### 3.5. Enjeux socioéconomiques et écologiques de l'agroforesterie dans la région d'Obala

La pratique de l'agroforesterie à Obala, nonobstant quelques effets négatifs relatifs à l'appauvrissement de la parcelle en biodiversité (Manfo et al., 2015), est importante sur le plan socioculturel, économique et écologique. Cette importance s'explique par les apports de l'arbre dans la plantation et surtout son importance pour les populations.

#### 3.5.1. Utilité socioculturelle des arbres épargnés ou introduits dans les champs

Les arbres régulièrement épargnés pendant le défrichement sont ceux qui revêtent une utilité avérée. Cette importance peut être d'ordre alimentaire comme c'est le cas de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel, médicinal comme *Funtumia elastica* (P.Preuss) Stapf, rituel comme *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., pour la construction (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Triplochiton scleroxylon* (K.Schum.) et pour le bois de chauffe. Dans l'ensemble, les arbres conservés et introduits sont porteurs d'une importance agronomique socioculturelle, économique et même écologique comme l'atteste la figure 5. En fonction de cette utilité, certains arbres épargnés reçoivent les mêmes traitements que les arbres plantés.

Le constat qui se dégage est que les arbres sont épargnés ou plantés à Obala principalement pour les besoins en bois de chauffe d'après 31% des répondants,

**Tableau 2 : Principales espèces fruitières exotiques ou indigènes à Obala**

Nom commun	Espèces	Famille	Origine
Cacaoyer	<i>Theobroma cacao</i> L.	Sterculiaceae	Exotique
Manguier	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Exotique
Safoutier	<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don) H.J.Lam	Burseraceae	Indigène
Avocatier	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Exotique
Colatier	<i>Cola lateritia</i> K.Schum.	Sterculiaceae	Indigène
Oranger	<i>Citrus sinensis</i> Pers.	Rutaceae	Exotique
Mandarinier	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	Exotique
Corossolier	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	Exotique
Citronnier	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Exotique
Goyavier	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Exotique
Pamplemoussier	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Rutaceae	Exotique
Papayer	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Exotique
Cocotier	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Indigène
Palmier à huile	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	Indigène

pour leurs services écologiques (production d'ombrage et la fertilisation des sols) d'après 28% des répondants, pour l'exploitation du bois de service ou d'œuvre (24%), l'alimentation familiale (6%), pour la commercialisation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) (5%), la pharmacopée traditionnelle (5%).

### 3.5.1.1. Bois de chauffage et d'ouvrage

Le bois exploité à l'intérieur des forêts et des savanes boisées camerounaises est utilisée pour satisfaire les besoins en énergie du pays (W.R.I, 2000). Dans les campagnes à Obala, le bois de chauffe demeure le moyen de cuisson le plus utilisé. Il est non seulement consommé localement, mais aussi vendu dans les villes voisines notamment à Yaoundé. Bien plus, de nombreuses essences commerciales épargnées dans les plantations notamment *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. (Ilomba), *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel (Essessang), *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg (Iroko), *Staudtia kamerunensis* Warb. (Niové), *Sterculia rhinopetala* K.Schum. (Lotofa/Nkanang), *Terminalia superba* Engl. & Diels (Limba), *Triplochiton scleroxylon* K.Schum. (Ayous), sont utilisées comme bois d'œuvre pour la construction des habitations (charpente, élévation des murs), la réalisation de certaines infrastructures socioéconomiques (ponts). Cette utilisation généralisée du bois issu des arbres de la forêt ou des ligneux hors forêt traduit l'utilité avérée des arbres dans la région.

### 3.5.1.2. Apport nutritionnel des arbres

Les agrumes très développés dans la région constituent une importante source d'alimentation des populations locales. Il s'agit de l'orange, du citron, de la mandarine, etc. A ceux-ci s'ajoutent d'autres fruits comme l'avocat, la mangue, le safou, la kola. En plus des fruitiers, certains Produits Forestiers Non Ligneux sont sollicités pour la cuisson de certains repas. C'est le cas des graines de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel ou "Djansang", de *Gnetum africanum* Welw. ou "Okok" qui occupent une place de choix dans la préparation des mets locaux.

### 3.5.1.3. Apport thérapeutique

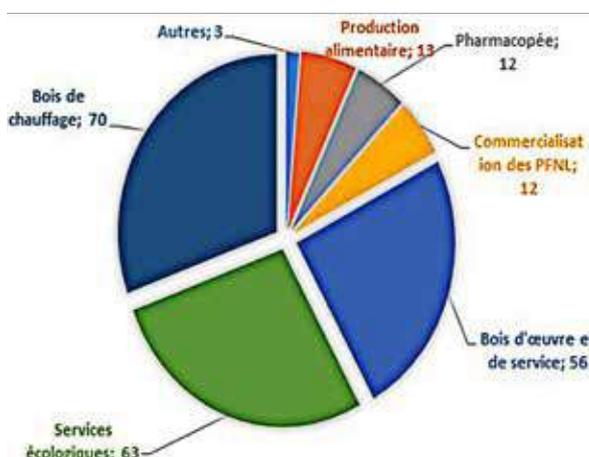
Plusieurs espèces ligneuses plantées ou épargnées dans les champs ou autour de la maison revêtent de nombreuses vertus thérapeutiques. Leurs feuilles, écorces et racines sont utilisées dans la pharmacopée traditionnelle pour le traitement de nombreuses maladies tropicales (tableau 3). Consommés sous la forme sèche et écrasée ou en décoction, ces PFNL contribueraient à l'amélioration de la santé des hommes pour des maladies telles le paludisme (*Alstonia boonei* De Wild., *Funtumia elatica* (P.Preuss) Stapf), la fièvre typhoïde, la fièvre jaune (*Ceiba pentandra* Gaertn.), le Mal de ventre (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg).

### 3.5.1.4. Importance juridique, rituelle et paysagère

Certaines plantes à l'exemple du cacaoyer ont pendant longtemps été considérées comme des marques

**Tableau 3: Liste de quelques plantes médicinales dans les parcelles étudiées**

Nom local	Nom scientifique	Famille	Type morphologique	Partie exploitée	Indication thérapeutique
Abang	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	Moraceae	Arbre	Ecorce	Mal de ventre
Ekouk	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	Apocynaceae	Arbre	Ecorce, fruit, racine	Paludisme, abcès, vers intestinaux
Etedamba	<i>Funtumia elatica</i> (P.Preuss) Stapf	Apocynaceae	Arbre	Ecorce	Paludisme
Eton	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	Apocynaceae	Arbre	Ecorce, feuille, sève	paludisme, antibiotique
Doum	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	Bombacaceae	Arbre	Ecorce, racine	Inflammations, jaunisse
Sene essak	<i>Albizia sp.</i>	Fabaceae	Arbuste	Ecorce, racine, feuille	Paludisme, asthme, hémorroïde, faiblesse sexuelle

**Figure 5: Raisons de conservation des arbres dans les champs**

d'appropriation des terres dans la zone d'étude. De fait, pour s'approprier un espace de terre en forêt, le premier venu devrait implanter un ou plusieurs pieds de cacaoyers pour signifier son appropriation. Ce moyen d'après les habitants d'Obala, constituait un signe d'occupation pour les visiteurs convoiteurs. La fonction rituelle quant à elle est liée au mythe accordé à certaines espèces ligneuses comme *Ceiba pentandra* Gaertn. (Doum). Arbre fascinant de la forêt dont le fût est très droit, *Ceiba pentandra* Gaertn est considérée comme un arbre de "sorcellerie" autour duquel certaines populations font des "rites de protection". Par ailleurs, l'association des espèces forestières et fruitières aux cultures, améliore la qualité du paysage agroforestier. Elle crée une structure étagère plus ou moins attrayante suivant l'entretien de la parcelle cultivée.

### 3.5.2. Poids économique

L'agroforesterie à Obala offre des possibilités économiques impressionnantes. Cette importance économique repose sur l'exploitation des arbres à bois précieux, la vente des fruits récoltés dans les plantations, l'exploitation des PFNL. Leur utilisation dans les ménages, contribue à la réduction des dépenses des paysans.

#### 3.5.2.1. Exploitation et vente du bois d'œuvre

La forêt semi-décidue marquée par une abondance de Sterculiaceae et d'Ulmaceae, est très riche en essences commerciales comme *Entandrophragma spp.* (Temgoua, 2001). Certaines de ces essences ligneuses sont préservées dans les plantations et champs pendant les opérations de défrichage pour la qualité de leur bois (Ilomba, Essessang, Iroko, Niové, Nkanang, Limba, Ayous). Elles constituent un grand enjeu économique dans la région. D'ailleurs, les arbres des systèmes agroforestiers parce que bien entretenus et ayant suffisamment de lumière, donnent généralement un bois sans nœuds très prisé. Certains chefs de famille en vendent aux nécessiteux ; tirant ainsi d'importantes devises susceptibles d'accroître leurs revenus annuels. De plus, le bois utilisé dans la construction des cases familiales, contribuent à réduire les coûts de réalisation des dites maisons. Il est également utilisé comme matière première de nombreuses activités locales comme l'artisanat, la menuiserie dans la région d'Obala.

#### 3.5.2.2. Poids des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL)

Les PFNL exploités dans la région d'Obala constituent en plus de leur aspect social, un atout

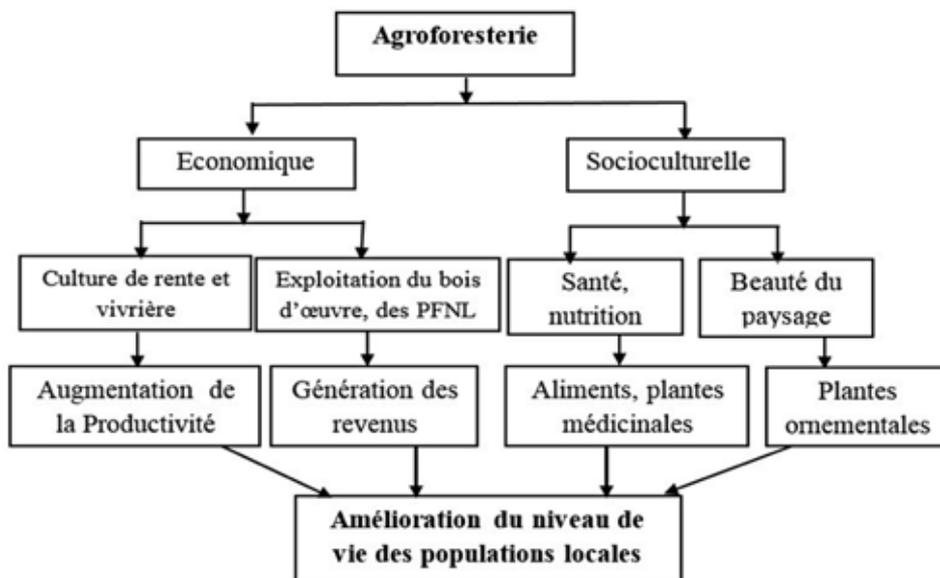


Figure 6: Synthèse des apports socioéconomiques des pratiques agroforestiers à Obala

économique indéniable. Ils sont de ce fait, utilisés à des fins commerciales. Les graines de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel ou “djanseng“, les feuilles de *Gnetum africanum* ou “Okok“, les fruits de *Irvingia gabunensis* Baill. ex Lanen. ou mangues sauvages, les Marantacées comme “Akakoé“ ou feuilles pour bâtons de manioc, le vin de palme sont quelques PFNL commercialisés dans la région.

### 3.5.2.3. Consommation et commercialisation des fruits

La localité d’Obala est un grand bassin de production des fruits. Ces fruits qui abondent au cours de l’année entre mars et août sont vendus et contribuent à l’amélioration du revenu des ménages à Obala. Parmi les fruits les plus en vue de la région, se comptent les mangues, les avocats, les safous, les oranges, les mandarines, les citrons.

*Theobroma cacao* L. ou cacaoyer est l’espèce agroforestière exotique dominante de la région. Il représente dans la zone l’enjeu économique majeur en ce sens qu’il constitue la principale source de revenu des populations. La production du cacao dans la région varie entre 300 et 500 kg/ha selon la variété et l’entretien de la plantation.

### 3.5.3. Fonctions écologiques des arbres

#### 3.5.3.1. Arbres générateurs d’ombre et d’humidité

Les arbres isolés ou groupés génèrent l’ombrage et

l’humidité dont ont besoin certaines plantes de la zone à l’instar du cacaoyer. Il est en effet une plante d’ombrage qui se développe mieux avec l’ombre et la fraîcheur générés par les autres arbres. Dans les villages et surtout dans les cours des habitations, les arbres procurent un ombrage très sollicité pendant la saison sèche. Cet ombrage fait de certains arbres un abri-repos pour les hommes de retour des champs.

#### 3.5.3.2. Arbre : un moyen de lutte contre l’érosion

L’arbre dans les champs protège les cultures contre les vents violents (Weigel, 1994). Dans les jardins de case, les espèces arborées protègent les habitants et leurs cases contre les vents violents. Les arbres qu’ils soient dispersés ou groupés constituent un moyen important de lutte contre l’érosion éolienne, l’érosion hydrique et par conséquent le lessivage des sols. De par leur feuillage, leurs branches, leur tronc et leurs racines, les ligneux freinent l’action érosive. Les feuilles et les branches interceptent et amortissent l’énergie cinétique des pluies, empêchant ainsi l’action érosive des gouttes et l’écoulement sur les sols. Ces derniers constituent par ailleurs un système barre vent et atténuent l’érosion éolienne.

#### 3.5.3.3. Arbre et fertilisation des parcelles cultivées

La quantité de biomasse produite par les espèces ligneuses contribue à l’amélioration de la fertilité

des sols. Cette fertilité se régénère à travers l'action de la litière aérienne et racinaire et donc les niveaux de matière organique dans le sol (Young, 1995). La décomposition des ligneux morts, des fruits, des racines, des branchettes et feuilles mortes dans les plantations constituent un avantage écologique. Ceci dans la mesure où elle favorise la fertilisation des sols ferrallitiques pauvres.

L'agroforesterie offre de grandes opportunités non seulement pour la reconstitution des sols à long terme, mais aussi pour sa fertilisation directe. En effet, certaines espèces ligneuses agroforestières sont considérées comme fertilisantes dans la région grâce à leur capacité à fixer l'azote ; c'est le cas de *Albizia adianthifolia* W.Wight, *Alstonia boonei* De Wild., *Distemonanthus benthamianus* Baill., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. (Fotsing, 2008). La décomposition au pied de l'arbre contribue à l'accumulation de l'humus du sol d'où la fertilisation de ce dernier. *Ficus mucosa* Welw. ex Ficalho par exemple a la particularité de faciliter la fertilisation des sols (Carriere, 1999). Elle contient au niveau de ces racines un taux de colonisation mycorhizienne très élevé (Fotsing, 2008).

#### 4. Discussion

De manière générale, les systèmes agroforestiers dans la région autour de la ville d'Obala, présentent une grande valeur économique et socioculturelle comme l'ont constaté Liage (2005), Drame Yaye et Berti (2008) et Dupraz (2009). Les PFNL (ndjansang, okok, akakoé), le bois d'œuvre exploités dans les systèmes agroforestiers locaux procurent un revenu complémentaire non négligeable pour les ménages. Ceci convergent aux idées de Schoeneberger (2009) pour qui les systèmes agroforestiers de par les nombreuses associations possibles, sont la source de la diversification des activités agricoles, des productions et donc des revenus. Ils constituent tout de même une alternative favorable à la préservation des forêts et des aires protégées comme le soulève Moneyang Mba (1994).

Les pratiques agroforestières à Obala participent aussi à l'aménagement et à la gestion du milieu comme l'a démontré Dounias (1994) chez les Mvae de la région de Campo au Sud du Cameroun. La composition des systèmes agroforestiers fait de la région d'Obala un ensemble de paysages composites. Ceci se rapproche des résultats de Tchatat (1996) pour qui l'association

des arbres et des cultures fait des jardins de case un système pluristratifié et très diversifié. Toutefois, contrairement aux systèmes agroforestiers des autres régions tropicales où on observe des haies vives, des rideaux d'abri et les cultures en couloirs ; les pratiques à Obala correspondent à l'agroforesterie traditionnelle (Dounias, 1994) et se singularisent par les jachères améliorées, les arbres dispersés du parc et les jardins de case. Elles facilitent une plus grande diversité spécifique dans les parcelles cultivées comme l'affirme Burel et Baudry (1999) et Le Roux et al. (2008).

Par ailleurs, les arbres épargnés ou plantés jouent un rôle écologique important à Obala en ce sens qu'ils participent au reboisement, à la lutte contre l'érosion, à la fertilisation des sols. Ceci rejoint les résultats de Temgoua (1988), Tchatat (1996), Carriere (2002) parlant des services écologiques de l'agroforesterie. Dans le même sillage, Young (1995) démontre que les arbres fournissent, de par leur litière de feuilles et leurs résidus racinaires, une quantité essentielle de matière organique qui confère la fertilité aux sols.

La décomposition des fruits, des feuilles et autres biomasses végétales au pied de l'arbre à Obala démontre sa capacité à fertiliser les sols. Ce constat rejoint ceux de Peltier et al. (1997), de Carriere (1999) et de Fotsing (2008) qui dans leurs analyses ont démontré la capacité de certaines espèces agroforestières à fixer l'azote et à fertiliser les sols.

Les ligneux agroforestiers notamment des jardins de case constituent en outre des barrières contre le vent. Ils protègent par conséquent les habitations et leurs occupants pendant les épisodes orageux. Cette idée corrobore avec celles de De Baets et Lebel (2007) et Servaire (2007) qui pensent que les haies brise-vent protègent les terres cultivées, les pâturages, les voies de communication, les bâtiments agricoles et domestiques du vent, ainsi que du sable et des poussières entraînées par le vent.

#### 5. Conclusion

Les travaux menés à Obala dans la région du Centre-Cameroun, montrent que l'agroforesterie se singularise par trois principales techniques à savoir la jachère améliorée, le parc arboré et le jardin de case. Le parc arboré est la technique la plus représentée grâce à la culture généralisée du cacao dans la région. La pratique de l'agroforesterie obéit ici à plusieurs techniques de reboisement

parmi lesquelles la régénération naturelle des arbres et leur conservation dans les champs cultivés ou abandonnés, le reboisement par semis direct ou indirect. Cette pratique permet une conservation partielle des espèces forestières pour leurs apports socio-économiques et écologiques. De même, elle contribue à un enrichissement des parcelles car en plus du cacao, les paysans intègrent les espèces exotiques constituées en majorité des arbres fruitiers dont la commercialisation des fruits améliore leur revenu annuel. Les espèces ligneuses épargnées ou cultivées dans les champs/plantations à Obala produisent aux communautés locales de nombreux biens (alimentation, bois énergie, bois d'œuvre, plantes médicinales,) et services (la fertilité du sol, ombrage, lutte contre de l'érosion) en même temps qu'elles constituent la principale source de revenu liée à la culture du cacaoyer.

### Bibliographie

- Aubreville, A. (1962).** Savanisation tropicale et glaciation Quaternaire. *Adansonia*, p 233-237.
- Bogne, A. (2010).** Mise en valeur des bas-fonds : dynamique de l'occupation et de l'utilisation des sols dans l'arrondissement d'Obala, *Mémoire de Master II en géographie, Université de Yaoundé I*, 130 p.
- BUCREP (2005).** 3e recensement général de la population et de l'habitat, rapport de présentation des résultats définitifs, 67p.
- Burel, F. et Baudry, J. (1999).** Ecologie du paysage, concepts, méthodes et applications, *TEC*, Paris, 352 p.
- Carriere, S.M. (1999).** "Les orphelins de la forêt" Influence de l'agriculture itinérante sur brûlis des Ntumu et des pratiques agricoles associées sur la dynamique forestière du sud Cameroun, *Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France*, 448 P.
- Carriere, S.M. (2002).** L'abattage sélectif: une pratique agricole ancestrale au service de la régénération forestière. *Bois et forêt des tropiques* N° 212, P 45-62.
- De Baets, N., Lebel, F. (2007).** L'agroforesterie au Québec : *Mémoire présenté à la commission pour l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois*, 165 p.
- Dounias, E. (1994).** L'agroforesterie traditionnelle au secours de la faune forestière menacée : possible contribution des agriculteurs-piégeurs Mvae à la gestion de la réserve de faune de Campo (sud Cameroun forestier). *Actes du Symposium International in Recherches-système en agriculture et développement rural*, 21-25 novembre 1994, Montpellier, P. 505-506.
- Drame, Yaye, A. et Berti, F. (2008).** Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger). *Tropicultura*, 149 p.
- Dupraz, C., et Liagre, F. (2008).** Agroforesterie, des arbres et des cultures. *Ed. la France agricole*, Paris, 413 p.
- Dupraz, C., Liegre, F., et Hamon, X. (2009).** L'agroforesterie : outil de séquestration du carbone en agriculture, *AGROOF et INRA*, 18 p.
- Ed Verheij (2003).** Agroforesterie, *Agrodok* n° 16, CTA Fondation Agronomisa Wagenigen, 98 p.
- Fotsing, B. (2008).** Contribution des savoirs locaux des essences associées sur la fertilité des sols sous cacaoyers, *Mémoire de DESS en Biologie et physiologie végétale, Université de Yaoundé I*, 75 p.
- Jagoret, P. (2011).** Analyse et évaluation de systèmes agroforestiers complexes sur le long terme : Application aux systèmes de culture à base de cacaoyer au Centre Cameroun. *Thèse Pour l'obtention du grade de Docteur de Montpellier supagro*, 236 p.
- Letouzey, R. (1968).** Etude phytogéographique du Cameroun. *Encyclopédie biologique LXIX*, Lechevalier, Paris, 511 p.
- Le Roux, X., Burel, F., Barbault et Baudry, J. (2008).** Agriculture et biodiversité ; valoriser les synergies, expertise scientifique collective. *Synthèse du rapport INRA*, Paris, 116 p.
- Liage, F. (2005).** Quelle place pour les arbres hors forêt dans la nouvelle PAC. *Assemblée permanente des chambres d'agriculture*, 49 p.
- Lojka, B., Preininger, D., Van Damme, P., Rollo, A. et Banout, J. (2012).** Use of the amazonian tree species *Inga edulis* for soil regeneration and weed control. *Journal of Tropical Forest Science* 24(1): 89-101.
- Manfo, D.A. (2013).** Agroforesterie et dynamique de la biodiversité floristique et du paysage agricole en zone de transition forêt-savane : le cas de la région d'Obala, Centre-Cameroun. *Mémoire de Master, Université de Yaoundé I*, 133 p.

- Manfo, D.A., Tchindjang, M., Youta, H.J. (2015).** Systèmes agroforestiers et conservation de la biodiversité dans un milieu fortement anthropisé : le cas d'Obala. *Rev. Sc. et Tech. For. et Env. Bassin Congo*, Volume 5. P. 22-34.
- Martin, D. (1967).** Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le Centre-Cameroun. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, 5 (2) : 189-219.
- Moneyang, Mba, E. (1994).** Etude des systèmes agroforestiers à préconiser dans la zone du projet Sud-Bakundu, rapport de mission effectuée le 1<sup>er</sup> avril 1994. In "le développement rural dans le projet de réserve forestière du Sud-Bakundu", *ONADEF/OIBT Développement Rural*, P. 33-37.
- Peltier, R. et Eyog Matig, O. (1988).** Les essais d'agroforesterie au Nord Cameroun. *Revue bois et forêts des tropiques*, n° 217, 3<sup>e</sup> trimestre, 32 p.
- Peltier, R., Harmand, J., et Njiti, C. (1997).** Restauration de la fertilité des sols par les jachères arborées. L'agroforesterie pour un développement rural durable. *Atelier international-Montpellier-France 23-29 juin 1997*, P 135-142.
- Schoeneberger, M.M. (2009).** Agroforestry : working trees for sequestering carbon on agricultural lands. *Agroforestry Systems*, vol. 75, n°1, p27-37.
- Servaire, M. (2007).** Etude de la faisabilité de la mise en place d'agroforesterie sur la plaine du Vistre, *Mémoire de fin d'étude à l'ENESAD*, 144 p.
- Suchel, J.B. (1988).** Les climats du Cameroun. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Saint-Etienne*, 4 vol., France, 1187 p.
- Tchatat, M. (1996).** Les jardins de case agroforestiers des basses terres humides du Cameroun : Etude de cas des zones forestières des provinces du Centre et du Sud, *Thèse de Doctorat de l'Université Paris 6*, 133 p.
- Temgoua, E. (1988).** Agroforesterie et développement rural, le cas du Cameroun, *SOPECAM*, Yaoundé, 135 p.
- Temgoua, E. (2001).** Sylviculture, bilan des expériences et modèles d'aménagement pour une gestion durable des forêts, Cameroun. *Rapport final-FAO*, 76 p.
- Vallerie, M. (1973).** Contribution à l'étude des sols du Centre-sud Cameroun. *Travaux et Documents de l'O.R.S.T.O.M n°29*, Paris, 111 p.
- Weigel, J. (1994).** Agroforesterie pratique, à l'usage des agents de terrain en Afrique tropicale sèche, *IRAM*, 211p.
- White, F. (1986).** La végétation de l'Afrique. Mémoire et Carte (1/5 000 000). ORSTOM-UNESCO-AETFAT-UNSO, *Recherches sur les Ressources Naturelles*, 20, Paris, 384 p.
- W.R.I. (2011).** Atlas forestier interactif du Cameroun, version 3.0. *Document de synthèse*, 60 p.
- Young A. (1995).** Agroforesterie pour la conservation du sol, *CTA*, Nairobi, Kenya, 165 p.
- Youta, Happi, J. (1998).** Arbres contre graminées : la lente invasion de la savane par la forêt au Centre-Cameroun, *Thèse de Doctorat, Université de Paris-Sorbonne*, 241 p.

## Potentiel floristique et utilisation traditionnelle des plantes antidiabétiques chez les femmes enceintes dans la commune de Savalou au Bénin

Gbesso G.H.F.<sup>1,2</sup>, Lougbegnon O.T.<sup>3</sup> et Tente B.<sup>2</sup>

- (1) Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts (EHAEV), Université Nationale d'Agriculture (UNA), Kétou, Bénin / e-mail : fr.gbesso@gmail.com  
(2) Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale (LABEE), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin  
(3) Laboratoire de Recherche en Ecologie Animale et Zoogéographie (LaREZ), Université Nationale (UNA), Kétou, Bénin

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437697>

### Résumé

L'étude ethnobotanique menée dans la Commune de Savalou vise principalement l'évaluation du potentiel du secteur d'étude en plantes médicinales utilisées spécifiquement par les femmes enceintes dans le traitement du diabète.

Les données ethnobotaniques ont été collectées auprès de 210 personnes sur la base d'un questionnaire structuré. Des fréquences et indices de similarité ont été déterminés. Les enquêtés utilisant ces plantes sont constitués de 78,2% de femmes et 21,8% d'hommes âgés de 10-90 ans. L'enquête a permis de recenser 36 espèces de plantes regroupées en 36 genres et appartenant à 27 familles

dont les plus importantes sont les Euphorbiaceae (4), les Fabaceae (4), les Annonaceae (2), les Rubiaceae (2), les Anteraceae (2) et les Verbenaceae (2). Les remèdes sont préparés essentiellement par infusion. La feuille (48%) est l'organe le plus utilisé et administré majoritairement par voie orale (85%). Les résultats obtenus constituent une source d'informations très précieuse pour la région étudiée et pour la flore médicinale nationale. Ils pourraient être une base de données pour les recherches ultérieures dans les domaines de la pharmacologie.

**Mots clés :** Ethnobotanique, Diabète, Plantes médicinales, Femme enceinte, Savalou

### Abstract

Ethnobotany study in Savalou Municipality has set itself the objective of assessing the potential of study medicinal plants sector specifically used by pregnant women in the treatment of diabetes.

Ethnobotanical data were collected from 210 people based on a structured questionnaire. Frequencies and similarity index were determined. Respondents using these plants include 78.2% women and 21.8% men aged 10-90 years. The survey has identified 36 plant species

grouped in 36 genera belonging to 27 families, the most important are the Euphorbiaceae (4), Fabaceae (4), Annonaceae (2), Rubiaceae (2) the Anteraceae (2) and Verbenaceae (2). The remedies are prepared primarily by infusion. The leaf (48%) is the organ most used and administered mainly by drinking (85%). The results are a very valuable source of information for the study area and to the national medicinal flora. They could be a database for future research in the field of pharmacology.

**Keywords :** Ethnobotany, Diabetes, medicinal plants, Pregnant woman, Savalou

### 1. Introduction

Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées comme médicaments. Ces derniers à base de plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques. Les industries pharmaceutiques sont de plus en plus intéressées par l'étude ethnobotanique des plantes. L'Afrique dispose d'une diversité importante de plantes médicinales (Dibon et al., 2011). Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour

la majorité des populations rurales en Afrique, où plus de 80% de ces populations s'en servent pour assurer les soins de santé (Jiofack et al., 2009 ; 2010). De plus, les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) ont éveillé un intérêt considérable en Afrique au cours de ces dernières années pour leurs contributions à l'économie des ménages et la conservation de la biodiversité végétale (Betti, 2002 a ; b). Le diabète est l'une des maladies non transmissibles les plus répandues dans le monde (Jayakumar et al., 2010). Selon l'OMS, plus de

176 millions de personnes sont affectés dans le monde. On estime que la prévalence de 2,8% en 2000, atteindra 4,4% de la population mondiale en 2030 (Sarah et al., 2004 ; Etuk et al., 2010). De tous les continents, l'Afrique est le plus touché par cette maladie (Erasto et al., 2005). C'est une maladie métabolique qui se caractérise par un désordre au niveau de la régulation du taux de glucose sanguin. L'état gestationnel est un facteur d'exacerbation du diabète avec des conséquences sanitaires pour la mère et l'enfant (Bory, 2011). En effet, au cours de la gestation, la sécrétion insulinaire est parfois insuffisante pour répondre aux besoins de l'organisme, notamment en période postprandiale. Il en résulte une diminution de la captation tissulaire du glucose, une augmentation de la production de glycogène par le foie, et une élévation de la glycémie: on parle alors de diabète gestationnel (Jordan et al., 2007; Vambergue, 2002). Le diabète gestationnel est causé lorsque les récepteurs de l'insuline ne fonctionnent pas correctement dans le sang. Les antidiabétiques oraux n'entraînent la normalisation de la glycémie que dans moins de 50% des cas. Ils n'ont pas d'effet régressif sur les lésions installées et ils sont contre-indiqués dans les insuffisances rénales et hépatocellulaires de même que pendant la grossesse. Leurs effets secondaires ne sont pas négligeables (Dagnoko, 2009). A ceci, il faut ajouter les problèmes d'intolérance, d'hypersensibilité et de résistance liés aux médicaments antidiabétiques (Jayakumar et al., 2010). Par ailleurs, dans les pays africains en voie de développement, la prise en charge médicale du diabète est limitée par l'inaccessibilité de certaines populations aux Centres de Santé et le coût élevé des médicaments de la médecine conventionnelle. Dans ces conditions les populations font souvent recours aux plantes médicinales pour se soigner. Il apparaît donc primordial pour les scientifiques de faire des investigations sur les plantes antidiabétiques afin de mettre à la disposition des populations des médicaments traditionnels améliorés disponibles et à moindre coût. Bien que de nombreuses enquêtes ethnobotaniques aient été réalisées sur les plantes antidiabétiques dans certains pays africains (Erasto et al., 2005 ; Etuk et al., 2010) et ailleurs dans le monde (Jayakumar et al., 2010; Pavani et al., 2012 ; Thirumalai et al., 2012), dans le but de doter la communauté scientifique d'une base de données sur les plantes médicinales, il est à noter qu'aucune étude n'a porté sur celles utilisées chez les femmes diabétiques enceintes. Cependant, la question des plantes médicinales a fait l'objet d'investigation de la part des chercheurs africains et en particulier

des béninois (Aké, 1981 ; Adjanohoun, 1985). Mais, ces études sont loin de couvrir toutes les attentes. C'est pourquoi le présent travail évalue le potentiel du milieu d'étude en plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes en vue de leur valorisation pour une conservation durable.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1. Zone d'étude**

Située en plein centre du Bénin à 240 kilomètres de Cotonou (la capitale économique du Bénin), la Commune de Savalou représentée sur la figure 1 est comprise entre 7°34'06'' et 8°12'34'' de latitude Nord d'une part et 1°37'34'' et 2°8'12'' de longitude Est d'autre part. Elle partage ses frontières avec les Communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué à l'Est ; de Bantè au Nord, le département du Zou au Sud et la République du Togo à l'Ouest sur environ 65 km (limite Nord-Sud). Elle s'étend sur près de 58 km de l'Ouest à l'Est et couvre une superficie de 2 674 km<sup>2</sup>.

### **2.2. Méthodes de collecte**

#### **2.2.1. Choix des localités et des enquêtés**

L'échantillonnage adopté est de type aléatoire. Les enquêtes se sont déroulées dans deux arrondissements ruraux (Kpataba et Logozohè) et un urbain (Agbado). Au total, 210 personnes ont été ciblées au hasard et interrogées. Le dialogue est fait en Mahi ou en Nago selon le cas car, ce sont les deux langues majoritaires du milieu.

#### **2.2.2. Collectes des données ethnobotaniques**

Les données ethnobotaniques ont été collectées sur la base d'un questionnaire structuré. Des interviews individuelles et de groupe ont servi pour la collecte de ces informations. Les informations recueillies ont concerné d'une part les caractéristiques sociales des personnes interrogées (âge, sexe, ethnie, niveau d'instruction, etc.) pour un bon regroupement des connaissances liées aux espèces. D'autre part, les données ethnobotaniques telles que le nom local commun de la plante, ses divers usages, les parties utilisées, les modes de préparations, les voies d'administrations, etc.

#### **2.2.3. Identification des espèces dans leurs habitats et collecte des spécimens**

L'identification des espèces citées pendant l'enquête socioéconomique dans leurs habitats a d'abord permis de confirmer leur présence ou non dans le milieu et d'observer aussi leur répartition. Pour avoir des

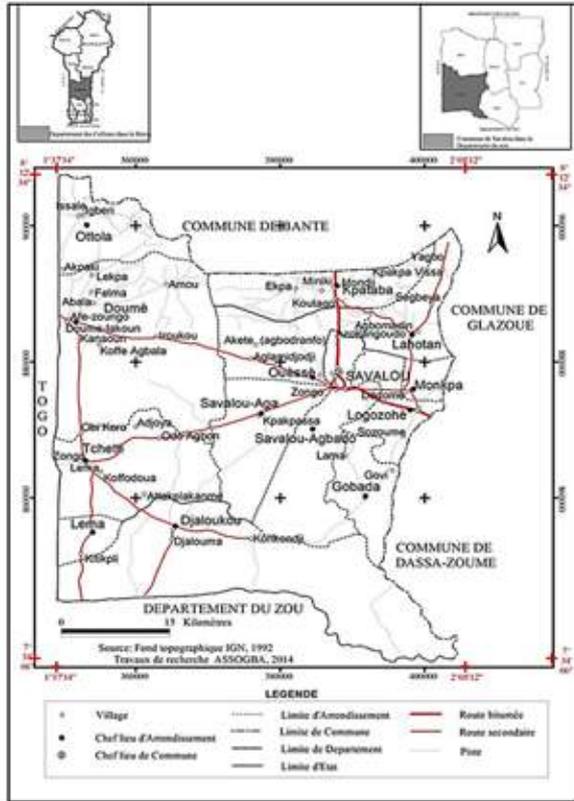


Figure 1 : Carte de situation géographique de la Commune de Savalou

spécimens de chaque espèce, il a été procédé à la récolte en milieu naturel de ces espèces accompagnées des pisteurs disposant d'une bonne connaissance de ces plantes (surtout leur nom en langues locales). De plus, pour certaines espèces citées, il a été procédé à l'achat de leurs spécimens auprès des vendeuses lorsque nous n'arrivons pas à récolter ces dernières dans leurs habitats

**2.3. Méthodes de traitement et d'analyse des données**

Les données recueillies ont été ensuite saisies sous le logiciel Microsoft Excel 2013 et analysées par le logiciel SPSS (System Package for – Social Sciences, version 11.5). La matrice établie a permis de faire des analyses fréquentielles, des tris et d'établir des graphes.

- Fréquence Relative de Citation (FRC)

L'importance de chaque espèce a été calculée en utilisant la fréquence relation de citation (Tardio et al., 2008). Elle est calculée suivant la formule :

$$FRC = \frac{FC}{N} \times 100 \tag{Eq. 1}$$

Avec FC le nombre d'enquêtés ayant mentionné l'usage de l'espèce et N le nombre total d'enquêtés.

- Indice de similitude de Sorensen (Sorensen, 1948)
- Il est utilisé pour montrer l'affinité de l'usage des plantes médicinales entre deux groupes socio-culturels d'une même communauté. Si  $S > 50\%$  alors les deux groupes ethniques considérés ont une forte similitude dans l'usage des espèces médicinales.

$$S = \frac{2c}{a+b} \times 100 \tag{Eq.2}$$

Avec C= nombre d'espèces de plantes communes citées par les deux groupes ethniques considérés, a= nombre d'espèces de plantes citées par le groupe ethnique 1 et b le nombre d'espèces de plantes citées par le groupe ethnique 2.

- Identification des plantes médicinales
- L'identification taxonomique des espèces végétales médicinales a été réalisée à partir de la flore analytique du Bénin (Akoègninou et al., 2006) et par des experts du jardin botanique de l'Université d'Abomey-Calavi.

**3. Résultats**

**3.1. Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon les caractéristiques sociales des enquêtés**

- Appartenance socio-culturelle : Les populations enquêtées sont composées de quatre groupes ethniques dont la fréquence d'utilisation des plantes médicinales est de 62% pour les Mahi, 21% pour les Nago, 11% pour les Fon et 6% pour les Adja (figure 2).
- Approche genre : Les plantes médicinales sont utilisées aussi bien par les femmes que par les hommes. Les femmes viennent en tête avec 78% et les hommes après avec 22% (figure 3).
- Classe d'âge : L'utilisation des plantes médicinales dans le milieu d'étude concerne toutes les tranches d'âge.

Les personnes âgées de 30 à 59 ans ont une fréquence d'utilisation des plantes médicinales de 63%. Les tranches d'âge [60-90[ et [0-30[ viennent ensuite avec un pourcentage respectivement de 32% et 5% (figure 4).

- Niveau d'étude : Concernant le niveau d'instruction des personnes utilisatrices des plantes médicinales, les résultats obtenus montrent que 61% sont analphabètes, alors que 23% ont un niveau primaire et 16% ont un niveau secondaire (figure 5).

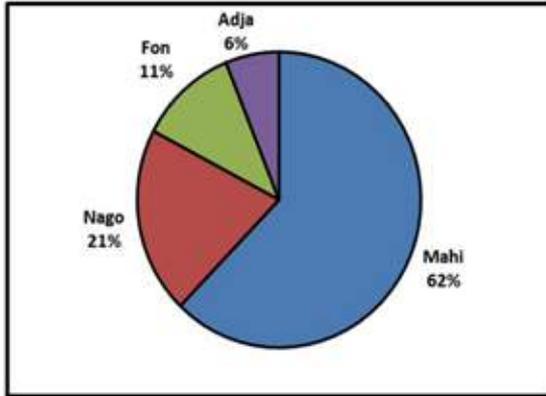


Figure 2 : Répartition de la fréquence d'utilisation des plantes médicinales par groupe ethnique

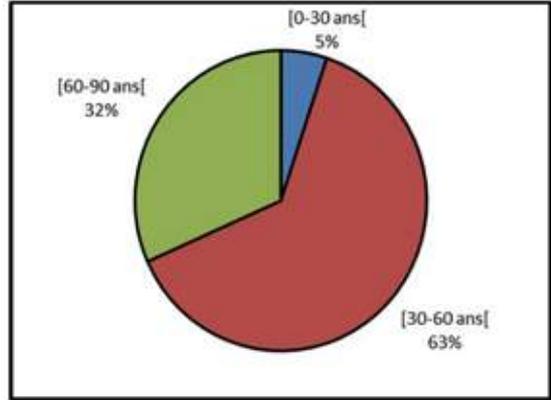


Figure 4: Répartition de la fréquence d'utilisation des plantes médicinales par classes d'âge

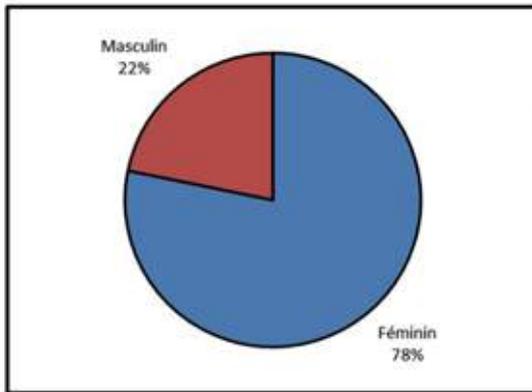


Figure 3 : Répartition de la fréquence d'utilisation des plantes par sexe

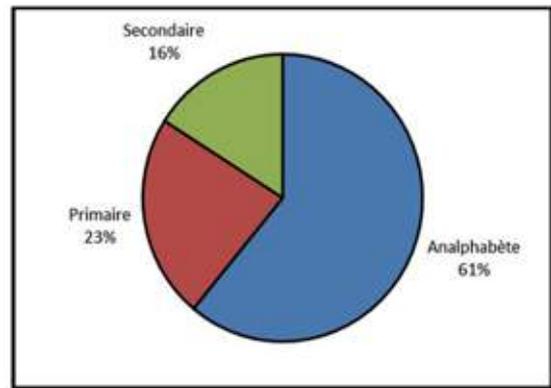


Figure 5 : Répartition de la fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude

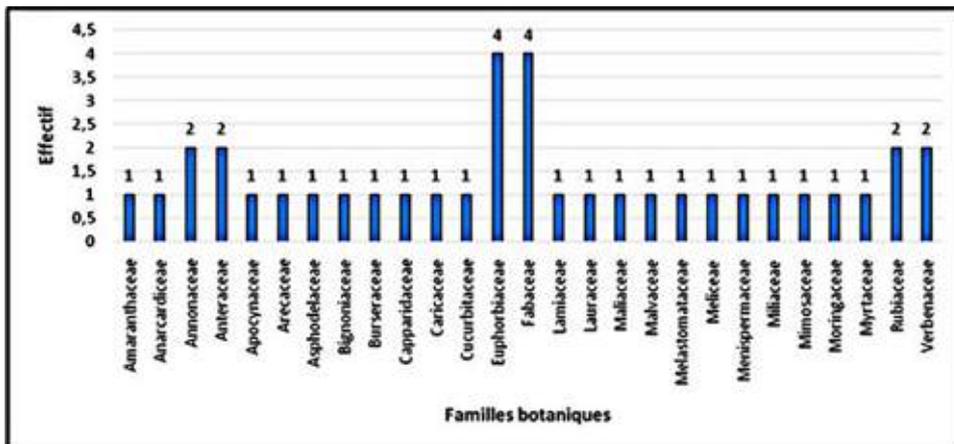


Figure 6 : Fréquence des familles botaniques

### 3.2. Diversité des plantes utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes

L'enquête ethnobotanique a permis de dresser la liste des plantes médicinales utilisées dans le traitement

du diabète chez les femmes enceintes (tableau 1). Pour chaque plante recensée, ont été identifiés le nom scientifique, la famille, le nom commun, la partie utilisée, les modes de préparations et d'administrations

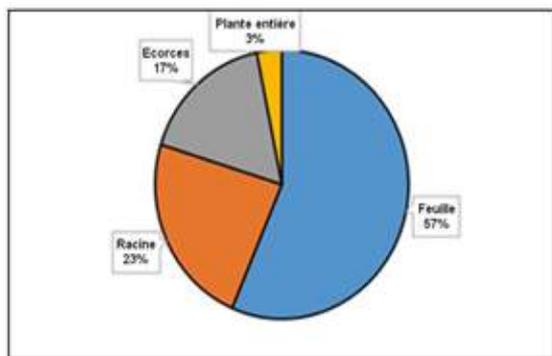


Figure 7: Répartition des pourcentages des différentes parties utilisées des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète

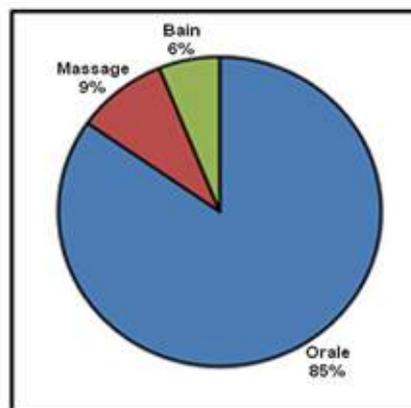


Figure 9: Répartition des différents modes d'administrations

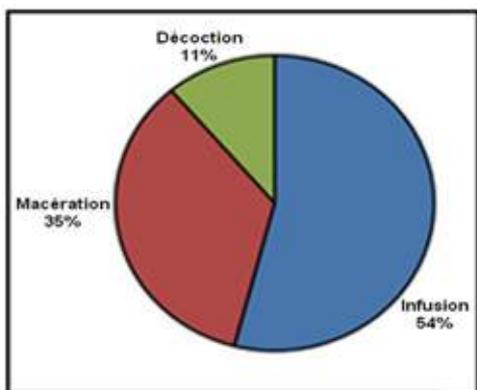


Figure 8 : Répartition des différents modes de préparations

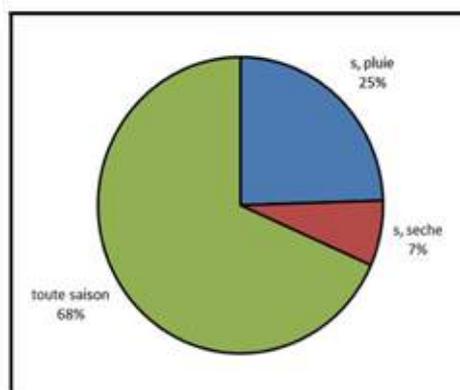


Figure 10 : Répartition de la disponibilité saisonnière des espèces

adoptés par la population locale, ainsi que la fréquence de citation. Les 36 espèces recensées et utilisées comme plantes médicinales dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes sont regroupées en 36 genres et appartiennent à 27 familles (tableau 1). La figure 6 montre que la famille des Euphorbiaceae et des Fabaceae prédomine avec 4 espèces chacune, viennent ensuite les familles des Annonaceae, Anteraceae, Rubiaceae et Verbenaceae avec 2 espèces chacune, les autres familles (Amaranthaceae, Anarcardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Curcubitaceae, Malvaceae, Moringacaceae, etc.) ont chacune une espèce.

### 3.3. Utilisations ethnopharmacologiques des espèces antidiabétiques

#### 3.3.1. Parties des espèces végétales utilisées dans le traitement du diabète

Chaque partie de la plante a des propriétés thérapeutiques; pour cela, les plantes médicinales peuvent être utilisées entières ou en partie (feuille, écorce, racine). Dans le secteur d'étude, la feuille

des plantes est la plus utilisée avec un pourcentage de 54%, la racine est utilisée par 23% des enquêtés suivie de l'écorces à 16% et en dernière la plante entière à 3% (figure 7).

#### 3.3.2. Modes de préparation et d'administration

Dans la Commune de Savalou, la population locale utilise, pour le traitement du diabète chez les femmes enceintes, les plantes en infusion 54%, suivie de la macération avec un pourcentage de 35% et la décoction 11% (figure 8). S'agissant du mode d'administration, 85% des espèces sont administrées par voie orale, 9% par massage et 6% par la prise de bain (figure 9).

#### 3.3 Disponibilité et importance de l'utilisation des espèces recensées

##### 3.3.1 Disponibilité saisonnière

Parmi les espèces recensées, 25% sont disponibles en saison pluvieuse, 7% disponibles en saison sèche et 68% en toute saison (figure 10).

**Tableau 1 : Importance de l'utilisation des plantes médicinales recensées**

N°	Nom scientifique	Famille des espèces	Nom local	Parties de l'espèce utilisées	Mode de préparation	Fréquence %
1	<i>Sarcocephalus latifolus</i>	Rubiaceae	Ogougoubéssi	Plante entière	Infusion	10
2	<i>Lounaca tarakacifolia</i>	Anteraceae	Yantoto	Tige feuillée	Infusion	10
3	<i>Phyllanthus amarus</i>	Euphorbiaceae	Ayebisso	Tige feuillée	Décoction	8
4	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Kininiman	Tige feuillée	Décoction	6
5	<i>Xylopia aethiopica</i>	Annonaceae	Oroun	Tige feuillée	Décoction	6
6	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Tchati	Tige feuillée	Infusion	6
7	<i>Vernonia amydalina</i>	Anteraceae	Amanvivè	Tige feuillée	Décoction	5
8	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	Kpatiman	Tige feuillée	Décoction	5
9	<i>Aloe vera</i>	Asphodelaceae	Alouest	Plante entière	Macération	4
10	<i>Schrankia leptocarpa</i>	Mimosaceae	assaboèssaboè	Tige feuillée	Décoction	3
11	<i>Abrus precatorius</i>	Fabaceae	dègbèdègbèman	Tige feuillée	Décoction	3
12	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	Ablibaman	Tige feuillée	Décoction	2
13	<i>Myristica sp</i>	Annonaceae	Agninro	Plante entière	Décoction	2
14	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	gnankpogoto	Ecorce	Infusion	2
15	<i>Centrostacys aquatica</i>	Amaranthaceae	houèman	Tige feuillée	Décoction	2
16	<i>Cassia siemea</i>	Fabaceae	Kassia	Tige feuillée	Décoction	2
17	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	kinkunman	Ecorce	Décoction	2
18	<i>Pterocapus crinaceus</i>	Fabaceae	Kosso	Tige feuillée	Infusion	2
19	<i>Flueggea virosa</i>	Euphorbiaceae	Tchakètchakè	Tige feuillée	Décoction	2
20	<i>Desmodium ramosissimum</i>	Fabaceae	Zedali	Ecorce	Infusion	2
21	<i>Cassytha filiformis</i>	Lauraceae	Agbègbèkan	Tige feuillée	Décoction	1
22	<i>Lippia multiflora</i>	Verbenaceae	Aglala	Ecorce	Infusion	1
23	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	Agonkedo	Racine	Infusion	1
24	<i>Carissa spinarum</i>	Apocynaceae	Ahanzodo	Racine	Infusion	1
25	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Aklikon	Tige feuillée	Décoction	1
26	<i>Khaya senegalensis</i>	Maliaceae	Zunzatin	Ecorce	Décoction	1
27	<i>Gardenia sp</i>	Rubiaceae	Dekpla	Tige feuillée	Décoction	1
28	<i>Cissampelos mucronata</i>	Menispermaceae	Djokodjè	Tige feuillée	Décoction	1
29	<i>Vitex doniana</i>	Verbenaceae	Fondo	Racine	Infusion	1
30	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	gnanblikpo	Tige feuillée	Décoction	1
31	<i>Heterotis rotundifolia</i>	Melastomataceae	Hedo	Racine	Décoction	1
32	<i>Bridelia micranta</i>	Euphorbiaceae	honsukokue	Tige feuillée	Décoction	1
33	<i>Cratava adansonii</i>	Capparidaceae	hontonzouze	Tige feuillée	Décoction	1
34	<i>Hibiscus surratensis</i>	Malvaceae	Kpofin	Tige feuillée	Infusion	1
35	<i>Commiphora africana</i>	Burseraceae	Lidjiman	Racine	Décoction	1
36	<i>Ocimum canum</i>	Lamiaceae	Tchiayo	Tige feuillée	Décoction	1

### 3.3.2 Importance de l'utilisation des plantes antidiabétiques

Les valeurs des fréquences d'utilisation des espèces

recensées sont consignées dans le tableau 1. Il ressort de l'analyse de ce tableau que la valeur des fréquences varie de 1 à 10%. Les espèces dont l'organe est plus

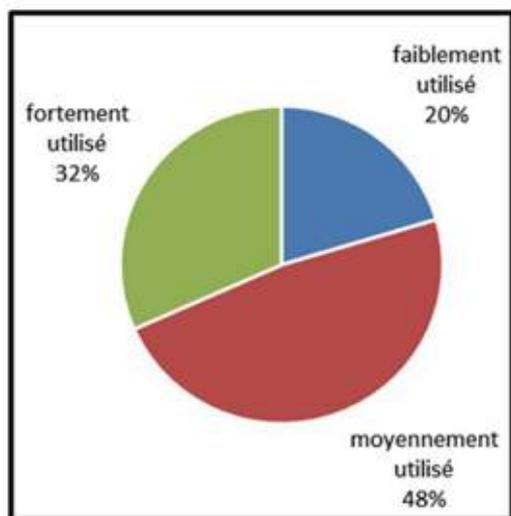


Figure 11: Répartition des différents scores d'utilisation des espèces

Tableau 2 : Similarité de l'usage des plantes médicinales dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes entre les différents groupes ethniques enquêtés

	Fon	Mahi	Nago	Adja
Fon				
Mahi	15,38			
Nago	6,06	52,38		
Adja	57,14	18,46	18,18	

utilisé sont *Sarcocephalus latifolus* et *Lounaca tarakacifolia* (FRC=10%) et suivie des autres espèces. Les différentes plantes sont importantes chacune en ce qui les concerne.

### 3.3.3. Score d'utilisation

Concernant le score d'utilisation, 20% des espèces sont faiblement utilisées, 48% sont moyennement utilisées et 32% sont fortement utilisées (figure 11).

### 3.3.4. Relation entre groupes socioculturels utilisant les plantes antidiabétiques

Le tableau 2 présente la similarité de l'usage des plantes médicinales entre les différents groupes ethniques. Il en ressort qu'entre les groupes Ethniques Mahi et Nago, Fon et Adja on observe une forte similitude dans l'usage des plantes utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes. Par contre cette similitude est faible chez les groupes ethniques Fon et Nago, Fon et Mahi, Adja et Nago, Adja et Mahi.

## 4. Discussion

### 4.1. Prévalence du diabète

Le diabète est l'une des maladies chroniques émergentes de la transition épidémiologique au Bénin (Djrolo et al. (2003). Selon l'OMS (2005), le nombre d'adultes affectés par le diabète sucré augmentera de 170% dans les pays en voie de développement. Au Bénin, diverses enquêtes ont été réalisées dans le cadre de la prévalence du diabète. Ainsi, dans le département des collines y compris la Commune de Savalou, il est de l'ordre de 33% à cause de multiples facteurs dont la consommation excessive d'huile d'arachide, la consommation d'alcool frelaté contenant de grandes quantités de sucre industrialisé ajouté à la sédentarité d'une majorité de la population qui se déplace en « Zémidjan » (taxi-moto) même pour de courtes distances et le manque de sensibilisation générale au sujet de l'hygiène alimentaire (Barasche et al., 2009). Le problème qui se pose aujourd'hui est que les personnes portent le germe du diabète sans le savoir. Ceci peut s'avérer dangereux quand il s'agit de prendre des traitements pour d'autres problèmes de santé (Barasche et al., 2009). Dès lors, l'organisation des campagnes de sensibilisation, de prévention et de dépistage dans les villages pour diagnostiquer les personnes diabétiques et de les informer de la maladie qu'elles ont, est une nécessité pour soulager les malades et de leur donner un traitement adéquat (Barasche et al., 2009)

### 4.2. Diversité des espèces végétales utilisées dans le traitement du diabète

Dans la Commune de Savalou, au total 36 espèces utilisées comme plantes médicinales dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes ont été identifiées et inventoriées. Elles sont réparties dans 36 genres et 27 familles. Dans notre étude, la famille des Euphorbiaceae et des Fabaceae sont les plus représentées ayant 4 espèces de plantes chacune. Des études préliminaires ont également identifié la famille des Euphorbiaceae et des Fabaceae comme ceux qui regroupent les principales espèces utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes (Trabi et al., 2008 ; Tossou et al., 1995 Mbagwu et al., 2011 ; Owolabi et al., 2011). Par ailleurs, dans la pharmacologie, les Euphorbiaceae sont très souvent citées comme la famille qui regroupe les espèces de plantes médicinales produisant des effets hypoglycémiantes faisant preuve d'activité anti diabétique tels que les alcaloïdes, des glycosides

(Fézan et al. 1996 ; Tossou et al., 1995). De façon similaires à la présente étude, les espèces *Coccoloba*, *Carica papaya*, *Aloe vera* et *Phyllanthus amarus* ont été également mentionnées comme espèces anti-diabétique puis testé in vitro et in vivo (Ozozgwu, 2011 ; Teklehahmanot 2009 ; Oké, 1998).

#### **4.3. Intérêt et place de la médecine traditionnelle dans le traitement du diabète**

La médecine traditionnelle a de tout temps été utilisée en Afrique dans le traitement du diabète (Tossou et al., 1995). Par ailleurs, la médecine traditionnelle est une médecine de proximité, moins coûteuse et moins contraignante (Gbéassor et al., 1989). Selon Ferlié (2011), certaines plantes ont leur potentiel préventif élevé du diabète. Celles-ci peuvent retarder le début de la maladie, améliorer la prise en charge du traitement médicamenteux, et empêcher les complications cardiovasculaires et rénales. Au vu de tout ce qui précède, les plantes médicinales peuvent utilement être intégrées au traitement du diabète dans une stratégie optimisée en vue d'un meilleur rapport efficacité/coût. Les connaissances traditionnelles devraient donc être conservées à cause de leur rôle vital pour le bien être humain et la validation des pratiques traditionnelles est donc importante car elles pourraient générer une grande assurance dans l'usage de telle ou telle espèces dans le traitement des affections chroniques (OMS, 2005).

#### **4.4. Méthode de préparation et mode d'administration**

Dans cette étude, la décoction (ébullition) dans l'eau représente le principal mode de préparation utilisé dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes. La décoction permet une extraction des principes actifs plus complète d'une préparation généralement végétale. Cette situation n'est pas différente de ce qui a été reportée dans des études menées dans d'autres pays du continent (Tarak, et al., 2011 ; Patel, et al., 2011). Le principal mode d'administration du traitement du diabète est celle de la voie orale, car les populations préconisent que la voie orale est le meilleur mode d'administration qui a plus d'effet sur le taux de glucose. Ces résultats sont similaires à celui de Tarak et al., (2011).

#### **5. Conclusion**

Le diabète est une maladie métabolique largement répandue, dont la prévalence augmente rapidement dans le monde, son impact économique est donc

considérable notamment dans les pays en voie de développement. Ainsi la présente étude a permis d'une part de mesurer le degré de connaissance des populations locales de la Commune de Savalou sur le diabète et de faire un inventaire des différentes espèces de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète. Par cette étude, les informations ethnobotaniques collectées et présentées ont également permis d'identifier les familles de plantes les plus représentées et les espèces les plus utilisées pour le traitement du diabète dans le milieu d'étude. L'analyse de ces informations a montré qu'il existe une diversité de connaissances dans l'usage des plantes médicinales dans le traitement du diabète.

Les résultats de cette étude ont également montré que l'utilisation de la médecine traditionnelle ou moderne pour le traitement du diabète n'est souvent pas influencée par certains facteurs socio-démographiques. En effet au niveau thérapeutique, certaines espèces de plantes médicinales peuvent jouer un rôle adjuvant pour augmenter l'efficacité d'un agent antidiabétique oral. De plus elles trouvent leur place au niveau de la prévention. Certaines espèces citées offrent une large réponse au problème complexe du diabète et ont déjà fait l'objet d'étude pharmacologique et toxicologique. Vu le rôle vital que jouent les espèces végétales médicinales dans le traitement du diabète, la mise en place des stratégies de conservation et d'exploitation des plantes est indispensable pour augmenter la disponibilité de ces espèces dans le traitement du diabète dans tout le pays. A l'issue de ce travail, il est constaté que le diabète est une maladie qui sévit surtout chez les femmes enceintes. Au vue de ces résultats, il est impérieux de définir des stratégies pour la conservation de ces espèces.

#### **Bibliographie**

- Adjanohoun, E.J., Aké-Assi, L. (1979).** Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte-d'Ivoire. Université d'Abidjan, *Centre national de Floristique*, 358p.
- Aké-Assi, L. (1979).** Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte-d'Ivoire. Université d'Abidjan, *Centre National de Floristique*, 358p.
- Barasche, J., Barras, G. et Kheir, V. (2009).** Projet de lutte contre le diabète au Bénin. (*Rapport de stage en immersion*), 38p.

- Bory, C. (2011).** Grossesses et diabète : connaissances actuelles et nouvelles recommandations *Thèse de pharmacie*, université de Limoges, 120p.
- Djrolo, F., Fourn, L., Fayomi, E.B. et Zohoun, T.H. (2003).** Prévalence du diabète au Bénin. *Le Bénin médical* 12: pp. 98-104.
- Erasto, P., Adebolopo, C.D.S. and Afolugan, A.J. (2005).** An ethnobotanical study of plants used for the treatment of diabetes in the Eastern Cape Province, South Africa. *African Journal of Biotechnology* 42: 1458-1460.
- Etuk, E.U., Bello, S.O., Isezu, S.A. and Mohamed, B.J. (2010).** Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants used for the treatment of Diabetes Mellitus in the North West region of Nigeria. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*. 1(1) : pp. 55-59
- Ferlié, C. (2001).** Des exemples de plantes utilisées dans le traitement du diabète de type 2 : Activité et prévention dans le traitement du diabète *Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie*, Université de Lille 2, Lille. 108p.
- Fézan, H., Trabi, Guy, M., Irié, K.C.C. et N'gaman, Cléjesson, H.B.M. (2009).** Etude de quelques plantes utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sciences et nature*. 5(1) : pp. 39-48.
- Fleurentin, J. (1990).** Ethnopharmacologie : sources, méthode, objectifs : *actes du 1<sup>er</sup> colloque européen d'ethnopharmacologie*, 3p.
- Gbéassor, M., Kossou, Y., Amegbo, K., Koumaglo, K. and Denke, A. (1983).** Antimalarial effect of eight African medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 25: pp. 115-118.
- Jayakumar, G., Ajithabai, M.D., Sreedevi, S., Viswanathan, P.K., Remeshkumar (2010).** Ethnobotanical Survey of the plants used in the treatment of Diabetes. *India Journal of Traditional knowledge*, 9(1): pp. 100-104.
- Jordan, A.P. (2007).** Nouveau-nés de mère diabétiques, ENC, *Pédiatrie Maladies Infectieuses*, 50p.
- Mbagwu, O.C., Jackson, C., Jackson, I. et Epke, G. (2011).** Evaluation of the hypoglycemic effect of aqueous extract of *Phyllanthus amarus* in alloxan-induced diabetic albino rats *Int J Pharm Biomed Res*. 2(3): pp. 158-160.
- Mehdioui, R., Kahouadji, A. (2007).** Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, section sciences de la vie*. 29 : pp. 11-20.
- Natabou, D. (1991).** Contribution à l'étude de la médecine et de la pharmacopée traditionnelle au Bénin Novergious. *Journal of medicinal plant research*. 7: pp. 1134-1139.
- Oke, J.M. (1998).** Antidiabetic potency of pawpaw. *African Journal of Biomedical Research*. 1: pp. 31-34.
- OMS (2005).** Rapport final de la première réunion du comité régionale d'experts de l'OMS sur la médecine traditionnelle. 41p.
- Owolabi, O.A., James, D.B., Anigo, K.M., Iormanger, G.W. and Olaiya, I.I. (2011).** Combined effect of aqueous extracts of *Phyllanthus amarus* and *Vitex doniana* stem bark on blood glucose of streptozotocin (stz) and induced diabetes rats and some liver biochemical parameters, *British Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2(3): 143-147.
- Patel, J.R., Priyanka, T.V., Sharma, N.S. and Chauhan, V.K.D. (2011).** *Phyllanthus amarus*: ethnomedicinal uses, *phytochemistry and pharmacology*. 138(2): pp. 286-313.
- Pavani, M., Sankara, R.M., Mahendra, Nath, M. and Appa, Rao, C. (2012).** Ethnobotanical explorations on antidiabetic plants used by tribal inhabitants of Seshachalam forest of Andhra Pradesh, India. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 2(3): 100-105.
- Sarah, W., Gojka, R., Anders, G., Richard, S. and Ilary, K. (2004).** Global prevalence of diabetes. *Diabetes Care*. 27: pp. 1047-1053.
- Tabuti, J.R.S. and Lyseka, D.S.S. (2003).** Traditionnel herbal drugs of Bulamogi, Uganda plants, use and administration. *J. Ethnopharmacology*. 88: pp. 19-44.
- Tarak, D., Nansa, D.T.S., Aryya, S.C., Rajbonshi, S.P.K. and Mandal, M. (2011).** An inventory of the ethnobotanicals used as anti-diabetic by rural community of Dhemadji district of Assam, Northeast India. *Journal of ethnopharmacology*. 138(2): pp. 345-350.

- Tardio, J. and Pardo-De-Santayana, M. (2008).** Cultural Importance Indices: A Comparative Analysis Based on the Useful Wild Plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Economic Botany*. 62: pp. 24-39.
- Teklehaymanot, T., Giday, M. (2007).** Ethnobotanical study of medicinal plants used by people in Zegie peninsula, Northwestern Ethiopia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 3: 12.
- Thirumalai, T., Beverly, C.D., Sathiyaraj, K., Senthilkumar, D. and David, E. (2012).** Ethnobotanical Study of Anti-diabetic medicinal plants used by the local people in Javadhu hills Tamilnadu, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 1691(12) : pp. S910-S913.
- Tossou, K., Sess, D. et Adran, A. (1995).** Intérêt et place de la médecine traditionnelle dans le traitement du diabète sucré. Résultats préliminaires in pharmacopée et médecine traditionnelle africaine, *CAMES 8* : pp. 19-28.
- Trabi, G.M., Irié, K.C.C. et Cléjesson, H.B.M. (2009).** Etude de quelques plantes utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sciences et nature* 5(1) : pp. 39-48.

## Rôle des habitats aménagés sur la petite faune et l'avifaune : cas du groupement Bafou sur le versant méridional des monts Bamboutos

Tiomo Dongfack E.<sup>1</sup>

(1) Département de Géographie, Université de Yaoundé I, Cameroun/e-mail : tiomoemmanuel2008@yahoo.fr / B.P. : 31323 Yaoundé

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437729>

### Résumé

*La gestion durable des forêts et la conservation de la biodiversité reste une préoccupation majeure dans le monde entier. L'essentiel des efforts est beaucoup plus tourné vers les massifs forestiers naturels aux dépens de milieux anthropisés. Or, les forêts dégradées ou plantées par l'homme ont aussi un fort potentiel de conservation de la biodiversité. L'étude porte ainsi sur le rôle de l'arbre dans l'entretien de la petite faune et l'avifaune non pas dans un espace forestier classique mais dans un espace beaucoup plus anthropisé et surtout marqué par de fortes densités humaines. Le constat fait est celui de la destruction de l'arbre sur le territoire Bafou. En effet, on note une importante diminution de l'arbre dans la zone des plateaux tandis qu'on observe une légère expansion de ce dernier au Nord. La présente étude a donc pour objectif d'établir les relations existantes entre des arbres plantés par l'homme et le développement de la petite faune. Pour atteindre cet objectif, des relevés et des observations ont été effectués sur le terrain. Le traitement des données issues des sources primaires et secondaires montrent un certain nombre de résultats probants : plusieurs types d'habitats s'observent (concessions à haies vives, concessions en matériaux*

*modernes, champs à haies vives, raphiales, forêts sacrées, plantation d'eucalyptus) et jouent un important rôle dans le maintien de la faune. Dans les concessions, on note une abondance d'individus de l'avifaune (2,5% dans les concessions en matériaux modernes contre 30,35% dans les concessions à haies vives). Le moineau gris est à cet effet l'espèce la plus fréquente dans ces habitats. La petite faune caractérisée par les espèces telles écureuils et civettes représente 6,83% dans les concessions à haies vives tandis qu'elle est nulle dans les concessions en matériaux modernes. Dans les autres habitats, la petite faune représente 9,45% dans les champs à haies vives, 49,19% dans les forêts sacrées, 10,10% dans les plantations d'Eucalyptus et 24,43% dans les raphiales. Pour ce qui est de l'avifaune, on note une présence de 21,12% dans les champs à haies vives, 26,28% dans les forêts sacrées, 5,89% dans les plantations d'Eucalyptus et 13,85% dans les raphiales. Les différentes activités menées par les hommes sur ce territoire s'intensifient davantage et ont des répercussions graves sur ladite faune; véritable disséminatrice, elle permet de garder un système non « arboricide».*

**Mots clés :** Bocage, conservation, entretien, petite faune, avifaune

### Abstract

*Sustainable forest management and biodiversity conservation remains a major concern around the world. Most of the effort is much more focused on natural forest areas at the expense of anthropized environments. Degraded or planted forests also have a high potential for conserving biodiversity. The study thus focuses on the role of the tree in the maintenance of small fauna and birds not in a classical forest area but in a much more anthropized space and especially marked by high human densities. The observation made is that trees are being destroyed in Bafou. Indeed, there is a significant reduction of trees in the plateau zone while we observe a light spread of the latter in the north. The present study aims at establishing*

*the existing relationship between trees planted by man and the development of the small fauna. To achieve this goal, surveys and observations were conducted in the field. The processing of data from these primary and secondary sources shows a number of convincing results: several types of habitats are observed (quickset hedge compounds, modern material compounds, quickset hedge fields, raffia areas, sacred forests, eucalyptus plantings) which play an important role in fauna preservation. In compounds, we note a domination of avifauna individuals (2.5% modern material built against 30.35% quickset hedge compounds). The "gray house sparrow" is to that effect the most frequent species in those habitats. The small fauna characterised by*

species such as squirrels and civet-cat represents 6.83% in quickset hedge compounds meanwhile it is null in the modern material built one. In the other habitations, the small fauna represents 9.45% in quickset hedge fields, 49.19% for sacred forests, 10.10% for Eucalyptus plantation and 24.43% for raffia areas. As for avifauna, 21.12% are found

in quickset hedge fields, 26.28% in sacred forests, 5.89% for Eucalyptus plantations and 13.85% for raffia areas. The various activities carried out by man on this land are more and more intensified and have bad effects on the fauna.; as a true disseminator, it helps in maintaining a "non-tree destroying" system.

**Keywords :** Landscape, conservation, preservation, small fauna, avifauna

## 1. Introduction

La forêt dite « primaire » est souvent présentée par bon nombre d'auteurs comme étant un milieu naturel propice à la survie des espèces de flore et de faune (Tazo, 1988; Lee et al., 2001, Ngoufo, 2005). En effet, c'est dans ce milieu qu'on rencontre la majorité des espèces animales et végétales (Riera et al., 2004). Mais, avec la croissance démographique galopante en cours et l'évolution de la technologie, l'homme est intervenu de plusieurs manières dans le façonnement des paysages. En général, la modification de la forêt, les travaux de déboisement, la réalisation des aménagements de grande envergure et les défrichements ont des impacts négatifs sur la biodiversité (Bawa et al., 1998; Rosenzweig, 2003 ; Van Gemerden, 2004 ; Waltert et al., 2005, Bobo et al., 2006). Mais, il est désormais admis que les forêts dégradées ont un fort potentiel de conservation de la biodiversité (Bobo, 2000 ; Hugues et al., 2002 ; Schulze et al., 2004a ; Waltert et al., 2004 ; Waltert et al., 2005). Face aux différentes menaces qui pèsent sur les forêts ainsi que sur les espèces de faune qu'on y trouve, la communauté internationale à travers les organismes de conservation de la nature préconise un certain nombre de mesures à prendre. Au Cameroun, l'Etat a pris des mesures visant à protéger la biodiversité (loi No 94/01 du 20 Janvier 1994, Décret No 95-466-PM du 20/07/95, Décret No 95-531-PM du 23/08/95) ; Cependant, l'essentiel des efforts semble tourné vers les massifs forestiers naturels aux dépens de milieux anthropisés, ce qui ne peut entièrement se justifier, car les tendances fortes sont aujourd'hui à l'anthropisation.

Le groupement Bafou a été reconnu très riche en espèces animales de grands calibres (éléphant, buffle, cercopithèques, panthère, etc.) (Dongmo, 1981). Il est devenu aujourd'hui un milieu où règnent la petite faune (écureuils, rats, etc.) et l'avifaune. Ces dernières elles aussi tendent déjà à disparaître car elles n'échappent pas à la prédation par des chasseurs de la localité. Or, comme en forêt « dense », l'arbre conditionne la présence animale dans tout milieu ;

il est une espèce de « parapluie » ; c'est à dire que sa protection entraîne celle des autres êtres vivants (Lee et al., 2001). Si cela est évident dans une forêt « naturelle » ou dans une plantation forestière dense, cela l'est moins dans un bocage où l'arbre planté ou entretenu par l'homme est moins présent sinon parfois réduit à des haies vives suite aux densités fortes et aux activités de coupe (Waltert et al., 2005). Mais, on est aussi dans une zone où des boisements particuliers à Eucalyptus se multiplient sur la zone de montagne au nord Bafou caractérisée autrefois par des champs ouverts. Ailleurs sur la zone sud et centre, il reste encore des parcelles où l'arbre est maintenu et entretenu. Il en résulte parfois un peuplement diffus. Au regard des activités humaines actuelles qui aboutissent à la suppression des arbres pour l'implantation des différentes infrastructures (routes, maisons, etc.) et à l'aménagement des bas-fonds, le problème que soulève cette étude porte sur l'aptitude des différents arbres plantés par l'homme à entretenir et à garder une diversité importante tant d'espèces animales que d'oiseaux. L'étude tente d'établir les relations entre arbres ou arbustes plantés ou entretenus par l'homme et l'entretien ou l'existence de la petite faune et de l'avifaune. Plus spécifiquement il s'agit d'identifier les types d'habitat et de dégager le rôle joué par chacun sur le site.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Bafou est un groupement de villages situé à environ 12 kilomètres de la ville de Dschang, chef-lieu du Département de la Ménoua. C'est l'une des plus importantes chefferies de l'Ouest-Cameroun (Dongmo, 1981). Elle s'étend dans le sens Nord-sud sur 28 km (figure 1) de latitude 5°22' Nord et de longitude 10°03' Est entre le sommet des Bamboutos (2740 m) et le rebord sud-Ouest du plateau Bamiléké, pour une largeur de 4 à 10 km, et une surface de 188 km<sup>2</sup>.

Le territoire Bafou associe des ensembles morphologiques qui s'étagent jusqu'à plus de 2 500 m (figure 2).

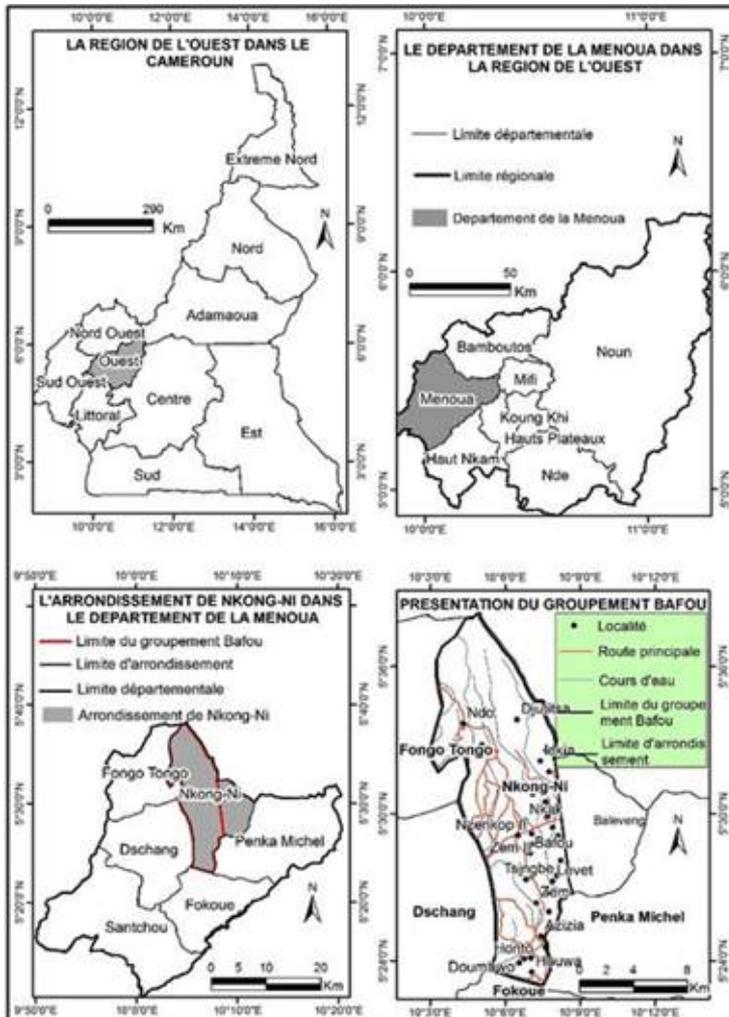


Figure 1 : Carte de localisation du groupement Bafou  
(Source : WRI, 2014)

- Le plateau cristallin de Baghonto (1 400-1 500 m)
- Le plateau basaltique central (1 500-1 600 m)
- Le piedmont de Djutitsa qui domine le plateau basaltique par un escarpement de 200 m de commandement.
- A partir de 2 000 m, prédominent le volcanisme acide du sommet des Bamboutos, les reliefs de déchaussement, et les sols minces d'apport ou remaniés.

En ce qui concerne la population Bafou, on dénombre 36 869 habitants en 2005 d'après le 3<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Cameroun. Cette population dans son ensemble est inégalement répartie.

## 2.2. Matériels

Les données de base proviennent d'abord de la visualisation de l'image satellitaire de la zone, ensuite des relevés et des observations effectués sur le terrain. Plusieurs matériels ont été utilisés: la carte topographique de Bafoussam 1c et 1d de 1972 à l'échelle 1/200 000<sup>e</sup> ; une image Landsat orthorectifiée (Path 186, Row 56 prise en 2016) ; des rubans à diamètre qui ont permis de mesurer les circonférences des arbres ; un appareil photo utilisé pour filmer le paysage et certains détails de terrain ; une machette servant à dégager les herbes gênant au passage; un porte document, un crayon, des marqueurs, un bloc note, une bande adhésive : ce dispositif a permis de prendre les notes sur le terrain et marquer les échantillons prélevés; des planches d'herbier permettant de conserver les échantillons des végétaux et de les identifier plus tard à l'Herbier National; un guide ornithologique permettant d'identifier les oiseaux ; des logiciels divers pour le traitement des données (Word, Excel, ArcGis 10.2, Envi 4.7).

## 2.3. Méthodes

L'échantillonnage spatial des habitats s'est fait en fonction de la division du site en deux grandes zones : la zone sud et centre Bafou au bocage ancien et la zone nord montagneuse. Dans

chaque zone ont été retenus les habitats susceptibles de garder une faune.

Pour ce qui est des relevés, les placettes ou parcelles de 20 m<sup>2</sup> ont été mises en place dans les différents habitats identifiés. Nous avons opté pour l'échantillonnage parcellaire parce qu'il présente un avantage certain : tous les objets sont comptés et tout animal ou indice de leur présence à l'intérieur de la parcelle est vu. Six (6) parcelles séparées les unes des autres par une distance d'au moins 500 m ont été mises en place pour chaque habitat, ceci pour maximiser les chances de ne pas rencontrer les mêmes espèces recensées dans la parcelle précédente ; à l'intérieur de chaque parcelle, s'est fait un inventaire des différentes espèces d'arbres

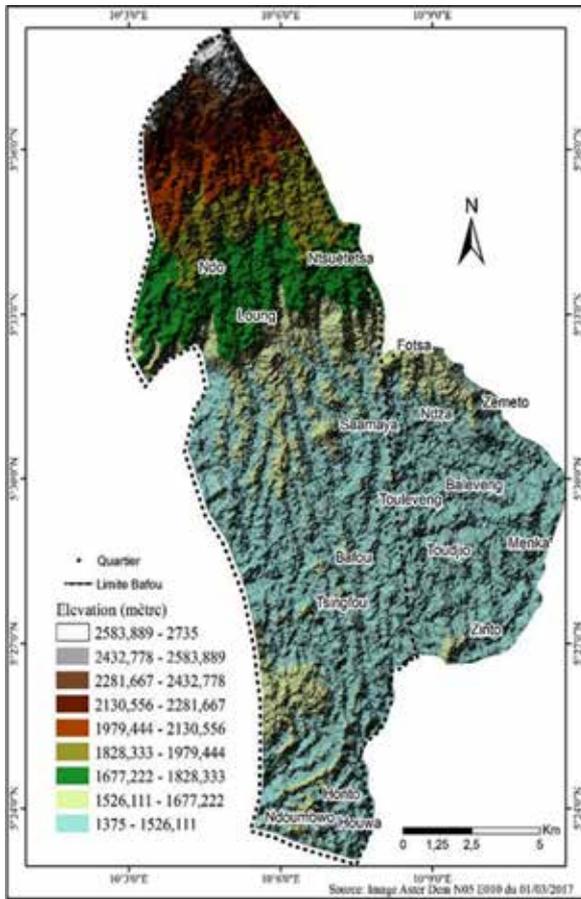


Figure 2 : Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'étude



Figure 3: Un boisement monospécifique à Eucalyptus à Feumock

en estimant chaque fois leur hauteur et en mesurant la circonférence du tronc à 1,30 m du sol. Aussi, les différents signes tels: terriers au sol et déjections laissées par les animaux ont été relevés.

En ce qui concerne l'avifaune, la méthode a consisté à utiliser comme unité d'échantillonnage les parcelles circulaires de 20 m de rayon (Waltert et al., 2005).

Il a été question de passer dans chaque parcelle et dans chaque habitat au moins 6 fois, soit visiter chaque parcelle dans chaque habitat et chaque habitat une fois par jour (36 jours au total) dès le lever du jour lorsque ces espèces amorçaient leurs activités journalières (6h30-10h). Après la collecte des données, nous avons procédé au dépouillement manuel des fiches de relevés.

### 3. Résultats

#### 3.1. Essai de typologie et caractérisation détaillée des habitats actuels

Sur la base de l'interprétation visuelle de l'image satellitaire et d'observation visuelle directe sur le terrain, on est arrivé à l'identification des différents habitats. Au total, six types d'habitats ont été retenus sur l'ensemble du territoire Bafou et se répartissent en fonction de la végétation et de l'organisation de l'espace. En fonction de la couverture végétale, on distingue:

##### - Les forêts sacrées

Ce sont des parcelles ou des portions de terrains caractérisées par des buissons, par une présence plus ou moins dense des arbres, arbustes et à l'intérieur desquelles les activités humaines ordinaires (agriculture, coupe d'arbres) sont généralement proscrites. Leur importance est très symbolique. En effet, c'est ici que vivent les « dieux » et que sont généralement gardés les totems.

##### - Les plantations d'Eucalyptus

Il s'agit ici des parcelles plantées d'arbres et composées généralement d'une seule espèce dominante : l'*Eucalyptus saligna*. Ces arbres plantés et qui atteignent souvent des hauteurs allant de 15 à plus de 40 mètres ont été généralement plantés par les populations dans le souci d'empêcher les bœufs de divaguer en zones de culture. Ces plantations (figure 3) sont surtout caractéristiques de la zone de montagne (Bafou Nord).

##### - Les concessions à haies vives

Ce sont des maisons construites et entourées par une clôture faite de haies vives à l'intérieur desquelles on retrouve certaines essences d'arbres notamment les arbres fruitiers. Ces types d'habitats occupent essentiellement les sommets. Sur la figure 4, on observe une clôture à haies vives composée d'arbres et d'arbustes (A) auxquelles sont attachés des bambous



Figure 4: Une concession à haies vives

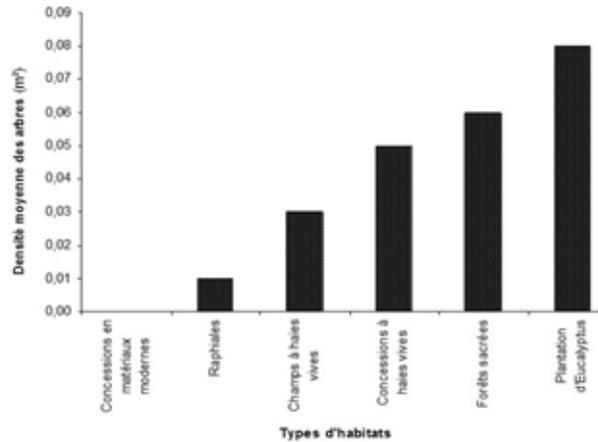


Figure 5: Répartition de la densité moyenne des arbres dans les habitats identifiés

Tableau 1 : Différentes espèces d'avifaune observées dans les concessions en matériaux modernes

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Moineaux gris	<i>Passer griseus</i>	33	64,71
Corbeau pie	<i>Corvus albus</i>	1	1,96
Souimanga olivâtre	<i>Nectarinia olivacea</i>	2	3,92
Rouge gorge	<i>Stiphromis sp</i>	2	3,92
Autres		13	25,49
Total		51	100

NB : Autres représentent les espèces nommées en langue vernaculaire et pour lesquelles nous n'avons pas pu trouver les équivalents en français ou les noms scientifiques.

parallèlement au sol (B) ; on observe la toiture d'une case (C) à l'intérieur de ces clôtures ; on note au premier plan une couverture herbacée (D).

#### - Les concessions en matériaux modernes

Contrairement aux concessions qui sont entourées d'arbres ou d'arbustes, celles closes en matériaux modernes (parpaings, pierres, etc.) semblent jouer également un rôle crucial de repos, ou de corridor pour une faune toute aussi particulière.

#### - Les champs à haies vives

A mi-versant, ce type d'habitat a été identifié. Il s'agit ici des parcelles closes par les arbres ou arbustes et à l'intérieur desquelles se pratique fréquemment l'agriculture, ces arbres plantés s'alignent généralement en suivant la direction des pentes et leur alignement offre des formes variées (carré, rectangulaire, triangulaire, etc.).

#### - Les raphiales

Dans les bas-fonds, les raphiales forment l'habitat essentiel caractérisant ce milieu ; il s'agit ici d'une

formation continue, dense, constituée essentiellement de raphias avec une présence moins abondante de l'arbre (6%). Cette végétation occupe les abords des cours d'eau et leur présence est plus notable sur les plateaux sud et centre que sur la partie montagneuse au nord Bafou.

Plusieurs types d'arbres notamment fruitiers, locaux, exotiques caractérisent les différents habitats. Il existe une différence significative entre les types d'habitats en ce qui concerne les divers paramètres étudiés tels la taille, le diamètre, la circonférence ou la densité des arbres. La densité des arbres est plus forte dans les plantations d'Eucalyptus et très faible dans les concessions en matériaux modernes (figure 5).

### 3.2. Un rôle clé des habitats identifiés à l'entretien de la petite faune et de l'avifaune dans le groupement Bafou

Les différents habitats caractérisés par de nombreux arbres et arbustes jouent un rôle important dans la conservation de la petite faune et de l'avifaune.

**Tableau 2: Distribution des espèces d'avifaunes dans les concessions à haies vives**

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Souimanga à ventre olive	<i>Nectarinia chloropygia</i>	16	2,59
Moineau gris	<i>Passer griseus</i>	170	27,51
Corbeau pie	<i>Corvus albus</i>	2	0,32
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2	0,32
Souimanga olivâtre	<i>Nectarinia olivacea</i>	104	16,83
Souimanga à bec droit	<i>Anthreptes fraseri</i>	1	0,16
Rouge gorge	<i>Stiphromis sp</i>	36	5,83
Souimanga à gorge verte	<i>Nectarinia rubescens</i>	21	3,4
Tisserin bicolore	<i>Ploceus bicolor</i>	1	0,16
Hirondelle à queue courte	<i>Psaldopcrone nitens</i>	11	1,78
Autres		254	41,1
Total		618	100

**Tableau 3 : Distribution des espèces d'avifaune dans les champs à haies vives**

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Souimanga à ventre olive	<i>Nectarinia chloropygia</i>	67	15,57
Moineau gris	<i>Passer griseus</i>	24	5,58
Corbeau pie	<i>Corvus albus</i>	9	2,09
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2	0,47
Souimanga olivâtre	<i>Nectarinia olivacea</i>	90	20,93
Souimanga à bec droit	<i>Anthreptes fraseri</i>	12	2,79
Rouge gorge	<i>Stiphromis sp</i>	10	2,33
Souimanga à gorge verte	<i>Nectarinia rubescens</i>	31	7,21
Tisserin gros bec	<i>Ploceus superciliosus</i>	1	0,23
Hirondelle à queue courte	<i>Psaldopcrone nitens</i>	6	1,4
Autres		178	41,4
Total		430	100%

Cependant, on note une inégale répartition des différentes espèces dans ces habitats retenus.

#### - Les concessions en matériaux modernes

Ces habitats entretiennent une faune qui leur est particulièrement propre. On note ici une quasi absence des espèces de petite faune, tandis que les espèces d'avifaune sont prépondérantes. Les moineaux gris sont les espèces les plus représentatives de ce milieu, car, ils sont les plus abondants et les plus dominants (tableau 1)

#### - Les concessions à haies vives

Inversement aux concessions en matériaux modernes, ces types d'habitats se caractérisent non seulement par l'avifaune (30,35% du total des oiseaux recensés dans

tous les types d'habitats), mais également par une petite faune. Deux espèces de petite faune ont été relevées dans cet habitat ; il s'agit des civettes (2 individus) et des écureuils (19 individus) qui sont les plus dominants.

#### - Les champs à haies vives

Ces types d'habitats développent une quantité importante d'espèces de petite faune et d'avifaune; la petite faune est représentée ici par : écureuils (89,65%), civette (*Viverra civetta* 6,90%). Les écureuils (*Protoscerus stangeri*) sont ici les plus dominants. La présence du rat de Gambie (*Cricetomys Emini*) dans ces habitats a été explicitement notée, ceci à travers la présence des terriers, étant donné que ce dernier est beaucoup plus de mœurs nocturnes que diurnes.

**Tableau 4 : Distribution des espèces de petite faune dans les forêts sacrées**

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Ecureuils	<i>Protoscerus stangeri</i>	137	90,73
Rat de Gambie	<i>Cricetomys Emini</i>	2	1,32
Autre		11	7,28
Cobra		1	0,67
Total		151	100

**Tableau 5 : Distribution des différentes espèces d'oiseaux observés dans les forêts sacrées**

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Souimanga à ventre olive	<i>Nectarinia chloropygia</i>	50	9,35
Moineau gris	<i>Passer griseus</i>	50	9,35
Corbeau pie	<i>Corvus albus</i>	18	3,36
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	1	0,19
Souimanga olivâtre	<i>Nectarinia olivacea</i>	83	15,51
Souimanga à bec droit	<i>Anthreptes fraseri</i>	6	1,12
Rouge gorge	<i>Stiphromis sp</i>	39	7,29
Souimanga à gorge verte	<i>Nectarinia rubescens</i>	48	8,97
Tisserin bicolore	<i>Ploceus bicolor</i>	2	0,37
Tisserin gros bec	<i>Ploceus superciliosus</i>	1	0,19
Grand-duc à aigrette	<i>Bubo poensis</i>	1	0,19
Hirondelle à queue courte	<i>Psalidopocrone nitens</i>	18	3,36
Autres		218	40,75
Total		535	100

La présence de certains signes (déjections laissées par l'animal, empreintes, etc.) caractérisant l'espèce, a permis d'avoir une idée sur les différents terriers rencontrés dans ces habitats ; c'est-à-dire de savoir si ce dernier est encore actif ou pas. Dans cet habitat, 21,12% des individus d'avifaune ont été observés, soit au total 430 oiseaux sur les 2 036 observés dans tous les types d'habitats ; 16 espèces ont été identifiées (tableau 3).

#### - Les forêts sacrées

Elles regorgent à elles seules plus de la moitié des espèces de petite faune observées ; on a dénombré ici 151 individus ; soit 49,19% du total des individus recensés dans les différents habitats. Trois espèces ont ainsi été identifiées avec une prédominance des écureuils (tableau 4). A l'intérieur de cet habitat, 18 terriers de rats ont également été identifiés. La diversité des espèces d'avifaune observée ici est également importante car, sur l'ensemble des 23 espèces d'oiseaux identifiés, 20 ont été retrouvés dans cet habitat et 535 individus ont été recensés soit

un pourcentage de 26,28%. Les différentes espèces rencontrées sont regroupées dans le tableau 5.

#### - Les plantations d'eucalyptus

Caractérisées essentiellement par les eucalyptus, la petite faune et l'avifaune sont aussi présentées dans ce milieu. Concernant la petite faune, 31 individus ont été inventoriés soit une fréquence de 10,10% par rapport au total des individus dénombrés ; la petite faune se caractérise par les espèces telles : babouin (*Papillo anubis* soit 6 individus), chauve-souris (25 individus).

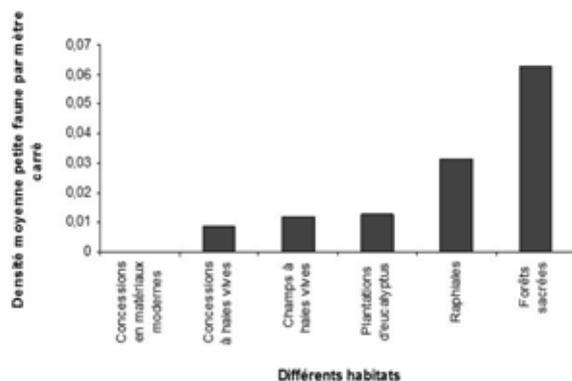
L'avifaune présente ici est tout aussi importante, car, 120 oiseaux ont été dénombrés soit, une fréquence de 5,89% et on note à cet effet une large domination des rapaces sur les autres oiseaux qui sont très rares voire absents ; les corbeaux pie prennent le dessus sur les autres (tableau 6).

#### - Les raphiales

Ce type d'habitat développe une faune particulièrement importante tant sur le plan quantitatif que qualitatif. En effet, on y a dénombré

**Tableau 6 : Distribution des oiseaux dans les plantations d'Eucalyptus**

Espèces	Nom scientifique	Nombre	Fréquence (%)
Souimanga à ventre olive	<i>Nectarinia chloropygia</i>	1	0,83
Corbeau pie	<i>Corvus albus</i>	72	60
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	11	9,17
Francolin	<i>Francolinus sp</i>	5	4,17
Autres		31	25,83
Total		120	100%

**Figure 6 : Répartition de la densité moyenne de la petite faune dans les différents habitats**

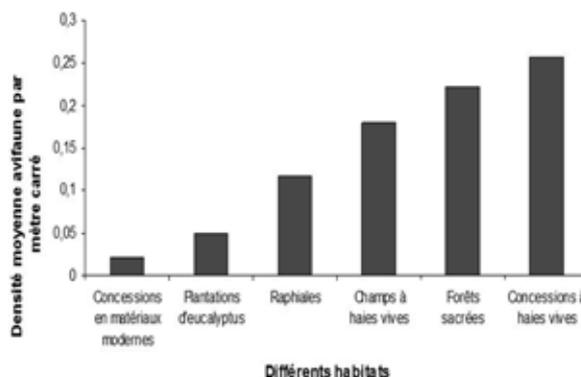
75 individus de petits animaux ; ce qui montre que les raphiales abritent près du quart des individus recensés dans les différents types d'habitats soit 24,43%. On note une forte domination des écureuils (97,33%) sur les autres (2,67%). Pour l'avifaune, 282 oiseaux y ont été recensés, soit 13,85% du total des oiseaux inventoriés pour 17 espèces au total.

En somme, la petite faune et l'avifaune répertoriées sur le territoire Bafou, sont extrêmement diversifiées et sont inégalement réparties dans les différents habitats retenus. La densité moyenne de la petite faune est plus élevée dans les forêts sacrées, puis dans les raphiales (figure 6). Le moineau gris reste l'espèce dominante dans les concessions.

La densité moyenne de l'avifaune est par contre plus élevée dans les concessions à haies vives (figure 7).

#### 4. Discussion

La démarche de la « distance sampling » destinée à calculer les Indices Kilométriques d'Abondance (IKA) des individus de faune (Lee et al., 2001) n'a pas été adoptée au cours de cette étude car, cette méthode semble plus appropriée dans les forêts denses où la présence animale est aussi abondante et nécessite l'utilisation des transects. Il s'agissait

**Figure 7 : Répartition de la densité moyenne de l'avifaune dans les différents habitats**

ici d'une zone fortement anthropisée où la présence animale est discrète, d'où le choix de l'utilisation des placettes. Cependant, nous avons à cet effet tenté de calculer la densité moyenne relative à cette faune.

Les résultats précédemment présentés montrent une diversité des espèces de petite faune et d'avifaune inégalement distribuées dans les différents habitats. En effet, on note une importante présence des espèces de petite faune dans les habitats fortement marqués par la présence plurispécifique des arbres. Les résultats présentant l'avifaune en général montrent une courbe en évolution croissante en fonction de la densité ou de la diversité floristique. En effet, on note une très faible densité d'oiseaux (0,02) dans les concessions en matériaux modernes et moyenne dans les raphias (0,11) et les champs à haies vives (0,17) tandis qu'elle est forte dans les concessions à haies vives (0,25), les forêts sacrées (0,22). Comme la petite faune, l'abondance de l'avifaune dans les différents habitats serait également due à la présence des arbres et des arbustes plantés et entretenus par l'homme.

L'abondance des oiseaux dans les concessions à haies vives peut se justifier par une pléthore dans ce milieu des arbustes qui leur offrent une importante source alimentaire et un ombrage idéal pour le repos.

On note une nette disparité de distribution entre ces concessions à haies vives (21,12%) et ceux en matériaux modernes (2,5%). De manière générale, les habitats à haies vives concentrent la majorité d'espèces d'avifaunes par rapport aux habitats tels que concessions en matériaux modernes, plantations d'eucalyptus, forêts sacrées et raphiales. Ceci se justifie par la présence massive de l'arbre de paix entretenu par l'homme, offrant ainsi aux oiseaux et à certains animaux une ombre favorable pour leur repos et un habitat excellent.

L'abondance d'oiseaux ici peut aussi se justifier par la valeur culturelle dans la conservation de certaines de ces espèces. En effet, l'utilisation des plumes de certains oiseaux pour quelques rites traditionnels permet de mettre hors de danger ces derniers. Mais les communautés locales accordent généralement à ces oiseaux ou à certains animaux un bénéfice financier au point où elles perdent de vue leur valeur culturelle et religieuse (Jones, 1999 ; Infield, 2001).

Les moineaux gris sont donc l'un des rares oiseaux qui prospèrent beaucoup sur le territoire Bafou et surtout là où la présence humaine est fortement marquée. Cette prospérité est due au fait que l'homme ne s'intéresse pas à sa chair. Selon les villageois de Bafou, c'est une espèce qui sème la paix partout où elle se trouve car, elle ne cause aucun dommage dans son environnement; donc, sa présence dans une concession est synonyme de paix. C'est ce qui explique son abondance et sa dominance dans les concessions en matériaux modernes. Quiconque tue cet animal de bonne augure sera « maudit » et bien entendu pensent-ils, sa viande est un poison et, quiconque en mange mourra ou pourra être victime de la tremblote.

De manière générale, les différents habitats caractérisés par de nombreux arbres et arbustes jouent un rôle important dans la conservation et l'entretien de la petite faune et de l'avifaune ; ce rôle pouvant être celui de déplacement, de repos, de jeux, d'habitat et surtout de nutrition. En effet, les paysages de bocage à Bafou sont généralement associés à des activités agricoles qui offrent aux animaux en fonction des saisons de l'année diverses sources alimentaires. Aussi, le bocage à Bafou comme dans d'autres régions est en majorité constitué de haies diversifiées à espèces produisant des fruits qui assurent une nourriture, un abri et servent également de corridor à la petite faune grâce à la

liaison entre les différentes haies. Elles permettent aussi de maintenir une diversité d'oiseaux grâce à leurs floraisons et à leurs fructifications. Bons nombres d'auteurs estiment qu'au sein des paysages agricoles, les habitats non-cultivés tels que les haies sont considérés comme des habitats à grande valeur écologique pour les populations d'oiseaux (Lack, 1992; Parish et al., 1994). En effet, elles fournissent des sites de nidification et d'alimentation (Cracknell, 1986; Newton, 2004), des corridors (Spellerberg et al., 1993; Demers et al., 1995), ainsi que des refuges (Sparks et al., 1996 ; Hinsley et al., 2000) cité par Amy et al., 2013.

Morin Sophie (2011) note que le rôle indispensable des haies dans l'accomplissement du cycle biologique de nombreuses espèces animales est aujourd'hui reconnu. Amphibiens, reptiles, poissons, mammifères, oiseaux et insectes ont la possibilité de se nourrir, de se reproduire, de se reposer et de se déplacer au sein d'un bocage fonctionnel. Ainsi, des haies intégrées au sein d'un parcellaire agricole offrent un habitat aux insectes pollinisateurs des cultures, mais également aux prédateurs de leurs ravageurs. Pour Van Lerberghe et al. (2013), la haie offre une multitude de conditions de vie dont la faune profite selon ses besoins : ombre, fraîcheur, chaleur. Elle est un lieu de prédilection temporaire ou permanent pour les animaux des champs, des forêts et des prairies.

Plusieurs études sur tous les tropiques ont montré combien la biodiversité peut être fondée aussi bien sur les forêts « naturelles » que sur les espaces agro forestiers (Bobo, 2000 ; Lee et Ann, 2001 ; Hugues et al., 2002 ; Schulze et al., 2004a ; Waltert et al., 2004 ; Waltert et al., 2005 ; Kupfer, 2006 ; Tiomo et al., 2012). Selon ces auteurs d'ailleurs, il y a une forte corrélation entre la diversité des arbres et la diversité des oiseaux. Mais, une bonne gestion de la forêt naturelle est plus avantageuse pour la conservation globale de l'oiseau en comparaison aux autres formes d'utilisation du sol, ceci incluant les systèmes agro forestiers.

## 5. Conclusion

La question qu'a soulevée notre étude a été d'examiner le rôle que la végétation anthropique caractéristique du bocage bamiléké peut jouer dans le maintien de la faune à travers le cas du groupement Bafou sur le versant méridional des monts Bamboutos. Il ressort de l'analyse que malgré le recul de l'arbre

sur toute l'étendue du territoire Bafou, les haies vives maintenues et entretenues par les habitants du village permettent de conserver une faune résiduelle dans l'ensemble du territoire. En effet, les différents habitats observés jouent un important rôle dans la répartition de la petite faune et de l'avifaune dans ce groupement. Ces habitats sont caractérisés par une forte présence d'espèces de petite faune (rat de Gambie, écureuils, etc.) dans les forêts sacrées (49,19%) et les raphiales (24,43%), tandis que l'abondance des espèces d'avifaune est supérieure dans les concessions à haies vives (30,35%), 26,28% dans les forêts sacrées et 13,85% dans les raphiales par rapport aux autres types d'habitats : champs à haies vives (21,12%), plantations d'Eucalyptus (5,89%) ; concessions en matériaux modernes (2,5%). Toutefois, on note que les espèces ne sont pas concentrées dans les mêmes habitats. On observe une prédominance de certaines espèces dans certains habitats. Les moineaux gris sont à 70% présents dans les concessions tandis que les plantations d'eucalyptus sont marquées à plus de 80% par la présence des corbeaux pie et des milans noirs. Malgré l'ampleur des activités menées entraînant une disparition des haies vives et par ricochet de plusieurs espèces de faune, le bocage sur le territoire Bafou a encore un fort potentiel de conservation et d'entretien de la biodiversité bien qu'on se retrouve dans une situation où la grande faune est devenue rare.

## Bibliographie

- Amy, M., Chevallier, N., Eraud, C., Cabaret, P. (2013).** Impact des modes de gestion du bocage de l'avesnois sur la communauté d'oiseaux nicheurs des haies. *Alauda* 81 (1), 2013: 49-62
- Bawa, K., Seidler, R. (1998).** Natural forest management and the conservation of biodiversity in tropical forests. *Conserv. Biol.* 12 : 46-55
- Bobo, K. S. (2000).** Inventaire ornithologique dans la réserve de faune de Santchou ; Ouest- Cameroun. 10 Octobre 2000 ; 17p
- Cracknell, G.S. (1986).** The effects on songbirds of leaving cereal crop headlands unsprayed. *BTO report to The Game Conservancy, Thetford.*
- Demers, M.N., Simpson, J.W., Boerner, R.E.J., Silva, A., Berns, L., Artigas, F. (1995).** Fencerows, edges, and implications of changing connectivity illustrated by two contiguous Ohio landscapes. *Conservation Biology*, 9 : 1159-1168.
- Dongmo, J.L. (1969).** La chefferie de Bafou (Pays Bamiléké au Cameroun) ; étude de géographie rurale. Université de Lille.
- Dongmo, J.L. (1981).** Le dynamisme Bamiléké (Cameroun) : *la maîtrise de l'espace agricole*. Tome 1, vol 1.
- Fotsing, J.M. (1994).** Evolution du bocage Bamiléké. [www.fao.org/docrep/T1765foz.htm](http://www.fao.org/docrep/T1765foz.htm)
- Fotsing, J.M. (1998).** Paysage de l'Ouest Cameroun : Approche géographique des dynamiques de l'espace rural par télédétection. 743p
- Fotsing, J.M. (1995).** Compétition foncière et stratégies d'occupation des Terres en pays Bamiléké (Cameroun). Coll colloques et séminaires, *In Dynamique des systèmes agraires : Terre, Terroir, Territoire : les tensions foncières*. Pp. 130-148
- Hinsley, S.A., Bellamy, P.E. (2000).** The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *Journal of Environmental Management*, 60 :33-49.
- Hugues, J.B., Daily, G.C., Ehrlich, P.R. (2002).** Conservation of tropical forest birds in countryside habitats. *Ecol. Lett.* 5 : 121-129
- Infield, M. (2001).** Cultural values: a forgotten strategy for building community support for protected areas in Africa. *Conservation Biology* 15 (3): 800-802.
- Jones, B.T.B. (1999).** Policy lessons for the evolution of a community-based approach to wildlife management, Kunene Region, Namibia. *Journal of International Development* 11: 295-304.
- Kupfer, J.A. (2006).** National assessments of forest fragmentation in the US *Global Environmental change* 16: 73-82.
- Lack, P. (1992).** Birds on Lowland Farms. *HMSO*, London.
- Lee, W., Ann, E. (2001).** Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche. *WCS 2001*, 456 p.
- Morin, S. (2011).** Agri faune et le bocage: à la reconquête d'un milieu multifonctionnel unique. In Pratiques agricoles de référence. *Faune sauvage n° 291* ; 2<sup>e</sup> trimestre 2011. Pp. 28-33

- Newton, I. (2004).** The recent declines of farmland bird populations in Britain : an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis*, 146 : 579-600.
- Ngoufo, R. (2005).** Les espaces forestiers du Cameroun Méridional : des images et discours aux pratiques et réalités. Habilitation à Diriger les Recherches en Géographie (HDR) ; *Université Michel de Montaigne* (Bordeaux 3), Tome 3, 264 p.
- Parish, T., Lakhani, K.H., Sparks, T.H. (1994).** Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow and other field margin attributes. I. Species richness of winter, summer and breeding birds. *Journal of Applied Ecology*, 31 :764-775.
- Rosenzweig (2003).** Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx* 37: 194-205
- Schulze, C.H., Waltert, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Shahabuddin, Veddeler, M., Mulhenberg, S.R., Gradstein, Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. (2004a).** Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds and insects. *Ecol. Appl* 14: 1321-1333
- Sparks, T.H., Parish, T., Hinsley, S.A. (1996).** Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60 : 1-8.
- Spellerberg, I.F., Gaywood, M.J. (1993).** Linear Features : Linear Habitats and Wildlife Corridors. *English Nature Research Report*, Peterborough.
- Tazo, E. (1998).** La réserve de faune de Santchou : la coexistence est-elle possible entre deux finalités spatiales
- Tiomo, Dongfack, E., Ngoufo, R. (2012).** Influences des activités agricoles sur les habitats de la faune: Atouts ou contraintes pour la mise en œuvre de la chasse communautaire en périphérie nord du parc national de Korup. In Tsalefac et al., 2012. Les mutations socio-spatiales au Cameroun. *Iresma Edition*, pp. 133-146
- Van, Lerberghe, P., Remongin, X. (2013).** Agroforesterie et faune sauvage. Arbre et Paysage 32, Fédération Nationale des Chasseurs, CEPSCO, INRA Montpellier, *Agroof*, Septembre 2013. 10p.
- Waltert, M., Mardiasuti, A., Muhlenberg, M. (2004).** Effects of land use on bird species richness in Sulawesi, Indonesia. *Conserv. Biol.* 18 : 1339-1346
- Waltert, M., Bobo, K.S., Sainge, M.N., Fermon, H., Mulhenberg, M. (2005).** From forest to farmland : habitat effects on Afrotropical forest bird diversity. *Ecol. App.* 15(4) : 1351-1366
- WRI (2012).** Atlas Forestier Interactif du Cameroun. Version 3.0

## Etude comparative de la rentabilité financière de deux variétés de cacaoyers dans la Lékié (Région du Centre au Cameroun)

Youbi P. H.<sup>1</sup>, Mbolo M.<sup>1</sup>, Ngoufo R.<sup>1</sup>, Kaho F.<sup>2</sup>, Edoa D.<sup>2</sup>

(1) Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun / e-mail : patrickyoubi@yahoo.fr

(2) Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Yaoundé, Cameroun

DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1437731>

### Résumé

*Le programme de relance de la filière cacao lancé par le Gouvernement Camerounais afin d'accroître la production de cacao et de lutter contre la pauvreté en milieu rural, consiste à distribuer gratuitement des plants hybrides aux paysans. Certains hybrides distribués tels que SNK 413 sont très peu étudiés. Leur rentabilité dans une agroforêt reste mal connue d'où l'objet de cette étude.*

*Afin d'évaluer la production du cacao dans les agroforêts, une étude a été conduite pendant trois années consécutives dans le bassin de production du Département de la Lékié, Région du Centre au Cameroun. L'objectif principal était de comparer la rentabilité d'un hybride (SNK 413) et celle d'une variété locale (Bat 1).*

*La détermination de la rentabilité de ces variétés a consisté dans un premier temps à déterminer la quantité de cacao marchand produite par chacune d'elle. Dans un second temps à évaluer les bénéfices générés par la culture de ces variétés. L'analyse financière réalisée a été de type commercial. Elle n'a pris en compte que les coûts et les bénéfices directs découlant de l'activité.*

*La rentabilité des arbres associés aux cacaoyers n'a pas été considérée afin de mieux évaluer la rentabilité de chaque variété de cacaoyers. L'amortissement de l'investissement initial a été comptabilisé durant toute la période de vie de la plantation.*

*La détermination de la quantité de cacao produite par chaque variété a été effectuée dans des parcelles situées sous ombrage homogène et âgées de plus de 10 ans. La quantité de cacao marchand produite par hectare est 3 fois plus élevée pour SNK 413 (2519,37 kg) que pour Bat 1 (784 kg). SNK 413 est une variété à haut rendement.*

*Les bénéfices à l'hectare obtenus de l'exploitation d'une agroforêt de cacao dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée est de 2 396 876 FCFA pour SNK 413, et de 462 450 FCFA pour Bat 1. Dans le cas de la main d'œuvre salariée, il est de 1 865 051 FCFA pour SNK 413, et de 126 450 FCFA pour Bat 1. Le bénéfice est environ 15 fois plus élevé dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans celle rémunérée.*

*Dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée, VAN = 1 541 500 FCFA et TRI = 30,70% pour Bat 1 tandis que pour SNK 413 VAN=7 989 587 FCFA et TRI=49,22%. Dans le cas de la main d'œuvre salariée, VAN = 421 500 FCFA et TRI = 21,34% pour Bat 1 tandis que pour SNK 413 VAN= 6 216 837 FCFA et TRI= 39,67%.*

*Dans les cas de la main d'œuvre non rémunérée et salariée, Bat 1 présente une faible rentabilité par rapport à SNK 413. Le projet de culture de SNK 413 est plus rentable que Bat 1 lorsque la main d'œuvre est non rémunérée. La variété SNK 413 est économiquement rentable.*

**Mots clés :** Production, bénéfice, économie, rentabilité

### Abstract

*The cocoa project launch by the Cameroonian government to increase production of cocoa, consist to share freely hybrid plants to farmers. But the rentability of this hybrid in an agroforest is not well known.*

*This study which concerns the cocoa production area of the Centre Region of Cameroon started in June 2012 until december 2015 in many localities of Lékié Division. The main objective of this study was to compare the hybrid rentability (SNK 413) to the local specie rentability (Bat 1).*

*The determination of rentability of these species has consisted firstly to determine the quantity of cocoa product by each of them. Secondly, to realize financial analysis which consisted on considering only spends and benefits which come from this activity.*

*The financial rentability of Non Forest Timber Product is not considered in the goal to well evaluate rentability of each cocoa tree specie. Depreciation of the initial investment has counted during the period of farm life.*

*The determination of the quantity of cocoa product of species has been done in parcels situated under homogeneity shades and aged more than ten years.*

*The quantity of cocoa product per hectare is higher for SNK 413 (2519, 37 kg) than Bat 1 (784 kg). SNK 413 is 3 times higher. SNK 413 is a higher productivity specie.*

*The benefit per hectare of cocoa product in a case of no remunerate job is 2 396 876 FCFA for SNK 413, and 462 450 FCFA for Bat 1. In a case of remunerate job, benefit is 1 865 051 FCFA for SNK 413, and 126 450 for Bat 1. Benefit is about 15 times higher in a case of no remunerate job*

*more than remunerate job. In a case of no remunerate job, NAV= 1 541 500 FCFA and IR= 30,70% for Bat 1, NAV= 7 989 587 FCFA and IR= 49,22% for SNK 413. In a case of remunerate job, NAV= 421 500 FCFA and IR= 21,34% for Bat 1, NAV= 6 216 837 FCFA and IR= 39,67% for SNK 413. In any case, production of cacao by use of hybrid SNK 413 is more economically beneficial than Bat 1. SNK 413 is specie which is economically beneficial.*

*The Net Actual Value (NAV) and Intern Rentability (IR) of SNK 413 are higher than those of Bat 1. The project of SNK 413 culture is more rentable than Bat 1. SNK 413 is more economically rentable.*

**Keywords :** *Production, benefit, economy, rentability*

## 1. Introduction

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est un arbre dont l'origine botanique est localisée dans des forêts humides d'Amérique tropicale où il se rencontre à l'état naturel. Il entre en production à 2 ans (variétés sélectionnées) ou 3 ans, et est généralement productif pendant vingt-cinq à trente ans. Cependant, il peut parfois être exploité pendant plus de cinquante ans (Barrel et al., 2006).

Au Cameroun, le verger cacaoyer s'étend sur une superficie d'environ 400 000 ha. Le cacaoyer est cultivé par environ 260 000 petits planteurs et ferait vivre plus d'un million d'habitants de la zone forestière (Sonwa, 2004). Le rendement moyen des plantations camerounaises est faible puisque qu'il se situe autour de 300 kg/ha alors qu'il peut atteindre voire dépasser 3 000 kg/ha lorsque le cacaoyer est cultivé dans des conditions optimales (Sonwa, 2004).

La cacaoculture joue un rôle majeur dans l'économie camerounaise. Elle procure des devises au pays, contribue au budget de l'Etat et fournit un revenu aux populations rurales qui en vivent. La production de cacao est pratiquée par une majorité de petits agriculteurs pour lesquels la vente de cacao marchand demeure la principale source de revenu (Clay, 2004). Leplaideur (1985) affirme que la cacaoculture contribue pour 50-75% du budget de 90% des ménages de la Région du Centre au Cameroun en 1985.

Le cacao est une source importante de revenu aux populations de la Région du Centre au Cameroun. Lors de la campagne cacaoyère de 2010, près de 7 milliards F CFA ont été versés aux cacaoculteurs de la Lekie (un Département de la Région du Centre au Cameroun), soit 230 000 F CFA chacun (Santoir, 1992). Cette culture permet ainsi d'avoir de l'argent pour payer la scolarité des enfants, assurer la santé de la famille, se construire, etc. (Sonwa et al., 2000). Parmi les cacaoculteurs, 81%

n'exercent pas d'autres métiers. Face aux fluctuations sur le marché international du prix du cacao et la baisse de production, certains essaient de s'appuyer sur d'autres sources de revenus en enrichissant leurs cacaoyères en arbres fruitiers. Ils profitent ainsi des PFNL (Produits Forestiers Non Ligneux) qui font partie de la structure de leurs agroforêts cacao (Sonwa et al., 2000). En effet, pendant longtemps, la gestion des cacaoyères s'est concentrée sur l'arbre cacaoyer au détriment des autres composantes. Cependant, du fait de la crise cacaoyère, du fort intérêt porté à la gestion et à la conservation des plantes indigènes, ainsi que du souci croissant d'allier sur des mêmes espaces conservation et production, l'accent est mis aujourd'hui sur la prise en compte de toutes les composantes dans la gestion de ces espaces (Gockowski and Dury, 1999). D'autres cacaoculteurs n'enrichissent pas leurs cacaoyères mais préfèrent utiliser les variétés améliorées en cours de vulgarisation par l'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) tels que SNK 413, SCA 12, NA 33, MA 12. Mais la rentabilité de SNK 413 dans une agroforêt demeure peu connue. Ce travail a pour objectif de comparer la rentabilité d'un hybride (SNK 413) à celle d'une variété locale (Bat 1). Cette évaluation devrait permettre d'améliorer nos connaissances sur la rentabilité de quelques hybrides.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans quatre localités du Département de la Lekie, Région du Centre Cameroun (figure 1). Ce Département constitue l'un des grands bassins de production cacaoyère au Cameroun (Anonyme, 2012). Ces localités sont : Obala, Okola, Batschenga, et Sa'a.

Le Département de la Lekie situé entre 4°12'0"N, 11°24'0"E, est un Département de la Région du Centre au Cameroun. L'altitude moyenne est comprise entre 500 m et 1 000 m au dessus de la mer. Le climat est chaud

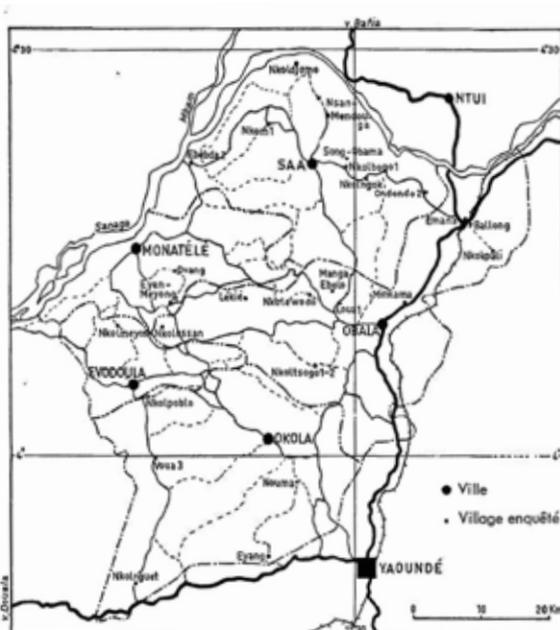


Figure 1 : Carte de la zone d'étude (Anonyme, 2012)

et humide, de type «guinéen», avec des températures moyennes de 25°C et une pluviométrie de 1500 à 2000 mm par an répartie en deux saisons humides bien distinctes (régime pluviométrique bimodal) permettent deux cycles de cultures et un calendrier cultural étalé avec semis et récoltes échelonnées. La faible insolation et l'hygrométrie constamment élevée (entre juin et octobre) favorisant le développement des maladies des cultures, contribuent aussi à la difficulté de séchage et de stockage traditionnel des récoltes (Anonyme, 2008).

La zone comporte environs 550 000 habitants en 2004 avec des densités comprises entre 4 et 20 et habitants au km<sup>2</sup>. La population rurale diminue fortement à cause du vieillissement et de l'exode rural, très élevés, surtout parmi la population agricole active. A cet effet, l'âge moyen des planteurs est de 50 ans (Anonyme, 2012).

## 2.2. Matériel

### 2.2.1. Matériel végétal

Il est constitué de Bat 1 variété locale appartenant au groupe des Forastero et de SNK 413 variété hybride faisant partie du groupe des Trinitario.

### 2.2.2. Matériel non biologique

Le matériel suivant a été utilisé : un fond de carte topographique du Département de la Lékié, un ruban gradué, des sécateurs, des arrosoirs, un GPS, un pied à coulisse, des machettes, des limes, des houes, un pulvérisateur et une ficelle.

## 2.3. Méthodes

### 2.3.1. Estimation des charges d'exploitation

Les Coûts d'Installation et de Développement (CID) sont les coûts nécessaires pour l'installation et le démarrage des activités de l'exploitation. Dans la présente étude, la rentabilité financière des Produits Forestiers Non Ligneux n'a pas été considérée afin de mieux évaluer la rentabilité de chaque variété de cacaoyers. Les charges d'exploitation ont été déterminées par la relation suivante:

$$CT = CID + CE + Am \quad (\text{Eq. 1})$$

$$CID = Co + Cps + Cn + Ce + Cpp + Pvc \quad (\text{Eq. 2})$$

CT = Coûts totaux de production ; CID = Coûts d'installation et de développement ; CE = Coûts d'exploitation ; Am = Amortissement de l'investissement initial ; Co = Coût de l'outillage ; Cps = Coût d'achat des plants ; Cn = Coûts de nettoyage ; Cp = Coûts de plantation (piquetage, trouaison, plantation) ; Ce = Coût d'entretien ; Cpp = Coût des produits phytosanitaires (Insecticides et fongicides et mode traitement) ; Pvc = Préparation pour vente du cacao

En ce qui concerne les plants introduits dans l'agroforêt, le coût d'un lot de plants = Coût unitaire du plant \* Nombre de plants nécessaires.

Les coûts de plantation sont pris en compte la première année uniquement. Les coûts de récolte et de préparation pour la vente de cacao sont déjà comptés car dans une partie de la phase de développement, la plantation a commencé à livrer les premiers produits qui sont récoltés et vendus. La production de cacao n'est pas encore stable et les quantités sont croissantes. Les coûts d'exploitation sont les coûts indispensables lorsque la plantation a atteint la stabilité de la production

$$CE = Ce + Cpp + Pvc + Cc \quad (\text{Eq. 3})$$

### 2.3.2. Estimation de la production annuelle de différentes espèces

Les cultures mises en place sont pérennes. Théoriquement, leur durée de vie économique est estimée à 25 ans (Herbel et al., 2003). Après cet âge, il semble plus avantageux de les remplacer. C'est la raison pour laquelle des comptes d'exploitation vont jusqu'à 25 ans uniquement. Toutes les plantes sont mises en terre la première année. Leur production est nulle les premières années puis devient croissante après l'entrée en production avant de se stabiliser dès la sixième année, et ce jusqu'à la vingt cinquième année.

Les quantités exprimées avant l'année de stabilisation sont estimées ; mais à la phase de croisière, la production moyenne pour chacune des variétés sera

considérée (par hectare). La production totale est égale à la production estimée d'un arbre, multipliée par le nombre de pieds d'arbres présents par hectare (Pt = Pi x N).

Pt = Production totale de l'espèce ; Pi = Production d'un arbre ; N = Nombre de pied d'arbres par hectare

### 2.3.3. Estimation des recettes

Recette totale = Prix d'1 kg de produit \* la quantité totale de produits en kg

Les prix de vente sont estimés par kilogramme. Ces prix ont été compilés en prix minimum (en période d'abondance), prix maximum (en période de rareté du produit). Le prix moyen est le prix considéré dans le cadre des analyses de rentabilité.

Investir dans les spéculations pérennes implique un raisonnement financier dans le moyen et/ou le long terme. Il s'agit en effet de faire des dépenses aujourd'hui pour avoir des recettes demain. Dans ce cas, les méthodes de comparaison des dépenses du présent aux recettes du futur sont fondées sur les méthodes d'actualisation. L'analyse financière a été faite selon la méthode actualisée qui comprend la valeur actuelle nette et le taux de rentabilité interne (Herbel et al., 2003).

### 2.3.4. Taille de l'échantillon

Les producteurs et acheteurs constituent les groupes cibles des individus enquêtés. La taille de l'échantillon varie d'un groupe à l'autre, et d'un type de producteur à un autre (tableau 1). Les producteurs de cacao utilisant la variété SNK 413 sont moins nombreux que ceux utilisant la variété ancienne. Ceci explique le faible effectif de ceux utilisant cette variété améliorée.

Au total, 200 personnes ont été interrogées, majoritairement les hommes car ils sont plus actifs dans la production et la commercialisation du cacao. Le rôle des femmes se remarque souvent dans l'exploitation des PFNL et l'entretien des plantations.

### 2.3.5. Valeur actuelle nette

La Valeur Actuelle Nette (VAN) a permis de dire si le projet de culture de SNK 413 ou de Bat 1 est rentable.

**Tableau 1 : Distribution de la taille de l'échantillon**

Localités	Producteurs de cacao	Acheteurs de cacao	Total
Obala	40	25	65
Sa'a	10	25	35
Okola	10	25	35
Batschenga	40	25	65
Total	100	100	200

Il a suffit pour cela de comparer la VAN des projets de culture des deux variétés. La valeur actuelle nette (VAN) a été calculée à partir des résultats du compte d'exploitation selon la formule de Nji et Tchakoa (2000) ci-après :

$$VAN = \sum (B_n - C_n) / (1+r)^n \quad \text{(Eq. 4)}$$

Bn = recettes annuelles; Cn = coûts de production annuels;

N = années et r = taux d'actualisation

Si la VAN < 0 le projet n'est pas rentable. Si la VAN > 0, le projet est rentable.

### 2.3.6. Le taux de rentabilité interne

Le calcul du Taux de Rentabilité Interne (TRI) a permis d'évaluer la rentabilité d'un investissement. L'évaluation du projet est souvent décidée suivant que le TRI est inférieur ou supérieur au taux bancaire. Le projet d'investissement est retenu si TRI > i (Nji et Tchakoa, 2000).

$$TRI = r_2 + (r_1 - r_2) \frac{VAN_2}{IVAN_2 - VAN_1} \quad \text{ou} \quad \sum_{n=1}^N \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = 0 \quad \text{(Eq. 5)}$$

r est le taux d'actualisation, r1 est le taux d'actualisation minimale et r2 le taux d'actualisation maximale.

## 3. Résultats

### 3.1. Outillage

Les outils essentiels nécessaires à l'entretien d'une agroforêt cacaoyère d'une superficie d'un hectare sont constitués de machettes, houes, plantoirs, brouettes, limes, pulvérisateurs, arrosoirs, sérateurs, pelle-bêche, décimètre, bottes (tableau 2). Le coût total nécessaire pour disposer de ces matériels est de 159 000 FCFA.

### 3.2. Coût de préparation du terrain

La préparation d'un terrain d'une superficie d'un hectare s'effectue en moyenne en 16 jours pour un effectif de cinq personnes essentiellement des hommes. Elle consiste au défrichage, piquetage et la trouaison. 81% des producteurs utilisent la main d'œuvre familiale pour préparer le terrain et 19% utilisent la main d'œuvre salariée. L'activité de défrichage coûte plus chère aux paysans que les autres activités de préparation de terrain (tableau 3).

La préparation d'un hectare de terrain nécessite une somme de 165 000 FCFA pouvant être payée en tranches à la fin de chaque journée.

**Tableau 2 : Outils essentiels nécessaires à l'entretien d'un hectare d'agroforêt de cacao**

Outils	Qté	Coût unitaire (FCFA)	Coût total (FCFA)	Durée d'usage (Années)
Machettes	6	2500	15 000	1
Limes	2	1500	3000	1
Plantoirs	4	2000	8000	2
Brouettes	2	16 000	32 000	3
Pulvérisateurs	1	35 000	35 000	5
Bottes	3	4000	12 000	1
Arrosoirs	5	3000	15 000	4
Sécateurs	4	4500	18 000	5
Décamètre	1	4000	4000	5
Echelle	1	5000	5000	4
Pelle-bêche	3	2000	6000	4
Houes	4	1500	6000	2
Total	36	/	159 000	/

**Tableau 3 : Coût de la préparation d'un hectare de terrain**

Activités	Nombre de jours de travail nécessaire	Coût / ha (FCFA)
Défrichage	7	75 000
Piquetage	3	30 000
Trouaison	6	60 000
Total	16	165 000

**Tableau 4 : Coûts des semences par hectare**

Variétés	Prix unitaire moyen (FCFA)	Quantité / ha	Coût / ha (FCFA)
Bat 1 (plants)	170	1600	272 000
SNK 413	Plants	1333	333 250
	Cabosses	60	27 000

**Tableau 5 : Coûts de fonctionnement**

Années	Dépenses moyennes pour le défrichage (F CFA)	Dépenses moyennes pour les traitements phytosanitaires (F CFA)		Total (F CFA)
		Produits phytosanitaires	Main d'œuvre (pulvérisation)	
1 à 2 <sup>ème</sup>	175 000	62 000	5 000	242 000
3 à 6 <sup>ème</sup>	200 000	124 000	17 500	341 500
Total	375 000	186 000	22 500	583 500

**Tableau 6 : Coût d'exploitation**

Dépenses	Tâches	Récolte (Main salariée)	Transport de cabosses	Ecabossage	Total
Dépenses effectuées par ha / an (F CFA)		(Main salariée)	Total	27 500	56 000

### 3.3. Achat des semences

Etant donné que les plants de Bat 1 sont rares sur le marché des semences du fait de leur ancienneté, les prix utilisés dans cette étude ont été ceux issus des paysans. Le prix unitaire moyen de Bat 1 est de 170 FCFA (tableau 4). Les semences de SNK 413 sont essentiellement issues des Structures de Recherches sous formes de plants et de cabosses. Le prix unitaire moyen d'un plant de SNK 413 est de 250 FCFA, et celui d'une cabosse est de 450 FCFA.

Les plants de Bat 1 coûtent moins chères que ceux de SNK 413. La quantité de semences permettant de couvrir un hectare de terrain coûte 272 000 FCFA pour Bat1, et 333 250 FCFA pour SNK 413.

### 3.4. Entretien de la plantation

Pendant les deux premières années d'installation, 92% de paysans défrichent leurs plantations 4 fois par an, soit une fois tous les 3 mois; 8% défrichent 3 fois par an, soit une fois tous les 4 mois. La dépense effectuée pour chaque période de défrichage varie de 20 000 à 30 000 FCFA, soit une moyenne de 25 000 FCFA. La dépense globale moyenne pour les deux années de défrichage est de 200 000 FCFA pour ceux de 4 fois par an, et de 150 000 FCFA pour ceux de 3 fois par an, soit une moyenne de 175 000 FCFA par hectare.

A partir de la troisième année jusqu'à la production, le défrichage s'effectue en moyenne 2 fois par an, soit une dépense moyenne de 50 000 FCFA par année et par hectare. Sachant que la production se stabilise à la sixième année, la dépense totale effectuée pour le défrichage d'un hectare de terrain depuis l'installation jusqu'à la période de production stable est de 375 000 FCFA. (tableau 5).

### 3.5. Coûts d'exploitation

La récolte est pratiquée sur des fruits mûrs à l'aide d'une machette. Chez ceux des paysans utilisant la

**Tableau 7 : Coûts totaux annuels de production**

	SNK 413	Bat 1
<b>Main d'œuvre familiale (FCFA)</b>	523 250	462 000
<b>Main d'œuvre rémunérée (FCFA)</b>	1 055 075	798 000

**Tableau 8 : Quantité de cacao marchand de deux variétés de cacaoyer**

Paramètres	Variétés	
	Bat 1	SNK 413
Poids moyen de fèves séchées d'un pied (kg)	0,49	1,89
Densité des cacaoyers à l'hectare (nombre de pieds / ha)	1600	1333
Poids moyen de fèves séchées à l'hectare (kg / ha)	784	2519,37

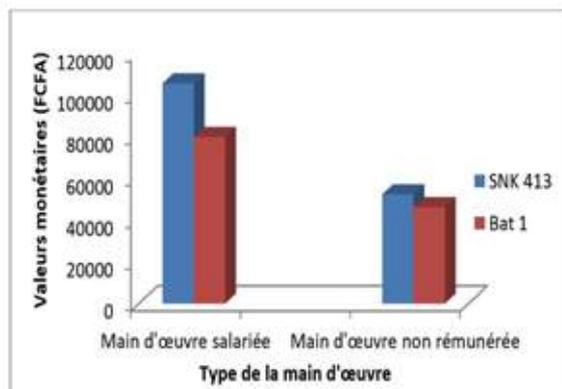
main d'œuvre rémunérée, la dépense effectuée pour assurer cette activité varie entre 18 000 et 20 000 FCFA. La moyenne est de 19 000 FCFA (tableau 6).

Les coûts totaux annuels de production nécessaire à l'installation et l'exploitation d'un hectare d'une agroforêt à base de cacaoyer lorsque la main d'œuvre est salariée s'élèvent à la somme de 798 000 FCFA pour la variété Bat1, et à 1 055 075 FCFA pour la variété SNK 413. Lorsque la main d'œuvre est familiale (non rémunérée), ces coûts s'élèvent à 462 000 FCFA pour la variété Bat 1 et à 523 250 FCFA pour SNK 413. Dans les deux cas, les coûts annuels de production de SNK 413 sont plus élevés que ceux de Bat 1 (tableau 7). L'écart est de 61 250 FCFA dans le cas de la main d'œuvre non salariée et de 54 575 FCFA dans celui de la main d'œuvre rémunérée.

### 3.6. Amortissement de l'investissement sur une période de trente années

L'amortissement linéaire a été considéré sur une période de trente années puisque la production cacaoyère reste optimale pendant cette durée. Dans le cas de la main d'œuvre salariée comme non rémunérée, la valeur de l'amortissement de l'investissement est plus élevée pour SNK 413 que pour Bat 1 (figure 2).

Les valeurs monétaires nécessaires à l'amortissement de l'investissement initial sur un hectare d'une agroforêt à base de cacaoyer lorsque la main d'œuvre est salariée s'élèvent à la somme de 79 800 FCFA pour la variété Bat 1 et à 105 508 FCFA pour la variété SNK 413. Lorsque la main d'œuvre est familiale (non rémunérée), ces sommes s'élèvent à 46 200 FCFA pour la variété Bat 1, et à 52 325 FCFA pour SNK 413. L'écart est de 6 125 FCFA dans le cas de la main d'œuvre non salariée, et de 25 708 FCFA dans celui

**Figure 2 : Amortissement de l'investissement initial**

de la main d'œuvre rémunérée. Le rapport de SNK 413 sur Bat 1 dans les deux cas est supérieur à 1. (1,32 dans le cas de la main d'œuvre salariée, 1,13 dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée). Le rapport des deux écarts est proche de 1.

### 3.7. Revenus générés

#### 3.7.1. Quantité de cacao marchand produit

La quantité de cacao marchand produit par hectare a été déterminée en considérant la densité de chaque variété (tableau 8). Pour toutes ces parcelles, le rendement potentiel en cacao marchand est lié positivement au nombre moyen de cabosses par cacaoyer ( $r = 0,721$ ). Par contre, le rendement potentiel en cacao marchand n'est pas corrélé à la densité des cacaoyers ( $r = -0,108$ ).

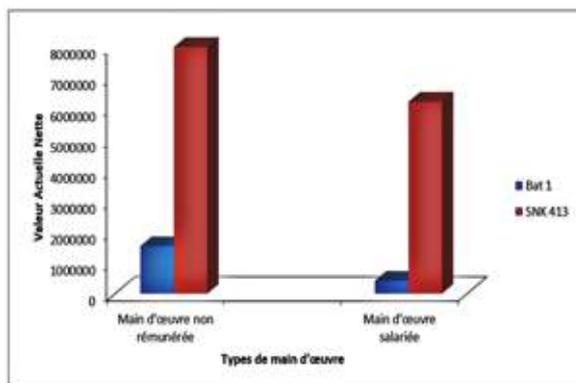
Le poids moyen de fèves séchées d'un pied de cacaoyer est de 0,49 kg pour Bat 1, et 1,89 kg pour SNK 413. SNK 413 a une valeur presque quatre fois plus élevée que Bat 1. La quantité de cacao marchand produit par hectare est plus élevée pour SNK 413 (2519,37 kg) que pour Bat 1 (784 kg). SNK 413 produit trois fois plus que Bat 1.

#### 3.7.2. Vente de cacao marchand

La grande campagne cacaoyère se déroule de septembre à décembre. Le prix unitaire moyen du kilogramme de cacao pratiqué dans la Région du Centre au Cameroun pendant trois années successives de l'année 2012 à 2015 est de 1150 FCFA. Le cacao marchand destiné à la vente n'a pas été classé en types afin d'éviter le fractionnement des quantités. Après une campagne cacaoyère, la vente de cacao marchand

**Tableau 9 : Revenus du cacao marchand d'un hectare d'agroforêt**

Variétés	Prix unitaire du kg CFA)	Quantité (kg)	Montant à percevoir (FCFA)
Bat 1	1150	784	901 600
SNK 413	1150	2519,37	2 897 276



**Figure 3 : VAN des deux variétés**

fournie aux paysans la somme de 901 600 FCFA pour ceux qui ont des champs constitués de la variété Bat 1, et de 2 897 276 FCFA pour ceux qui ont la variété SNK 413 (tableau 9). La variété améliorée SNK 413 présente des revenus trois fois plus élevées que celles de Bat 1.

### 3.7.3. Bénéfices

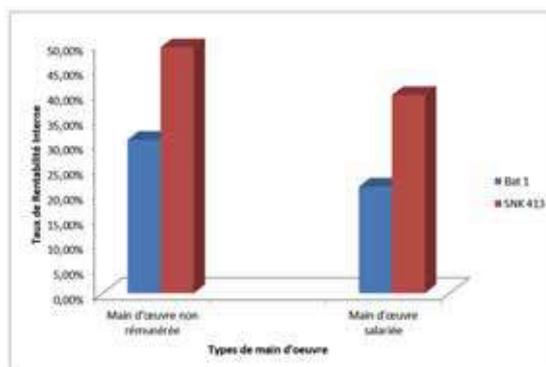
Les bénéfices obtenus dans l'exploitation d'une agroforêt de cacao sont variables en fonction du type de la main d'œuvre et de la variété de cacaoyer utilisé (tableau 10). A l'hectare, le bénéfice obtenu dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée est de 2 396 876 FCFA pour SNK 413, et de 462 450 FCFA pour Bat 1. Dans le cas de la main d'œuvre salariée, il est de 1 865 051 FCFA pour SNK 413, et de 126 450 FCFA pour Bat 1. Le bénéfice est plus élevé dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans celui salarié.

Les écarts observés sont de l'ordre de 336 000 FCFA pour Bat 1, et de 531 825 FCFA pour SNK 413. Le rapport des écarts est proche de 1 quelque soit le type de main d'œuvre, le bénéfice de la variété SNK 413 est supérieur à celui de Bat 1. Les rapports des bénéfices de SNK 413 / Bat 1 sont de 5,18 pour le cas de la main d'œuvre non rémunérée, et 14,75 pour la main d'œuvre salariée.

Avec une main d'œuvre salariée, le bénéfice de Bat 1 est inférieur aux coûts de production. Dans le cas

**Tableau 10 : Bénéfices générés par l'exploitation d'un hectare d'agroforêt de cacao.**

Main d'œuvre	Variétés	Coûts de production (FCFA)	Recettes (FCFA)	Bénéfices (FCFA)
Non rémunérée	Bat 1	462 000	924 450	462 450
	SNK 413	523 250	2 920 126	2 396 876
Salariée	Bat 1	798 000	924 450	126 450
	SNK 413	1 055 075	2 920 126	1 865 051



**Figure 4 : TRI des deux variétés**

d'une main d'œuvre non rémunérée, le bénéfice de Bat 1 est presque égal aux coûts de productions. Les bénéfices générés par la variété SNK 413 sont de 1,8 fois supérieures aux coûts de production dans le cas de la main d'œuvre salariée, et de 4,6 fois dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée.

### 3.8. Valeur Actuelle Nette

Le taux d'actualisation pratiqué par plusieurs banques au Cameroun est de 18%. La sixième année de production a été considérée car elle correspond au début de la stabilisation de la production. Pour les deux variétés de cacaoyer, la VAN est supérieure à 0 quelque soit le type de main d'œuvre (figure 3). Elle varie de 421 500 à 7 989 587 FCFA. Ces deux variétés sont rentables mais à des degrés différents.

Dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée, la VAN = 1 541 500 FCFA pour Bat 1, et de 7 989 587 FCFA pour SNK 413. L'écart entre ces deux VAN est de 6 448 087 FCFA. Le rapport des VAN SNK 413 / Bat 1 est de 5,18. SNK 413 est plus rentable que Bat 1.

Dans le cas de la main d'œuvre salariée, la VAN = 421 500 FCFA pour Bat 1, et de 6 216 837 FCFA pour SNK 413. L'écart entre ces deux VAN est de 5 795 337 FCFA. Le rapport des VAN SNK 413 / Bat 1 est de 14,75. SNK 413 est plus rentable que Bat 1.

Les VAN des deux variétés sont plus élevés dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans le

cas de la main d'œuvre salariée. SNK 413 est plus rentable que Bat 1 lorsque la main d'œuvre est non rémunérée.

### 3.9. Taux de Rentabilité Interne

Pour les deux variétés de cacaoyer, le TRI est supérieure au taux bancaire (18%) quelque soit le type de main d'œuvre (figure 4). Il varie de 21,3 à 49,2%. Les projets de culture de ces deux variétés sont rentables mais à des niveaux différents.

Dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée, le TRI=30,70% pour Bat 1, et de 49,22% pour SNK 413. L'écart entre ces deux TRI est de 18,52%. Le rapport des TRI SNK 413 / Bat 1 est de 1,60. SNK 413 est plus rentable que Bat 1.

Dans le cas de la main d'œuvre salariée, le TRI=21,34% pour Bat 1, et de 39,67% pour SNK 413. L'écart entre ces deux TRI est de 18,33 %. Le rapport des TRI SNK 413 / Bat 1 est de 1,86. SNK 413 est plus rentable que Bat 1.

Les TRI des deux variétés sont plus élevés dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans le cas de la main d'œuvre salarié. Le projet de culture de SNK 413 est plus rentable que Bat 1 lorsque la main d'œuvre est non rémunérée.

### 4. Discussion

Le rendement moyen en cacao marchand des cacaoyères à base de Bat 1 et de SNK 413 donne des valeurs respectives de 784 kg et de 2519 kg par hectare. Le rendement moyen en cacao marchand de la variété locale est presque le double de celui obtenu par Toxopeus (1985) sur quelques variétés locales dans la zone de Bokito dans la Région du Centre au Cameroun. Cette différence de rendement serait d'une part liée à la forte densité des cacaoyers dans les plantations de la zone de Bokito se situant autour de 1700 cacaoyers par hectare, d'autre part aux traitements phytosanitaires insuffisants et au vieillissement du verger. Quant à la variété hybride SNK 413, le rendement moyen en cacao marchand est presque similaire à celui obtenu par Jagoret et al. (2011) sur quelques variétés hybrides (MA 12) dans la zone de Talba dans la Région du Centre au Cameroun. Cependant, ce rendement est inférieur à celui obtenu en Station de Nkoemvone (dans la Région du Sud au Cameroun) sur cet hybride (2 940 kg / ha) par Ondoua et al. (2014) avec une densité de 1 111 pieds / ha. La différence serait due à la structure du peuplement végétal de la cacaoyère. Les cacaoyères agroforestières à base d'hybride SNK 413 présentent en moyenne de meilleures performances en termes

de rendement potentiel en cacao marchand que les cacaoyères agroforestières à base de variétés locales.

Le bénéfice obtenu dans le cas de l'exploitation des agroforêts à base de cacaoyers utilisant la main d'œuvre non rémunérée est élevé lorsque les variétés de cacaoyers utilisés sont hybrides. Le bénéfice obtenu est de l'ordre de 2 396 876 FCFA par hectare et par saison cacaoyère. Ce bénéfice est proche de celui obtenu par Jagoret et al. (2011) mené dans la zone de Talba (dans la région du Centre Cameroun) sur la rentabilité de quelques hybrides cultivés dans des conditions optimales. Lorsque l'agroforêt cacaoyère utilise les variétés anciennes, le bénéfice est faible de l'ordre de 462 450 FCFA par hectare et par saison cacaoyère. Ce résultat corrobore celui de Gonzalez (2013) effectué dans la région du Centre Cameroun qui situe le bénéfice autour de 300 000 FCFA.

Dans le cas de la main d'œuvre salariée, le bénéfice est très faible de l'ordre de 126 450 FCFA lorsque l'agroforêt utilise les cacaoyers de variétés anciennes. Dans ce cas, la cacaoculture n'est pas rentable au regard de la VAN. Ce résultat confirme celui obtenu par Eboutou (2009) mené dans la zone d'Obala. La rentabilité des agroforêts à base de cacao est faisable sous un certain nombre de conditions dites idéales. La disponibilité de la terre, la disponibilité de la main d'œuvre, les prix de vente et la production sont les éléments sur lesquels il faut agir pour avoir une rentabilité maximale.

### 5. Conclusion

La rentabilité des arbres associés aux cacaoyers n'a pas été considérée. Seule celle des variétés de cacaoyers a été déterminée. Les quantités produites par chaque variété au cours des années suivent l'évolution de la courbe de production des cultures pérennes. Les coûts totaux annuels de production nécessaire à l'installation et l'exploitation d'un hectare d'une agroforêt à base de cacaoyer lorsque la main d'œuvre est salariée s'élèvent à la somme de 798 000 FCFA pour la variété Bat 1, et à 1 055 075 FCFA pour la variété SNK 413. Lorsque la main d'œuvre est familiale (non rémunérée), ces coûts s'élèvent à 462 000 FCFA soit 924 Euro pour la variété Bat 1, et à 523 250 FCFA pour SNK 413. Dans les deux cas, les coûts annuels de production de SNK 413 sont plus élevés que ceux de Bat 1.

Les bénéfices obtenus de l'exploitation d'une agroforêt de cacao sont variables en fonction du type de la main d'œuvre et de la variété de cacaoyer utilisé. A l'hectare, le bénéfice obtenu dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée est de 2 396 876 FCFA pour

SNK 413, et de 462 450 FCFA pour Bat 1. Dans le cas de la main d'œuvre salariée, il est de 1 865 051 FCFA pour SNK 413, et de 126 450 FCFA pour Bat 1. Le bénéfice est plus élevé dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans celle rémunérée.

Avec une main d'œuvre salariée, le bénéfice de Bat 1 est très faible (126 450 FCFA) et inférieur aux coûts de production. Dans le cas d'une main d'œuvre non rémunérée, le bénéfice de Bat 1 est presque égal aux coûts de production.

Dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée, la VAN = 1 541 500 FCFA pour Bat 1, et de 7 989 587 FCFA pour SNK 413. Bat 1 a la plus faible VAN. Il présente une faible rentabilité par rapport à SNK 413. SNK 413 est plus rentable que Bat 1. Dans le cas de la main d'œuvre salariée, la VAN = 421 500 FCFA pour Bat 1, et de 6 216 837 FCFA pour SNK 413. Bat 1 a la plus faible VAN. Il présente une faible rentabilité par rapport à SNK 413. SNK 413 est plus rentable que Bat 1.

Les VAN des deux variétés sont plus élevées dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans le cas de la main d'œuvre salarié. SNK 413 est plus rentable que Bat 1 lorsque la main d'œuvre est non rémunérée. La variété SNK 413 donne de la valeur à l'agroforêt du fait de sa forte rentabilité.

Dans les cas de la main d'œuvre non rémunérée et salariée, Bat 1 présente une faible rentabilité par rapport à SNK 413. Les TRI des deux variétés sont plus élevés dans le cas de la main d'œuvre non rémunérée que dans le cas de la main d'œuvre salarié. Le projet de culture de SNK 413 est plus rentable que Bat 1 lorsque la main d'œuvre est non rémunérée. La variété SNK 413 est économiquement rentable.

La profitabilité d'une agroforêt à base de cacao est un élément important dont il faut tenir compte dans les propositions d'alternatives d'amélioration des revenus faites aux producteurs dans la Lékié car un tel espace garantit une source régulière et soutenue des revenus issus de l'exploitation et de la vente des produits agroforestiers. La caractérisation des agroforêts en question, l'estimation de la production de cacao marchand, les calculs des coûts, des recettes et profits ont été des éléments dont il fallait tenir compte. Les principales investigations montrent que les paysans accordent une valeur particulière à certaines espèces qu'ils maintiennent volontairement dans leurs cacaoyères comme plante d'ombrage. Il s'agit majoritairement de *Dacryodes edulis*, d'*Irvingia gabunensis* et de *Ricinodendron heudelotii*. Ces arbres lorsqu'ils sont associés au cacaoyer

forment une agroforêt constituée de strates distinctes interdépendantes du point de vue de l'écologie, mais indépendantes du point de vue de la gestion.

Les coûts de production annuels sont imputables à plusieurs éléments indispensables au fonctionnement de l'agroforêt. Les coûts les plus élevés reviennent au système le plus diversifié qui est aussi le système le plus pourvoyeur en revenus.

## Bibliographie

**Anonyme (2008).** Programme de relance des filières Cacao/Café. *Manuel de travail. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)*. Yaoundé, Cameroun. 26 p.

**Anonyme (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable : cas du Cameroun. Table ronde sur l'économie cacaoyère durable du Cameroun. Yaoundé, Cameroun, *ONCC*. 14p.

**Barrel, M., Battini, J., Duris, D., Hekimian, L. et Trocmé, O. (2006).** Les plantes Stimulantes. Paris, France : *CIRAD-GRET*.

**Clay, J. (2004).** World agriculture and the environment. Washington, Etats-Unis, *Island Press*, 570 p.

**Eboutou, L. (2009).** Rentabilité financière des agroforêts à base de cacao enrichi par des arbres domestiqués dans le bassin de production du Centre, Cameroun (*Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome*). Université de Dschang, Cameroun.

**Gonzalez, A. (2013).** Quelle stratégie de gestion pour l'augmentation de la rentabilité des systèmes agroforestiers : modélisation technico-économique des agroforêts cacaoyers et caféiers améliorées au Cameroun (*Mémoire soutenu en vue de l'obtention du diplôme de Master en Science à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier*). Montpellier, France.

**Gockowsky, J. et Dury, S. (1999).** The economics of cocoa-fruits agroforests in Southern Cameroon. *CATIE journal*, 3 (3), 39- 41.

**Herbel, D., Bamou, E., Mkouonga, H. et Achancho, V. (2003).** Manuel de formation aux politiques agricoles en Afrique. *Ed. Maisonneuve et la rose / AFREDIT*, 2 (1), 24 - 28.

**Jagoret, P., Michel, D. et Malézieux, E. (2011).** Long term dynamics of cocoa agroforests : a case study in central Cameroun. *Agroforestry Systems*, 3 (3), 26-28.

**Leplaideur, A. (1985).** Les systèmes agricoles en zone forestière, les paysans du Centre et du Sud Cameroun. *IRAD, Yaoundé*, Cameroun. 615 p.

**Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2008).** Programme de relance des filières Cacao / Café : *Manuel de travail*. Yaoundé, Cameroun: MINADER.

**Office Nationale de Cacao et Café (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable : *Table ronde sur l'économie cacaoyère durable du Cameroun*. Yaoundé, Cameroun: ONCC.

**Ondoua, J., Dibong, S., Taffouo, V. et Ngotta, J. (2014).** Parasitisme des champs semenciers de cacaoyers par les Loranthaceae dans la localité de Nkoemvone (Sud Cameroun). *Elewa Journal*, 1 (1), 8-10.

**Nji, A. et Tchakoa, J. (2000).** Analyse des projets, programme d'enseignement à distance. Université de Dschang, Cameroun.

**Santoir, C. (1992).** Sous l'empire du cacao : étude diachronique de deux terroirs camerounais. Paris, France, *Orstom*, 191 p.

**Sonwa, D., Weise, S., Tchatat, M., Nkongmeneck, B., Adesina, A., Ndoye, O. et Gockowski, J. (2000).** Les agroforêts cacao : espace intégrant le développement de la cacaoculture, gestion et conservation des ressources forestières au Sud Cameroun, in : *2<sup>nd</sup> Panafrican Symposium on the Sustainable Use of Natural Resources in Africa*. Ouagadougou, Burkina Faso. Pp. 10-12.

**Sonwa, D. (2004).** Biomass management and diversification within cocoa agroforests in the humid forest zone of southern Cameroon (Ph D thesis, *Institut für Gartenbauwissenschaft der Rheinischen Friedrich Wilhelms, Universität Bonn, Germany*).

**Toxopeus, H. (1985).** Botany, types and populations. *Longman*, 1 (2), 11-37.

## Etude du mécanisme de compensation des atteintes à la biodiversité liées à l'exploitation minière au Cameroun : cas des entreprises titulaires des permis miniers dans le massif forestier Ngoyla-Mintom

Donfack N. A.<sup>1</sup>, Hiol Hiol F.<sup>2</sup>, Engonga J. D.<sup>3</sup>

(1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun /  
e-mail : fnariane35@yahoo.fr

(2) **Superviseur Académique** : Chargé de cours, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) **Encadreur Technique** : Ingénieur Agronome-Environnementaliste à Rainbow Environment Consult, Yaoundé Cameroun

### 1. Objectif Général

Contribuer à l'amélioration du mécanisme de compensation des atteintes à la biodiversité liées à l'exploitation minière au Cameroun sur la base des leçons apprises du cas du massif forestier Ngoyla-Mintom.

### 2. Objectifs Spécifiques (OS)

**OS 1** : Faire un état des lieux des différentes compagnies minières existantes dans le massif forestier Ngoyla-Mintom;

**OS 2** : inventorier et analyser les mesures de gestion des impacts sur la biodiversité préconisées par les sociétés minières actives dans le massif;

**OS 3** : évaluer la conformité de ces compagnies minières aux normes nationales et internationales en vigueur en matière de compensation écologique.

### 3. Hypothèses

**H1** : Plusieurs sociétés sont installées dans le massif forestier Ngoyla-Mintom et mènent des activités d'exploitation minière;

**H2**: Les sociétés minières actives dans le massif préconisent des mesures d'évitement, d'atténuation et de compensation des impacts potentiels de leurs activités sur la biodiversité;

**H3**: Les différentes compagnies minières se conforment aux réglementations nationale et internationale relative à la compensation écologique.

### 4. Méthodologie

Cette étude est basée sur une méthodologie axée sur la recherche documentaire, les enquêtes in situ et les observations indirectes de terrain. La collecte d'informations de sources primaires a été effectuée

sur la base d'entretiens avec les Responsables et les Acteurs impliqués dans la conservation de la biodiversité et l'exploitation minière. La technique d'échantillonnage par choix raisonné a permis de conduire le questionnaire auprès des entreprises minières : CamIron, Géovic, CMC, des ONGs de conservation de la biodiversité WWF, UICN et CED et des institutions étatiques : MINFOF, MINEPDED. L'analyse et l'interprétation des résultats de l'étude sont basées sur une approche socio-anthropologique discursive, faisant appel aux outils tels que le logiciel de cartographie MapInfo, le tableur Excel et le logiciel de traitement de texte Word.

### 5. Résultats

Les données collectées nous ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

**R1** : Les différentes compagnies minières dans le massif forestier Ngoyla-Mintom :

**R1.1** : Dix (10) concessionnaires miniers ont été recensés dans le massif ; cependant sur le terrain, seulement trois (3) concessionnaires sont actifs: CamIron, GEOVIC et CMC et sept (7) non actifs: Venture Capital PLC, Limestone Cameroun, Entreprise Générale Bâtiments Travaux Publics (EGBTP), International Mining Company Ltd, CAGEME, Eastern Mining Corporation et Kairos Business Corporation (KBC).

**R1.2** : L'inactivité de ces sociétés minières est pour la plupart due au fait que les permis sont nouvellement attribués, mais aussi au fait que certains permis ont dépassé les délais d'exploitabilité et sont à ce jour déclassés.

**R2** : Impacts et Mesures de gestion des impacts sur la biodiversité préconisées par les compagnies actives.

**R2.1:** La perte d'habitats fauniques pendant la construction de la mine et après les travaux de réhabilitation, les risques de dégradation des habitats fauniques et les corridors de migration de certains grands mammifères, l'émissions de gaz à effet de serre durant la vie du projet, l'intensification de la chasse et du braconnage, l'impact sur les grands primates et le déplacement de la faune sont quelques impacts identifiés pour le projet de CamIron. A ces impacts, des mesures ont été proposées parmi lesquelles des mesures d'évitement, des mesures d'atténuation et des mesures de compensation.

**R2.2 :** Géovic quant à lui préconise des mesures d'évitement et d'atténuation des impacts et pas de mesure de compensation. Les impacts identifiés sont entre autre la destruction de l'habitat des populations de mammifères moyens et grands, la perte des espèces floristiques, les risques d'introduction d'espèces invasives.

**R2.3 :** CamIron prévoit des mesures d'évitement (13/25), d'atténuation (9/25) et de compensation des impacts (3/25). Les mesures de compensation proposées concernent principalement la location de l'UFA 10-034 (163 952 ha). Géovic préconise des mesures d'atténuation (8/12) soit 67% et des mesures d'évitement 23 %.

**R3. :** Conformité de ces compagnies minières aux normes nationales et internationales en vigueur en matière de compensation écologique.

**R3.1.:** Les sociétés minières CamIron, Geovic et CMC se conforment à des niveaux différents aux critères de performance 6 (PS6), à la loi cadre relative à la protection de l'environnement, la loi forestière et minière. Ainsi, CamIron est la société la plus avancée en termes de prévision des mesures de compensation des impacts. Elle dispose de moins de non-conformité que les autres sociétés minières. Les mesures compensatoires qu'elle propose sont totalement volontaires. Aucun engagement à l'international ou même au niveau national ne justifie ce choix. Geovic par contre qui a des engagements avec ses financeurs ne prévoit aucune mesure de compensation des atteintes à la biodiversité dans son PGB.

## 6. Discussion

Le massif forestier en 2012 comptait deux sociétés minières actives: Géovic et CamIron (MINFOF, 2012). Les résultats obtenus dans ce travail révèlent

l'octroi de dix (10) permis minier et la présence effective sur le terrain de trois sociétés minières. Ceci traduit une augmentation du nombre de permis minier dans le massif. Ce résultat confirme l'hypothèse de départ selon laquelle de nombreuses sociétés minières existent dans le massif forestier et y mènent des activités.

La superficie totale des permis des différentes sociétés minières est de 381 200 ha (superficie CamIron, Géovic et CMC) soit près de 41% de la superficie totale du massif renfermant des habitats fauniques qui pourraient être perturbés. Ce résultat est significatif et montre que près de la moitié de la superficie du massif est menacée.

La société CamIron propose la location pour la conservation de l'UFA 10-034 afin de compenser les impacts qu'elle générera sur la biodiversité. Selon le BBOP (2009), cette mesure de compensation proposée correspond à la préservation. L'UFA que CamIron se propose de conserver en guise d'offset est déjà menacée du fait du développement de nombreuses activités à sa périphérie. Effila (2012) confirme ce résultat en montrant que le braconnage, le sciage sauvage, l'agriculture itinérante, la culture de rente, l'exploitation artisanale de l'or sont des activités menées à proximité de la dite UFA.

## 7. Recommandations

Le gouvernement devrait : Instaurer le principe de compensation de la biodiversité relative à la mise en œuvre des lois minière et forestière en vigueur.

Les sociétés minières (CamIron, Géovic et CMC) devraient réviser leurs PGES en décrivant les mesures de mitigation des impacts pour chaque composante et pour toutes les sociétés minières.

Les Organismes Internationaux de Conservation de la biodiversité (WWF, UICN) devraient sensibiliser les institutions nationales sur le mécanisme de compensation des atteintes à la biodiversité.

**Mots clés :** *Biodiversité, compensation des atteintes à la biodiversité, mesures de mitigation*

**Mémoire de Master Professionnel en Environnement et Mesure de Conservation soutenu au CRESA Forêt-Bois le 27 Juillet 2016.**

# Contribution à l'audit environnemental et social du terminal de pêche du Port Autonome de Douala (PAD) au Cameroun

Koumetio G.L.P.<sup>1</sup>, Foudjet A.E.<sup>2</sup> et Bigombe L.P.<sup>3</sup>

(1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/  
e-mail : galiazoleprincekoumetio@yahoo.fr

(2) **Superviseur Académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) **Encadreur Technique** : Directeur Général du Centre de Recherche et d'Action pour le Développement Durable en Afrique Centrale (CERAD)

## 1. Objectif général

Contribuer à la réalisation de l'audit environnemental et social du terminal de pêche du PAD.

## 2. Objectifs Spécifiques (OS)

**OS1** : vérifier la conformité du fonctionnement de ce terminal face au cadre juridique national, aux conventions internationales en vigueur relatives à la gestion de l'environnement ;

**OS2** : identifier et analyser les différents impacts environnementaux et sociaux réels liés à la gestion des activités du terminal ;

**OS3** : proposer un plan de gestion environnementale et sociale constitué des mesures d'atténuation et de bonification des impacts identifiés, d'un programme de mise en œuvre de ces mesures et d'un budget prévisionnel nécessaire à l'opérationnalisation dudit plan.

## 3. Hypothèses

Le fonctionnement du terminal de pêche du PAD s'effectue en marge de la réglementation nationale et internationale en vigueur en matière de protection de l'environnement car il génère de nombreux impacts tant sur l'environnement biophysique que humain.

**H1** : la mise en œuvre des activités du terminal de pêche du PAD s'effectue sans aucune considération de la réglementation nationale et internationale en matière de gestion de l'environnement;

**H2** : l'exploitation du terminal de pêche du PAD a des impacts sur toutes les composantes de l'environnement, sur les ouvriers et même sur la communauté riveraine ;

**H3** : le plan de gestion environnementale et sociale proposé contribue à l'assainissement de l'environnement.

## 4. Méthodologie

### 4.1. Zone d'étude

Le Port Autonome de Douala est situé dans la Région du Littoral, Département du Wouri et plus précisément dans l'Arrondissement de Douala 1<sup>er</sup>. Cette installation compte cinq terminaux parmi lesquels le terminal de pêche qui représente qui a fait l'objet de cet audit. Ce dernier est situé à 4°3'45,006 de la latitude Nord et à 9°41'57,828 de la longitude Est.

### 4.2. Méthode de collecte et de traitement des données

Pour mener à bien cette étude, il a été utilisé la méthodologie applicable à l'audit environnemental et social, se déclinant en trois phases à savoir :

- La phase préparatoire au cours de laquelle se sont effectuées la réunion de mise au point avec l'encadreur technique en entreprise, l'organisation matérielle et la collecte des données secondaires à travers la recherche documentaire;
- La phase d'audit proprement dite pendant laquelle les données primaires ont été collectées via les observations directes de terrain, l'entretien avec les personnes ressources et les enquêtes auprès des ménages ;
- La phase de traitement et d'analyse des données qui a fait appel à l'utilisation des logiciels SPSS, Microsoft Office Word 2013, Excel 2013 et ArcGIS 10.1 pour les différentes cartes.

## 5. Résultats

**R1.1**: Le fonctionnement des activités du terminal de pêche du PAD est compatible à 20% aux conventions internationales en vigueur en matière de protection de l'environnement.

**R1.2** : 25% des textes du cadre juridique national sont

conformes aux activités d'exploitation du terminal de pêche du PAD.

**R1.1 et R1.2** ont permis d'enregistrer un taux de conformité égal à 23% contre 77% de non-conformité.

**R2.1** : quinze (15) impacts dont 12 négatifs et 03 positifs ont été identifiés sur l'environnement biophysique et humain. Il s'agit notamment de la contribution à l'effet de serre, les nuisances olfactives, la pollution du fleuve Wouri, les migrations et destruction de la faune aquatique, la création et la conservation de l'emploi, l'insalubrité de l'espace portuaire et ses environs, l'amélioration des conditions de vie des populations et bien d'autres.

**R2.2** : 80% des impacts environnementaux et sociaux identifiés ont une importance absolue majeure tandis que 20% sont d'importance absolue moyenne. Cependant, aucun impact d'importance mineur n'a été identifié.

**R3** : les mesures d'atténuation et de bonification des impacts ont été proposées à travers un plan de gestion environnementale et sociale.

## 6. Discussion

Le pourcentage élevé des non conformités environnementales face au référentiel de l'audit montre que la gestion d'une grande partie des activités du terminal de pêche du PAD s'effectue en marge de la durabilité écologique. Cette affirmation est conforme aux résultats de recherche de Ouangbao (2016) portant sur l'audit environnemental et social du projet d'urgence de réponse à la crise alimentaire et relance agricole du PURCARA en RCA qui ont souligné un taux de non-conformité évalué à 52% avec le cadre juridique et réglementaire de ce pays. Par ailleurs, il faut souligner que le fonctionnement du PAD ne génère pas uniquement les impacts négatifs mais aussi ceux positifs d'où la conformité des résultats de notre étude avec celle de Larame (2011) qui a relevé que l'exploitation du PAG contribue elle seule à 11% des emplois totaux de l'Ile.

## 7. Recommandations

- Le gouvernement à travers le MINEPDED et le MINEPIA doit veiller à un suivi efficace de la mise en œuvre du plan de gestion environnementale et sociale du présent audit ; s'assurer de l'efficacité du travail de l'équipe du MINEPIA en charge du contrôle de la qualité des produits de pêche venant de la haute mer.
- Les autorités portuaires doivent équiper le terminal d'un département environnement ayant à sa tête un responsable HSE et des personnels hautement qualifiés ; élaborer et mettre en œuvre une politique environnementale qui éclaire de manière concrète l'ensemble des conduites écologiques à suivre ; mettre sur pied un système commun et participatif de gestion de déchets dans toutes les structures présentes au port.
- Les responsables des sociétés de pêche doivent doter leur personnel des équipements de protection individuels (gilets de sauvetage, gangs, chaussures de sécurité) et veiller strictement à leur utilisation; confier totalement l'entretien et la maintenance de leurs bateaux de pêche au Chantier Naval Industriel du Cameroun (CNIC) pour limiter les dégâts environnementaux découlant de ces opérations.

**Mots clés** : *audit environnemental et social, impact, conformité environnementale, durabilité écologique, plan de gestion environnementale et sociale.*

**Mémoire de Master Professionnel en Evaluation Environnementale et Aménagement du Territoire soutenu le 5 juin 2018 au CRESA Forêt-Bois en République de Cameroun.**

## Enjeux environnementaux et sociaux liés à la gestion de la biomasse dans les plantations agro-industrielles d'HEVECAM à Niété au Cameroun

Megnidong Djoumessi A.<sup>1</sup>, Moulende T.<sup>2</sup>, Tchékoté H.<sup>3</sup> et Engonga J.<sup>4</sup>

- (1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/  
e-mail : armancedj@yahoo.fr  
(2) **Superviseur académique** : Chargé de Cours, Université de Dschang, Cameroun  
(3) **Co-Superviseur académique** : Chargé de Cours, Université de Dschang, Cameroun  
(4) **Encadreur Technique** : Ingénieur Environnementaliste à Rainbow SARL

### 1. Objectif Général

Analyser les enjeux environnementaux et socio-économiques liés à la gestion de la biomasse dans les plantations d'HEVECAM (Hévéa-Cameroun).

### 2. Objectifs Spécifiques (OS)

**OS1** : Faire une estimation des quantités de biomasse produites dans les plantations HEVECAM ;

**OS2** : Identifier les impacts environnementaux et sociaux liés au mode de gestion de la biomasse produite par HEVECAM;

**OS3** : Identifier les impacts environnementaux et sociaux liés au processus de valorisation de la biomasse proposé par BIOCAM (Biomass Cameroon);

**OS4** : Faire une analyse comparée des enjeux liés aux deux modes de gestion et proposer des mesures idoines pour la gestion des enjeux du meilleur mode.

### 3. Hypothèses (H)

La gestion de la biomasse dans les plantations agroindustrielles recèle de nombreux enjeux environnementaux et sociaux.

**H1** : les quantités de biomasse produites lors de la création et du renouvellement des plantations d'HEVECAM sont importantes ;

**H2** : le mode de gestion de la biomasse produite lors du processus de création et de renouvellement des plantations d'HEVECAM génère plusieurs impacts négatifs sur l'environnement et la qualité de vie des populations;

**H3** : le mode de gestion proposé par BIOCAM génère plusieurs impacts positifs sur l'environnement et la société ;

**H4** : La gestion proposée par BIOCAM est meilleure

d'un point de vue environnemental et social que celle d'HEVECAM mais, nécessite quelques améliorations.

### 4. Méthodologie

Pour atteindre ces objectifs, nous avons considéré une méthodologie organisée autour de quatre points :

- La présentation de la zone d'étude ;
- L'approche de collecte des données ;
- La technique d'échantillonnage ;
- L'analyse et le traitement des données.

#### La zone d'étude

Situé dans la Région du Sud-Cameroun, Département de l'Océan, la zone d'étude couvre une superficie de 40 000 ha dans l'Arrondissement de Niété. La Commune s'étend entre les coordonnées géographiques UTM 292 000N – 632 000E et 324 000N – 636 000 E.

#### Approche de collecte de données

Deux types de données ont été indispensables dans le cadre de cette étude :

- les données de sources secondaires dont la collecte se faite à travers les bibliothèques, notamment celle du CRESA Forêt-Bois de l'Université de Dschang, de l'Université de Yaoundé I, d'HEVECAM, du CED (Centre pour l'Environnement et le Développement) et les anciens rapports d'étude du bureau d'étude REC SARL (Rainbow Environment Consult), du MINFOF (Ministère des Forêts et de la Faune), du CIRAD (Centre International de Recherche en Agriculture pour le Développement) et via les sites internet.
- les données primaires pour leur part ont été collectées à travers les observations directes, les entretiens semi-structurés, les enquêtes individuelles, et les

réunions d'information auprès des responsables d'HEVECAM, des personnes ressources et des populations.

### Technique d'échantillonnage

Pour avoir des informations pertinentes liées à la gestion de la biomasse dans les plantations agroindustrielles, un échantillonnage par choix raisonné a été utilisé pour choisir des individus appartenant à chaque classe d'acteurs à savoir : quatre personnes dans l'agro-industrie ont été soumises à un guide d'entretien, cinq forestiers et quatre chercheurs et 20 personnes riveraines à la plantation ont été enquêtées, soit un total 35 personnes.

### Analyse et traitement des données

La méthode de Brown (1997) adaptée par la JAFTA (Japan Forest Technology Association) a permis d'estimer la quantité de biomasse produite lors de la création et du renouvellement des plantations agroindustrielles D'HEVECAM. Cette méthode est basée sur l'élaboration des équations allométriques relatives aux forêts camerounaises à partir d'un échantillonnage destructif.

Pour identifier et décrire les impacts, la matrice de Léopold a été utilisée. Les données qualitatives obtenues via les enquêtes et les consultations publiques par guides d'entretien, les observations, ont été triangulées afin de ressortir les principales informations. Les cartes ont été obtenues à l'aide du logiciel Map Info 8.5.

## 5. Résultats

La méthode ainsi appliquée a permis d'obtenir les résultats suivants repartis en quatre parties à savoir: l'estimation de la biomasse produite, l'analyse des impacts environnementaux et sociaux liés au mode de gestion de la biomasse par HEVECAM, l'analyse des impacts environnementaux et sociaux du mode de valorisation proposé par BIOCAM, les mesures de mitigations des enjeux du meilleur mode de gestion.

**R1** : L'estimation de la biomasse produite

**R1.1:** Biomasse détruite lors de la création de la plantation.

Il ressort que la biomasse détruite pendant la création correspond à la biomasse de 40 000 ha de forêt naturelle de la zone. Ainsi, nous avons obtenu 9,84 Mt (Mégatonne) équivalent à environ 2 460 000 tep (Tonne Equivalent Pétrole).

**R1.2:** Biomasse détruite lors du renouvellement par HEVECAM.

S'agissant de la biomasse déjà détruite pendant le renouvellement, nous avons obtenu 2,94 Mt de matière fraîche soit environ 734 250 tep.

**R1.3** : Biomasse à valoriser par BIOCAM

Actuellement, BIOCAM entend valoriser environ 1,5 Mt de matière fraîche soit environ 369 997 tep. 14,860 Mt de biomasse au totale sont produites dans la plantation d'HEVECAM, 12,777 Mt ont déjà été détruites ce qui équivaut à un stock de 6,260 Mt de CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère, soit 5 947 000 tep de CO<sub>2</sub> rejetées en terme énergétiques. Pour les 6 prochaines années, il sera produit 1,480 Mt de biomasse qui sera récupérée et valorisée rendant ainsi le bilan carbone nul.

**R2:** Impacts environnementaux et sociaux du mode de gestion appliqué par HEVECAM

Le processus de gestion de la biomasse mis en place par HEVECAM est très simple. Il va de l'abattage de la forêt ou des vieux hêvéas à la préparation du terrain (c'est-à-dire au brûlage de la biomasse ou au pourrissement). En termes d'impacts identifiés, des 15 impacts identifiés, un seul s'est avéré positif, celui de la fertilisation du sol.

**R3** : Impacts environnementaux et sociaux du mode de valorisation proposé par BIOCAM

Le processus de gestion de la biomasse par BIOCAM, se résume en six activités principales à savoir : la récupération des hêvéas renversés par HEVECAM, le débardage, le broyage le transport vers le port, le stockage sur le site du port et l'exportation.

Des 19 impacts identifiés, 14 sont négatifs et 5 positifs soit 26,6%. Les impacts identifiés négatifs sont pour la plupart liés aux activités de transport.

**R4** : Analyse comparative des enjeux deux modes de gestion

Après analyse des impacts des deux modes de gestion, les enjeux suivants ont été répertoriés. La méthode HEVECAM présente 92,3% de pertes contre 7,7% de gain. La méthode BIOCAM enregistre 30,8% de pertes contre 69,2% de gain. Le mode de gestion proposé par BIOCAM est le meilleur mode de gestion de biomasse agricole et forestière. Au vue de ceci, des mesures de mitigation du mode de gestion ont été proposées et sont formulées sous forme de recommandations.

## 6. Discussion

La gestion de la biomasse végétale présente d'importants enjeux sur le plan environnemental et social, à l'heure où l'utilisation des énergies fossiles

et nucléaires est remise en question. Cette gestion rencontre une réelle difficulté liée à l'absence de l'inventaire forestier comme le confirme Nkamwa (2012), qui montre que la gestion de la biomasse serait plus facile à réaliser si les résultats des inventaires étaient disponibles.

L'étude a permis d'inventorier les activités sources d'impacts ainsi que les impacts environnementaux et sociaux des modes de gestion de la biomasse aussi bien par BIOCAM que par HEVECAM. Il en ressort que BIOCAM enregistre 69,2 % de gain contre 7,7 % de gain pour la méthode proposée par HEVECAM. Dans l'ensemble, la méthode proposée par BIOCAM est meilleure sur le plan environnemental et social;

La valorisation de la biomasse est à la fois une nécessité environnementale et une opportunité économique. La recherche est en cours et il est indéniable que certains procédés sont de réelles solutions. Par contre, il est tout aussi important de réaliser que dans l'énergie de biomasse, certains procédés comme la surexploitation de la forêt par les agroindustrielles et la mauvaise gestion du bois représentent un danger environnemental majeur auquel il faut également trouver une alternative;

Il faut aussi noter que la valorisation de la biomasse dans notre pays est sujette au problème de financement car nécessite la mise sur pied d'investissement en termes d'équipement c'est ce que confirme le rapport EIE du projet Hydroélectrique de Lom Pangar où il est recommandé le brûlage de dite biomasse au détriment de la valorisation.

## 7. Recommandations

Quelques recommandations ont été formulées au terme de l'étude :

- Pour limiter les impacts négatifs de cette gestion sur l'effet de serre, la dégradation de la couche d'ozone et le changement climatique, il est recommandé de valoriser la biomasse à faible distance du lieu de production.
- Afin de préserver la qualité de l'air, il faudra utiliser les huiles et carburants conventionnels pour les générateurs, véhicules et engins ;
- Respecter les règles d'entretien et de sécurité des véhicules et engins du projet;
- Pour préserver la qualité des eaux de la zone d'étude, il faudrait éloigner les sites d'opérations (broyage et chargement des camions) des cours d'eau ;
- Il serait souhaitable de disposer des kits de dépollution pour pallier au cas de déversement accidentels de carburants et huiles usées et d'imperméabiliser (bétonner) les surfaces les plus exposées aux déversements d'hydrocarbures et huiles usées ;
- Il est aussi recommander de mettre en œuvre le plan d'aménagement et de lutte anti-braconnage avec la Collaboration du service de conservation du Parc National de Campo-Man (PNCM) ;
- En vue de consolider l'impact sur la création et conservation d'emploi, il est recommandé d'assurer le recrutement de la main d'œuvre locale en particulier et des nationaux en général ;
- En vue d'assurer le développement local et l'aménagement du territoire, il est recommandé de collaborer avec HEVECAM pour l'aménagement des infrastructures de valorisation à l'intérieur de la concession ;
- L'Etat devrait Promouvoir la valorisation de la biomasse sur le plan national en définissant une politique d'utilisation du bois "en cascade" ;
- Enfin les populations quant à elles devraient fortement s'impliquées dans la préservation de la ressource biomasse en participant activement aux activités de mise en œuvre des stratégies de gestion de la biomasse à adopter.

**Mots clés :** *Biomasse, enjeux environnementaux et sociaux, agro-industrie, valorisation*

**Mémoire de Master en Environnement et Mesure de Conservation option Evaluation Environnementale et Aménagement du Territoire soutenu au CRESA Forêt-Bois le 28 Juillet 2016 en République du Cameroun.**

Un Ensemble de compétences au Service du Bassin du Congo

La formation au cœur



de la gestion durable

RÉSEAU DES INSTITUTIONS DE FORMATION FORESTIÈRE  
ET ENVIRONNEMENTALE D'AFRIQUE CENTRALE



DES MÉTIERS  
ET DES HOMMES

DES FORMATIONS ADAPTEES POUR UNE  
INSERTION SOCIOPROFESSIONNELLE REUSSIE

### Premières assises francophones de l'évaluation environnementale et sociale

*Du 2 au 5 mai 2018 à Casablanca au Royaume du Maroc*

L'IFDD, en partenariat avec le Secrétariat d'État chargé du Développement Durable du Royaume du Maroc, a organisé les 1<sup>ères</sup> Assises francophones de l'évaluation environnementale et sociale. Ces Assises ont eu lieu à Casablanca, Royaume du Maroc, du 2 au 5 mai 2018.

Les Assises ont ainsi connu la participation effective d'une cinquantaine de cadres et spécialistes, venant de 18 pays francophones: de l'Albanie, du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun, des Comores, de Djibouti, de l'Égypte, de la France, du Gabon, de la Guinée, de Madagascar, du Mali, du Maroc, de la Mauritanie, du Niger, de la République Centrafricaine, de la République tchèque, du Sénégal et du Togo. Des représentants d'institutions partenaires, telles que l'Université Senghor d'Alexandrie ou le SIFÉE, ont également pris part aux Assises.

La tenue de ces Assises s'inscrivait dans le sillage de l'élaboration du programme quadriennal 2019-2022 d'appui au renforcement des capacités en évaluation environnementale et sociale dans les pays de l'espace francophone, à travers le projet « Maîtrise des Outils de Gestion de l'Environnement pour le Développement » (MOGED) de l'IFDD. Elles avaient pour objectif de visualiser, hiérarchiser et valider les résultats et les recommandations issues des profils et dispositifs de sauvegarde environnementale et sociale dans les États et gouvernements membres de la Francophonie. Les travaux des Assises ont ainsi été alimentés par les premiers résultats de l'étude sur la cartographie, initiée au printemps 2017 et visant à constituer une base de données fiables, en

soutien au renforcement des capacités législatives, institutionnelles et humaines. Tout cela en vue de faciliter l'analyse, la prospective, la réflexion, la décision et l'action sur les questions majeures de l'évaluation environnementale et sociale.

Le rapport de synthèse des Assises met en exergue les résultats des discussions et des contributions qui accompagneront l'élaboration de la nouvelle programmation de l'OIF-IFDD sur l'évaluation environnementale et sociale.

En marge des Assises, les participants ont visité la ville verte de Bouskoura. Cette visite a été l'occasion de suivre la présentation du programme immobilier, d'échanger avec les promoteurs, de visiter la ville verte et de découvrir leur unité de gestion, de traitement et de récupération des eaux usées.

À l'issue de ces Assises, l'IFDD a retenu les activités à privilégier dans les prochaines années :

Mise en place d'un programme intégré de formation en évaluation environnementale prenant en compte les recommandations des Assises et sous la coordination pédagogique de l'Université Senghor;

Publication de 4 guides thématiques en évaluation environnementale;

Soutien à la coopération Sud-Sud en matière d'évaluation environnementale pour soutenir le partage d'expériences et de bonnes pratiques.

Pour mettre en œuvre ces actions prioritaires, une collaboration étroite avec les institutions nationales en charge de l'évaluation environnementale sera recherchée.

### Atlas francophone de l'économie de l'environnement

*Du 1<sup>er</sup> Mars au 31 décembre 2018*

Dans le cadre de sa programmation quadriennale, l'OIF, à travers l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD), met en œuvre le projet « Soutien à la maîtrise des outils de gestion de l'environnement pour le développement (MOGED) » qui vise à renforcer les capacités des pays francophones, afin qu'ils mettent en place les conditions nécessaires à une transition vers le développement durable. Mis en œuvre avec le soutien financier de la Fondation MAVA, le projet MOGED s'appuie sur trois dispositifs complémentaires :

l'analyse et la prospective, les appuis institutionnels, juridiques et réglementaires pour la protection de l'environnement; et le renforcement des capacités, la capitalisation et la diffusion des bonnes pratiques et des savoirs.

L'Institut de la Francophonie pour le développement durable, avec le soutien de la Fondation MAVA, collabore avec Dual Citizen LLC, dans le but de procéder à une évaluation approfondie de l'économie de l'environnement, couvrant tous les pays de l'espace francophone. A cette fin, Dual Citizen LLC collectera

les données relatives à la fois à l'indice de performance en économie verte, aux indicateurs en lien avec le capital naturel et les services écosystémiques, et à l'indice de performance environnementale, avec pour objectif la production de l'Atlas francophone de l'économie de l'environnement. Les données et analyses produites seront également introduites sur un espace dédié aux profils pays des outils de gestion de l'environnement.

La base de données en économie de l'environnement

enrichie par une analyse thématique des données sera éditée sous forme d'atlas et de profil pays accessibles en ligne pour soutenir le partage d'informations auprès des planificateurs et décideurs. Cet atlas est d'autant plus pertinent que les pays qui souhaitent réaliser de nouveaux objectifs de réduction des émissions et de développement durable ont besoin de données et d'informations pour identifier les meilleures voies pour une économie à faible intensité de carbone.

### **L'Organisation internationale de la Francophonie (OIF) et le Niger, ensemble dans la lutte contre la désertification et la promotion de l'économie verte dans le Sahel**

*Le 26 juillet 2018 à Niamey au Niger*

La Conférence internationale sur la Désertification et l'Économie Verte (CIDEV) s'est ouverte à Niamey ce 26 juillet, à l'initiative du Président de la République du Niger, Mahamadou Issoufou et de la Secrétaire générale de la Francophonie, Michaëlle Jean.

La Conférence réunit 17 pays du Sahel dit « climatique » : Bénin, Burkina Faso, Cap Vert, Cameroun, Côte d'Ivoire, Gambie, Guinée, Djibouti, Éthiopie, Érythrée, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sénégal, Soudan et Tchad. À ces pays se joignent des représentants du Congo, du Gabon, de la Guinée-Bissau et du Togo.

Outre les ministres de ces pays, cette Conférence rassemble des représentants d'administrations nationales, d'organisations économiques régionales et sous-régionales, des partenaires techniques et financiers bilatéraux et multilatéraux, les Secrétariats exécutifs des trois principales conventions post-Rio en matière d'environnement, des institutions de recherche, des membres du milieu associatif, le secteur privé ainsi que des jeunes et des femmes entrepreneurs évoluant dans le domaine des

économies vertes.

« Je me réjouis de la tenue de ces travaux et je salue le leadership du Président Issoufou dont le pays abrite cette importante manifestation qui saura impulser une dynamique nouvelle de lutte contre la désertification et la sécheresse dans les pays du Sahel, tout particulièrement dans ceux plus exposés aux problèmes d'insécurité et de remontée des groupes terroristes. Développement, environnement et sécurité sont plus que jamais liés dans cette partie du monde » déclare Michaëlle Jean.

Sur toutes ces questions, l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF) apporte une expertise structurante par son Institut de la Francophonie pour le développement Durable (IFDD). D'autant plus que la grande majorité des 19 États représentés appartiennent à l'espace francophone. À l'issue de la Conférence, un « Appel de Niamey » sera lancé au cours d'une réunion ministérielle avant d'être adopté par la Conférence des Chefs d'États qui se tiendra en novembre 2018 dans la capitale nigérienne.

### **Symposium régional sur l'écologisation des systèmes judiciaires en Afrique**

*du 1<sup>er</sup> au 3 août 2018 à Maputo au Mozambique*

A la suite du premier symposium de Yaoundé sur l'effectivité et l'éducation judiciaire du droit de l'environnement, l'Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (IFDD) a soutenu récemment le symposium régional sur l'écologisation des systèmes judiciaires en Afrique à Maputo au Mozambique du 1<sup>er</sup> au 3 août 2018.

Ayant réuni plus d'une centaine de participants issus de 41 pays différents parmi lesquels les présidents de

Cour suprême d'une trentaine de pays, l'ouverture du symposium a été ponctuée par neuf discours officiels. Dans son allocution, Faouzia Abdoulhalik qui représentait l'Organisation Internationale de la Francophonie (OIF) a réitéré la ferme conviction que les acteurs judiciaires ont un rôle à jouer pour veiller à l'application du droit de l'environnement par un rôle d'éducation et d'information lors des procès environnementaux.

## Nouvelles

---

Cette première session plénière a aussi été l'occasion de rappeler pour 19 pays la situation de l'enseignement du droit de l'environnement dans les écoles de magistratures respectives.

Particulièrement, la réunion du groupe Francophone s'est concentrée sur deux points majeurs :

- la présentation du manuel judiciaire du droit (<http://www.ifdd.francophonie.org/ressources/ressources-pub-desc.php?id=732>) de l'environnement en Afrique édité par l'IFDD ;
- l'adoption d'un curriculum pour les écoles de magistrature en Afrique Francophone.

Sur la base du document de travail fourni par ONU Environnement et du manuel du droit de l'environnement en Afrique, le groupe francophone a estimé que le cours pouvait être dispensé dans un volume de 30 à 40h autour de trois modules adaptables selon le contexte de chaque pays.

Le dernier jour, le 3 août a également été l'occasion d'officialiser le lancement du Réseau africain des éducateurs judiciaires sur le droit de l'environnement. Il a aussi été décidé de l'organisation du prochain symposium en 2020 au Kenya à Nairobi.

Par sa participation à ce symposium, l'IFDD confirme que l'institut est engagé plus que jamais à poursuivre son action sur l'éducation judiciaire du droit de l'environnement avec les écoles nationales de magistrature en Afrique Francophone. Un travail qui sera mené de façon progressive. Dans sa méthodologie d'intervention, cinq pays francophones seront accompagnés chaque année pour atteindre 20 écoles soutenues dans le cadre de sa programmation 2019-2022.

Pour en savoir plus, cliquez sur les liens suivants pour accéder aux documents :

Rapport de la participation du groupe francophone au Symposium régional sur l'écologisation des systèmes judiciaires en Afrique. ([https://www.ifdd.francophonie.org/docs\\_prog18/moged18/Participation-IFDD-Symposium-ecologisation-systemes-judiciaires-Afrique-Maputo.pdf](https://www.ifdd.francophonie.org/docs_prog18/moged18/Participation-IFDD-Symposium-ecologisation-systemes-judiciaires-Afrique-Maputo.pdf))

Déclaration de Maputo sur l'écologisation des systèmes judiciaires en Afrique ([https://www.ifdd.francophonie.org/docs\\_prog18/moged18/Declaration-Maputo-Ecologisation-systemes-judiciaires-Afrique.pdf](https://www.ifdd.francophonie.org/docs_prog18/moged18/Declaration-Maputo-Ecologisation-systemes-judiciaires-Afrique.pdf)).

### Deux ouvrages pour encourager l'usage du biocarburant

*Le 22 août 2018 à Yaoundé en République du Cameroun*

Un collectif de six experts en environnement et en questions climatiques conduit par le député Cyprien Awudu Mbaya a présenté le 22 août 2018 au public camerounais de Yaoundé, deux ouvrages traitant des questions environnementales et de changement climatique. Le premier est intitulé « L'état de la production du biocarburant au Cameroun » et le second « La science, l'économie et la politique du changement climatique ».

Ces ouvrages initiés grâce à l'appui de la fondation Konrad Adenauer se veulent pour les auteurs, (Wouapi, Njamshi Augustine, Joseph Amougou, Patrick Mbomba, Timothé Kagombé), des guides en

matière de production de biocarburant et d'élaboration de politiques de changements climatiques. Ils permettent également de présenter une étude sur la politique de changement climatique et la production de biocarburant au Cameroun.

Pour le représentant résident de la fondation Konrad Adenauer au Cameroun, M. Oliver Ruppel, il est question à travers ces études d'explorer les opportunités d'investissement et de création d'emplois et ainsi contribuer au développement du Cameroun. Cela passe entre autre par la création d'usines de production de biocarburant au Cameroun, un secteur ici encore embryonnaire.

## AGENDA

### Symposium international sur la biotechnologie de l'environnement et de l'ingénierie (6ISEBE)

*du 5 au 9 novembre 2018 à Ciudad Obregón (Sonora) au Mexique*

La 6<sup>ème</sup> édition du Symposium international sur la biotechnologie de l'environnement et de l'ingénierie (6ISEBE) aura lieu à Ciudad Obregón (Sonora),

Mexique, du 5 au 9 novembre 2018. Cette série d'événements a débuté à Mexico en 2004 et a été soutenue depuis par l'IRD.

## Nouvelles

---

Thèmes principaux du Symposium :

- Energies alternatives et renouvelables et bioraffineries
- Durabilité et analyse des systèmes environnementaux
- Remédiation des sols et des sédiments
- Remédiation des eaux souterraines et aquifères
- Matériaux verts et biomatériaux
- Gestion et traitement des déchets solides et dangereux
- Ecologie microbienne
- Application de la biologie moléculaire face aux problèmes environnementaux
- Traitements des eaux usées
- Evaluation des risques et impacts environnementaux
- Contrôle et modélisation des processus environnementaux
- Chimie environnementale
- Education environnementale
- Ingénierie environnementale
- Nanotechnologie environnementale
- Toxicologie environnementale
- Changement climatique
- Santé de l'environnement

### **Journée internationale des GIS (systèmes d'information géographiques)**

*Le 18 novembre 2018*

Cette journée vise à sensibiliser le grand public et de nombreuses manifestations sont organisées. Son but est de promouvoir l'utilisation des SIG et démontrer que les données géographiques ont un impact certain sur le monde qui nous entoure. La géographie n'évoque pas seulement quelques cartes entraperçues pendant les cours d'histoire-géo. Les données recueillies par les géographes entrent en ligne de compte dans de très nombreuses analyses et cela dans

de nombreux domaines: climatologie, géo-politique, économie, sciences humaines, météo bien entendu et - à l'heure où la notion de réchauffement climatique évoque des faits concrets pour tout un chacun - on se remémorera avec intérêt les géographes lanceurs d'alertes qui annonçaient ledit bouleversement il y plusieurs décennies...

Un site à visiter : [www.gisday.com](http://www.gisday.com)

### **Journée mondiale des sols**

*Le 5 décembre 2018*

la journée a été promulguée par l'Union Internationale de la Science du Sol (IUSS) lors de son 17<sup>ème</sup> congrès mondial qui se tenait précisément à Bangkok en août 2002. Elle vise principalement à rappeler l'importance des sols dans l'alimentation de la population mondiale et mettre en évidence d'autres fonctions, hydrologiques, protection de la biodiversité, ou en rapport avec le stockage du carbone.

Ils sont le siège des grands cycles de la matière et de l'énergie entre l'atmosphère, les eaux souterraines et la couche végétale

La Journée mondiale des sols est célébrée chaque année le 5 décembre afin d'attirer l'attention sur l'importance d'un sol en bonne santé et préconiser la gestion durable des ressources en sol [A/RES/68/232].

En 2017, le thème retenu était: « Prendre soin de la planète commence par les sols ».

La Journée mondiale des sols (#WorldSoilDay) et sa campagne ont pour objectifs :

- de sensibiliser la population à l'importance de soutenir les écosystèmes sains et le bien-être humain en abordant les défis croissants liés à la gestion des sols et
- d'accroître la visibilité du thème des sols en encourageant les gouvernements, les organisations, les communautés et les individus du monde entier à s'engager activement pour améliorer la santé des sols.

Un site à visiter : [www.lajourneemondialedelessols.org](http://www.lajourneemondialedelessols.org)

*Sources : Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC / [www.pfbc-cbfp.org](http://www.pfbc-cbfp.org))*

*Système d'Information Francophone pour le Développement Durable (Médiateur / [www.mediateur.org](http://www.mediateur.org))*

### Living territories to transform the world

**Authors : Patrick Caron, Elodie Valette, Tom Wassenaar, Geo Coppens d'Eeckenbrugge, Vatché Papi-  
zian ; ISBN : 978-2-7592-2732-7 ; Référence : 02611EPB**

*Editor : Quae ; Co-éditeur : AFD, Cirad ; Published : 03/07/2017 ; Nb of pages : 274*

What resources underpin the development of a territory? What does territorial management of resources mean? What specific characteristics and opportunities does territorial organization offer for agricultural production, regulation of sectors, and services? How are territorial public policies conceived and applied? But also, what are the limits of the territorial approach? How does a territorial approach refashion the frameworks of intervention for development? How do we implement and reinvent mechanisms to provide support, build skills, and promote production and good governance? How do we mobilize information systems, apprehend territorial

dynamics, and encourage decentralized planning?

Using a wide diversity of case studies, the book explores how actors, scales and scopes of intervention interact in the development of rural spaces in the countries of the Global South, both at the local level and in the global perspective of the objectives of sustainable development.

The book brings together the experiences and views of more than 150 researchers and experts from CIRAD, AFD and their partners. It is aimed at researchers, engineers, professionals in the countries of the Global South, as well as students and the wider public.

### Environnement et Sociétés rurales en mutation - Approches alternatives

**Auteurs : Michel Picouet, Mongi Sghaier, Didier Genin, Ali Abaab, Henri Guillaume et Mohamed Eloumi  
ISBN : 9782709915472 ISBN électronique : 9782709917964 DOI : 10.4000/books.irdeditions.1076**

*Editeur : IRD Éditions, Collection : Latitudes ; Année d'édition : 2004 ; Nombre de pages : 392 p.*

Les interactions entre sociétés humaines et environnement constituent un défi majeur pour l'avenir de la planète. Les conférences internationales (Rio, Kyoto, Johannesburg, etc.) montrent toute l'ambiguïté et tous les enjeux économiques et politiques nationaux qui s'y expriment. Dans ce contexte hautement politique, comment créer des convergences qui répondent aux besoins des populations et à une gestion environnementale appropriée ? C'est bien là toute la difficulté du développement durable. L'une des réponses qu'apporte ce livre passe par la nécessité de renouveler en profondeur les problématiques scientifiques et par l'importance de développer des études au niveau local ; car c'est là où se trouvent

confrontées les stratégies des sociétés et les réponses qu'elles apportent aux multiples contraintes auxquelles elles ont à faire face.

Connaître et faire connaître, dans les processus de prise de décision, les capacités d'adaptation et d'innovation des sociétés locales, cerner de nouveaux modes de régulation pour l'usage des ressources naturelles, proposer des stratégies alternatives de développement durable : tels sont les enjeux fondamentaux des études développées dans ce livre, à partir d'exemples contrastés pris dans la zone bioclimatique méditerranéenne.

### L'étonnante intelligence des oiseaux

**Auteur : Nathan Emery ; ISBN : 978-2-7592-2710-5**

*Editeur : Quae ; Parution : 02/11/2017 ; Nb de pages : 192*

« Tête de linotte ! », « cervelle de piaf ! »... Les humains abusent de noms d'oiseaux et se moquent au passage de leur prétendue bêtise. Mais savons-nous réellement de quoi nous parlons ? De la corneille japonaise qui casse ses noix en utilisant les feux de circulation, de la fauvette à tête noire qui fait la liaison pôle Nord / pôle Sud, du geai buissonnier qui sait évaluer « la date

» de péremption des aliments cachés ou de la pie qui imite à la perfection la sonnerie du téléphone ?... Les exemples abondent, amusent, intriguent, et toujours remettent en question nos clichés.

Faisant la synthèse des recherches les plus incontournables et les plus prometteuses, l'auteur nous guide avec clarté dans les méandres du cerveau

## Suggestions de Lecture

---

aviaire. Il élargit la notion d'intelligence à d'autres espèces que les primates, ce qui permet de porter un regard différent sur les mécanismes de l'intelligence en général, la nôtre en particulier.

Au terme de ce voyage, le lecteur ne regardera

probablement plus seulement les oiseaux pour la beauté de leur plumage et la grâce de leur vol, mais aussi pour leurs exceptionnelles facultés d'adaptation, d'orientation, de communication, et même de créativité !

### **Petit précis de mondialisation - Tome 4, Géopolitique du moustique**

**Auteur : Erik Orsenna ; ISBN : 978-2-213-70134-9 EAN : 9782213701349**

*Editeur : Fayard ; Date de parution : 29/03/2017 ; Nb. de pages : 278 pages*

“Les moustiques viennent de la nuit des temps (250 millions d'années), mais ils ne s'attardent pas (durée de vie moyenne : 30 jours). Nombreux (3 564 espèces), volontiers dangereux (plus de 700 000 morts humaines chaque année), ils sont répandus sur les cinq continents (Groenland inclus). Quand ils vrombissent à nos oreilles, c'est une histoire qu'ils nous racontent : leur point de vue sur la mondialisation.

Une histoire de frontières abolies, de mutations permanentes, de luttes pour survivre, de santé planétaire, mais aussi celle des pouvoirs humains (vertigineux) qu'offrent les manipulations génétiques. Allons-nous devenir des apprentis sorciers ? Toutefois,

ne nous y trompons pas, c'est d'abord l'histoire d'un couple à trois : le moustique, le parasite et sa proie (nous, les vertébrés). Après le coton, l'eau et le papier, je vous emmène faire un nouveau voyage pour tenter de mieux comprendre notre terre.

Guyane, Cambodge, Pékin, Sénégal, Brésil, sans oublier la mythique forêt Zika (Ouganda) : Je vous promets des surprises et des fièvres !”, Erik Orsenna. “Pour un tel périple dans le savoir, il me fallait une alliée. Personne ne pouvait mieux jouer ce rôle que le docteur Isabelle de Saint Aubin, élevée sur la rive du fleuve Ogooué, au coeur d'un des plus piquants royaumes du moustique”.

### **Recyclage de déchets organiques en agriculture - Effets agronomiques et environnementaux de leur épandage**

**Auteurs : Sabine Houot, Marie-Noëlle Pons, Marilyns Pradel, Anaïs Tibi ; ISBN : 978-2-7592-2509-5**

*Editeur : Quae ; Parution : 13/10/2016 ; Nb de pages : 200*

La fertilisation organique des cultures et des prairies est historiquement basée sur l'épandage des déjections animales. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les engrais minéraux sont venus compléter voire supplanter cette pratique. Plus récent, l'emploi en agriculture de matières provenant de diverses filières de traitement des déchets domestiques et industriels (eaux usées, ordures ménagères, effluents industriels...) répond à des enjeux forts tels que l'amélioration du recyclage des déchets, le renchérissement des coûts de l'énergie nécessaire à la fabrication des engrais minéraux de synthèse, la raréfaction des ressources minières (notamment le phosphore) et la dégradation des taux de matière organique des sols.

Cette ressource en matières fertilisantes d'origine résiduaire (Mafor) contient des éléments nutritifs en mesure de se substituer au moins en partie aux engrais minéraux de synthèse, mais son épandage

ne peut être envisagé que si les risques associés sont acceptables pour l'environnement et pour l'homme.

Synthèse d'une expertise scientifique collective réalisée à la demande des ministères en charge de l'Écologie et de l'Agriculture, cet ouvrage présente un panorama des ressources et de l'usage des Mafor en contexte français, et donne des clefs pour instruire la question de leur substitution aux engrais minéraux. Il fait le point sur les impacts agronomiques, environnementaux et socio-économiques de leur épandage et met en évidence la difficulté à réaliser un bilan quantitatif des avantages et des inconvénients du recours à ces matières.

Associant sciences biologiques et sciences sociales, cet ouvrage intéressera les chercheurs, étudiants ou professionnels des filières de valorisation de ces matières, mais s'adresse également aux gestionnaires et aux décideurs.

## Suggestions de Lecture

---

### **Les arbres, entre visible et invisible - S'étonner, comprendre, agir**

**Auteur : Ernst Zürcher ; ISBN : 978-2-330-06594-2 ; EAN : 9782330065942**

Editeur : Actes Sud ; Date de parution : 07/09/2016 ; Nb. de pages : 283 pages

Arbres et forêts sont aujourd'hui menacés, alors qu'ils pourraient devenir nos meilleurs alliés. Un nouveau regard sur la nature, selon une démarche scientifique, permet de lever le voile des apparences et de révéler des particularités insoupçonnées des arbres. Des savoirs traditionnels apparaissent alors parfois biologiquement visionnaires - tandis que, par ailleurs, la science découvre des phénomènes dont même la tradition n'avait pas idée.

Ce livre brosse un panorama dans lequel le visible et l'invisible s'entrecroisent. Il y est question des peuples de l'arbre, du secret de la longévité des arbres, du nombre d'or, d'eau "nouvelle", de marées dans les fûts et de pouls cosmique des bourgeons, de messages subtils des arbres, aujourd'hui mesurables, tels les signes avant-coureurs de tremblements de terre, et de

bien d'autres choses encore : qu'est-ce que le "bois de lune" ? Que nous révèle un "électrodendrogramme" ? Comment une maison en bois, un feu de bois ou tout simplement l'air de la forêt agissent-ils sur notre santé ? Pourquoi les arbres et les forêts ont-ils été des sources de fertilité pour l'agriculture et comment peuvent-ils le redevenir - et par là même agir contre l'effet de serre ? Sous de multiples aspects, les arbres peuvent nous enrichir et nous inspirer, pour autant que nous les intégrions dans nos actions.

Très concrètement, ils constituent un moyen non seulement d'atténuation, mais aussi de résolution de la catastrophe climatique en cours. Et, bien plus que nous ne l'imaginons, ils peuvent aider à régénérer les hommes et à faire reverdir la Terre.

### **Mémento de planctologie marine**

**Auteur : Jean d'Elbée ; ISBN : 978-2-7592-2413-5**

Editeur : Quae ; Parution : 13/10/2016 ; Nb de pages : 528

L'inquiétude entretenue par les conséquences du réchauffement climatique et de l'acidification des océans a placé les organismes planctoniques au cœur de l'actualité. Flottant et dérivant dans un milieu qui couvre les trois quarts de la surface de notre planète, ils sont considérés comme des sentinelles particulièrement réactives aux perturbations actuelles et à venir de l'océan mondial. Toutes les activités halieutiques déployées par l'homme pour assurer ses besoins alimentaires reposent sur leur formidable capacité et rapidité à produire de la biomasse marine.

Afin de répondre à cette actualité et à une demande d'information croissante sur le sujet, cet ouvrage, sans équivalent dans l'édition française, présente l'écosystème planctonique marin dans son ensemble. En treize chapitres, il propose un large panorama de thématiques où sont abordés successivement le

fonctionnement du milieu pélagique, les méthodes d'études du plancton, la biologie, la biodiversité et l'écologie des organismes planctoniques, et les nombreuses interférences des facteurs sociétaux générées par les activités humaines sur le plancton marin. Les processus physico-chimiques ou biologiques sont étayés par des exemples concrets chiffrés. Une abondante iconographie accompagne le texte et en facilite la compréhension.

Ce livre se veut à la fois un ouvrage d'initiation accessible à tous, les amoureux de l'océan et ceux intéressés par l'écologie marine ou engagés dans sa préservation. C'est également un document de référence s'adressant à un public averti soucieux d'une meilleure compréhension du fonctionnement de l'écosystème planctonique.

### **Tout peut changer - Capitalisme & changement climatique**

**Auteur : Naomi Klein ; ISBN : 978-2-330-07039-7 EAN : 9782330070397**

Editeur : Babel ; Date de parution : 12/10/2016 ; Nb. de pages : 883 pages

Oubliez tout ce que vous croyez savoir sur le réchauffement climatique. La "vérité qui dérange" ne

tient pas aux gaz à effet de serre, la voici : notre modèle économique est en guerre contre la vie sur Terre. Au-delà

## Suggestions de Lecture

---

de la crise écologique, c'est bien une crise existentielle qui est en jeu - celle d'une humanité défendant à corps perdu un mode de vie capitaliste et libéral qui la mène à sa perte. Pourtant, prise à rebours, cette crise pourrait bien ouvrir la voie à une transformation sociale radicale susceptible de faire advenir un monde non seulement habitable, mais aussi plus juste.

Le changement climatique est un appel au réveil civilisationnel, un puissant message livré dans la langue des incendies, des inondations, des tempêtes et des sécheresses. Nous n'avons plus beaucoup de temps devant nous. L'alternative est simple : changer... ou disparaître.

### **Insectes et acariens des cultures maraîchères en milieu tropical humide**

**Auteurs : Philippe Ryckewaert, Béatrice Rhino ; ISBN : 978-2-7592-2570-5**

*Editeur : Quae ; Parution : 09/02/2017 ; Nb de pages : 152*

Les insectes et les acariens constituent des ravageurs importants des cultures maraîchères dans toutes les régions tropicales du monde, dont les îles de l'Outre-mer français et les territoires proches. L'épandage d'insecticides et d'acaricides n'a résolu que temporairement les problèmes rencontrés et aujourd'hui, les méthodes de protection agro-écologique des cultures sont recommandées. Elles mettent en œuvre la prophylaxie, la lutte physique, la lutte biotechnique et la lutte biologique.

La reconnaissance des différents ravageurs et des « utiles » est la première étape de la lutte biologique. Cet ouvrage s'efforce de faciliter cette tâche, en décrivant les principaux groupes d'arthropodes en 22 fiches : d'une part, les ravageurs, d'autre part, les ennemis naturels, prédateurs et parasitoïdes. La

bio-écologie de ces groupes et les moyens existants pour contrôler les ravageurs sont détaillés avec de nombreuses photos à l'appui.

L'objectif de cet ouvrage est également de comprendre le développement des ravageurs et des « utiles » dans les cultures et de mieux gérer les moyens limitant leurs populations. Cela permettra de mettre en œuvre la lutte biologique, via des prédateurs et des parasitoïdes, et des pratiques agro-écologiques, comme l'utilisation de plantes de service, qui augmentent la diversité biologique et participent à la régulation des populations des ravageurs des agrosystèmes. Cet ouvrage facile à aborder est destiné aux professionnels du maraîchage, particulièrement en zone tropicale, et aux conseillers et techniciens des pratiques agro-écologiques.

### **L'économie symbiotique - Régénérer la planète, l'économie et la société**

**Auteur : Isabelle Delannoy ; ISBN : 978-2-330-08021-1 ; EAN : 9782330080211**

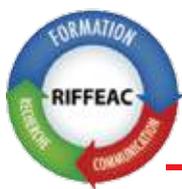
*Editeur : Actes Sud ; Date de parution : 04/10/2017 ; Nb. de pages : 337 pages*

Ce livre porte une extraordinaire ambition. Celle de proposer une théorie économique radicalement nouvelle : l'économie symbiotique, capable de faire vivre en harmonie les êtres humains et les écosystèmes. Pour la première fois, Isabelle Delannoy propose une synthèse entre de nombreuses techniques et recherches mises en lumière ces dernières années : permaculture, économie circulaire, économie de la fonctionnalité, du partage - pair à pair -, économie sociale et solidaire, monnaies complémentaires...

En associant les bénéfices de chacune d'entre elles et en en trouvant le principe commun, elle parvient à des résultats époustouflants. Dans de nombreux domaines nous pourrions réduire de plus de 90% notre utilisation de matière tout en redéveloppant les

capacités productives des territoires. Nous pourrions remplacer l'utilisation du métal et des minerais par celle de plantes et éviter ainsi d'envoyer des êtres humains au fond des mines. Nous pourrions créer des cités autonomes en eau, en énergie, en nourriture fraîche, mêlant immeubles-forêts et jardins filtrants, cités numériques et jardins d'hiver, autoroutes à vélo et véhicules autoconstruits, agriculture, fablabs et manufactures locales. L'économie symbiotique s'appuie sur la symbiose entre l'intelligence humaine, la puissance des écosystèmes naturels et la technosphère (les outils).

En trouvant le juste équilibre entre les trois, il est possible de produire sans épuiser les ressources, mais en les régénérant.



## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### Généralités

Le Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale de l'Afrique Centrale (RIFFEAC) a lancé la *Revue Scientifique et Technique «Forêt et Environnement du Bassin du Congo»* afin de contrer le manque d'outil de communication sur le développement forestier durable du Bassin du Congo.

Le but premier de cette revue semestrielle est de donner un outil de communication unique et rassembleur des intervenants du secteur forestier du grand Bassin du Congo. Elle permet tant aux chercheurs qu'aux professionnels du monde forestier de présenter les résultats de leurs travaux et expertises dans tous les aspects et phénomènes que recèle la forêt et les enjeux de son utilisation. Elle se veut aussi un organe de diffusion de l'information sur les avancées scientifiques et techniques, le développement des connaissances, et les grandes activités de recherche réalisées dans le Bassin du Congo. Par ailleurs, elle consacre un espace pour annoncer et rapporter les grands événements et les actions remarquables touchant toutes les forêts tropicales du monde. Les éditoriaux seront l'occasion d'énoncer des principes de mise en valeur des ressources. De façon générale, la revue permet de mettre en relation les divers niveaux d'intervention pour :

- Diffuser les nouvelles connaissances scientifiques et techniques acquises dans le bassin du Congo.
- Dynamiser la recherche et le développement dans la sous-région.
- Faire connaître les projets de développement et de recherche en cours dans les diverses régions forestières du Bassin du Congo;
- Favoriser le transfert d'information entre les divers chercheurs et intervenants;
- Faire connaître les expertises développées dans la sous-région;
- Informer sur les avancées scientifiques et techniques dans le domaine forestier tropical au niveau global.

### Types d'articles

*Pour faciliter la révision et relecture de votre projet d'article, bien vouloir dans un premier temps nous communiquer 3 noms et contacts des experts internationalement reconnus dans votre domaine de recherche, et ensuite préciser au début du document, le numéro d'ordre et l'intitulé du thème auquel appartient votre article parmi les 20 thèmes suivants :*

- (1) Agroforesterie;
- (2) Agro-écologie;
- (3) Aménagement forestier;
- (4) Biologie de la conservation;
- (5) Biotechnologie forestière;
- (6) Changement climatique;
- (7) Droit forestier;
- (8) Écologie forestière;
- (9) Économie forestière;
- (10) Économie environnementale;
- (11) Foresterie communautaire et autochtone;
- (12) Génétique et génomique forestières;
- (13) Hydrologie forestière;
- (14) Pathologie et entomologie forestières;
- (15) Pédologie et fertilité des sols tropicaux;
- (16) Modélisation des phénomènes environnementaux;
- (17) Science et technologie du bois;
- (18) Sylviculture;
- (19) Faune et Aires protégées;
- (20) Pisciculture et pêche.

### Éditorial

Des articles d'intérêt général à saveur éditoriale qui décrivent une position face à un enjeu précis de la sous-région ou qui présentent un point de vue dans des domaines connexes. Les textes doivent être succincts. Les praticiens, étudiants, chercheurs et professeurs de la sous-région du Bassin du Congo seront priorités dans le choix de l'éditorial de chaque numéro. Maximum 500 mots par texte.

### Articles scientifiques (estampillés Article Scientifique)

Des articles scientifiques révisés par les pairs en lien avec les domaines de recherche couverts par la revue ou des résumés détaillés de thèse de doctorat ou de maîtrise. Il peut s'agir de l'état des résultats de recherches ou d'une revue de la littérature analytique sur un sujet scientifique ou technique. Les articles scientifiques sont originaux et n'ont pas été publiés précédemment.

## Directives aux Auteurs

---

*Notes techniques et Rapport d'Étape (estampillés respectivement : Note Technique et Rapport d'Étape) (Ne sont pas considérés comme des articles scientifiques (Ne sont pas considérés comme des articles scientifiques, innovations techniques ou technologique)*

Des notes techniques sont de courts textes qui font état des résultats de recherche synthétisés et vulgarisés ou encore une synthèse de revue de littérature voire un transfert de technologies ou de connaissances/compétences. Ces manuscrits sont révisés par les pairs et ne constituent pas une publication préliminaire ou un rapport d'étape.

### Explications portant sur les publications antérieures

Les articles publiés dans la Revue Scientifique et Technique «*Forêt et Environnement du Bassin du Congo*» ne peuvent plus faire objet de toute autre publication.

La *Revue Scientifique et Technique du Bassin du Congo* considère qu'un article ne peut être publié si tout ou la majeure partie de l'article :

- a déjà été publié dans une autre revue ;
- est à l'étude dans le but d'être publié ou est publié dans une revue ou sous forme d'un chapitre d'un livre;
- est à l'étude dans le but d'être reproduit dans une publication et publié suite à une conférence;
- a été affiché sur Internet et accessible à tous.

L'édition de la Revue scientifique et technique demande de ne pas lui soumettre un tel texte sous peine d'en voir l'auteur ou les auteurs disqualifiés pour leurs publications futures.

### Dépôt de manuscrits scientifiques et techniques

Une présentation doit accompagner la version **MICROSOFT WORD** du texte avec les informations suivantes sur l'article et sur les auteurs :

- Le texte constitue un travail original et n'est pas à l'étude pour publication, en totalité ou en partie, dans une autre revue ;
- Tous les auteurs ont lu et approuvé le texte;
- Les noms, adresses, numéros de téléphones et de télécopieurs ainsi que les adresses électroniques des auteurs;
- l'engagement sur l'honneur des auteurs, stipulant que le texte n'a pas été entièrement ou partiellement objet d'une publication sous quelque forme que ce soit et ne le sera pas s'il est publié dans la Revue.

### Structure de l'article

Les sections suivantes devraient être présentées dans le manuscrit, dans cet ordre :

- Résumé (avec mots clés)
- Abstract (with keywords)
- 1. Introduction
- 2. Matériel et Méthodes (Material and Methods)
- 3. Résultats (Results)
- 4. Discussion
- 5. Conclusion
- Remerciements (facultatif)
- Bibliographie (References)

### Subdivisions

Le manuscrit doit être divisé en sections clairement définies et numérotées (ex. : 1.1 (puis 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc.). Le résumé n'est pas inclus dans la numérotation des sections. Utilisez cette numérotation pour les renvois interne dans le manuscrit.

**IMPORTANT** : Après soumission, acceptation et traitement, une Épreuve (PROOF) de votre projet vous sera alors soumise pour les dernières corrections et fautes éventuelles avant la mise sous presse du journal dans lequel votre article paraîtra. Vous disposerez de 5 (cinq) jours pour nous renvoyer l'Épreuve (PROOF) corrigée. Votre projet de publication ne doit pas dépasser 15 pages sous **MICROSOFT WORD** interligne 1,5 et police Times New Roman, taille 12 pts.

Voici le contenu attendu pour chacune des sections ci-haut mentionnées :

### Résumé

Le résumé est une section autonome qui décrit la problématique et rapporte sommairement l'essentiel de la méthodologie et des résultats de la recherche. Il doit mettre l'emphase sur les résultats et les conclusions et indiquer brièvement la portée de l'étude (avancées des connaissances, applications potentielles, etc.). Le résumé est une section hautement importante du manuscrit puisque c'est à cet endroit que le lecteur décidera s'il lira le reste de l'article ou pas. Les abréviations doivent être évitées dans cette section. À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que le résumé est efficient?
- Est-ce qu'il présente seulement des éléments qui ont été abordés dans le texte?
- Est-ce que la portée de l'étude est bien précisée.

## Directives aux Auteurs

---

### *Introduction*

L'introduction devrait résumer les recherches pertinentes pour fournir un contexte et expliquer, s'il y a lieu, si les résultats de ces recherches sont contestés. Les auteurs doivent fournir une revue concise de la problématique, tout en évitant de produire une revue trop détaillée de la littérature ou un résumé exhaustif des résultats des recherches citées. Les objectifs du travail y sont énoncés, suivis des hypothèses et de la conception expérimentale générale ou une méthode.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que l'introduction relie le manuscrit à la problématique traitée ?
- Est-ce que l'objectif est clairement expliqué ?
- Est-ce que le propos véhiculé se limite à l'objectif et à la portée de l'étude ?

### *Matériel et Méthodes (Material and Methods)*

L'auteur précise ici comment les données ont été recueillies et comment les analyses ont été conduites (analyses de laboratoire, tests statistiques, types d'analyses statistiques). La méthode doit être concise et fournir suffisamment des détails pour permettre de reproduire la recherche. Les méthodes déjà publiées doivent être indiquées par une référence (dans ce cas, seules des modifications pertinentes devraient être décrites).

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que la méthode décrite est appropriée pour répondre à la question posée? Est-ce que l'échantillonnage est approprié?
- Est-ce que l'équipement et le matériel ont été suffisamment décrits? Est-ce que l'article décrit clairement le type de données enregistrées et le type de mesure?
- Y a-t-il suffisamment d'information pour permettre de reproduire la recherche?
- Est-ce que le détail de la méthode permet de comprendre la conception de l'étude et de juger de la validité des résultats?

### *Résultats*

Les résultats doivent être clairs et concis et mettre en évidence certains résultats rapportés dans les tableaux. Il faut éviter les redites de données dans

le texte, les figures et les tableaux. Le texte doit plutôt servir à guider le lecteur vers les faits saillants qui ressortent des résultats. Ces derniers doivent être clairement établis et dans un ordre logique. L'interprétation des résultats ne devraient pas être incluse dans cette section (propos rapportés dans la discussion). Aussi, il peut être avantageux à l'occasion de présenter certains résultats en annexe, pour présenter certains résultats complémentaires.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que les analyses appropriées ont été effectuées?
- Est-ce que les analyses statistiques ont été correctement réalisées? Est-ce que les résultats sont rapportés correctement?
- Les résultats répondent-ils aux questions et aux hypothèses posées ?

### *Discussion*

Cette section explore la signification des résultats des travaux, sans toutefois les répéter. Chaque paragraphe devrait débiter par l'idée principale de ce dernier. Il faut éviter ici de citer outrageusement la littérature publiée et/ou d'ouvrir des discussions trop approfondies. Les auteurs doivent identifier les lacunes de la méthode, s'il y a lieu.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Les éléments apportés dans cette section sont-ils appuyés par les résultats de l'étude et semblent-ils raisonnables?
- Est-ce que la discussion explique clairement comment les résultats se rapportent aux hypothèses de recherche de l'étude et aux recherches antérieures? Est-ce qu'ils supportent les hypothèses ou contredisent les théories précédentes?
- Est-ce qu'il y a des lacunes dans la méthodologie? Si oui, a-t-on suggéré une solution ?
- Est-ce que l'ensemble de la discussion est pertinente et cohérente?
- La spéculation est-elle limitée à ce qui est raisonnable?

### *Conclusion*

Les principales conclusions de l'étude peuvent être présentées dans une courte section nommée « Conclusion ».

## Directives aux Auteurs

---

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- La recherche répond-elle à la problématique et aux objectifs du projet?
- Est-ce que la conclusion explique comment la recherche contribue à l'avancement des connaissances scientifiques ?
- Y a-t-il une ouverture pour les applications, les nouvelles recherches ou des recommandations pour l'application? (*si applicable*)

### Remerciements

Les auteurs remercient ici les organismes subventionnaires et les personnes qui ont apporté leur aide lors de la recherche (par exemple, fournir une aide linguistique, aide à la rédaction ou à la relecture de l'article, etc.).

### Bibliographie

La liste bibliographique de l'ensemble des ouvrages cités dans le texte, doit être présentée en ordre alphabétique en commençant par le nom de l'auteur, la date de publication, le titre de l'article, le titre du support de publication ou du journal, le numéro de la parution, et La pagination.

Robitaille, L. (1977). Recherches sur les feuillus nordiques à la station forestière du Duchesnay. *For. Chron.*57, 201-203.

Pour plusieurs auteurs, ils doivent être cités de la façon suivante :

Keller, T. E., Cusick, G. R. and Courtney, M. E. (2007). Approaching the transition to adulthood: Distinctive profiles of adolescents aging out of the child welfare system. *Social Services Review*, 81, 453-484.

Dans le corps du texte, on met : (Robitaille, 1977).

Quelques exceptions s'appliquent :

- Deux ou plusieurs articles rédigés par le ou les mêmes auteurs sont présentés par ordre chronologique; deux ou plusieurs articles rédigés la même année sont identifiés par les lettres a, b, c, etc.;
- Tous les travaux publiés cités dans le texte doivent être identifiés dans la bibliographie;
- Toutes les bibliographies citées doivent être notées dans le texte;
- Le matériel non disponible en bibliothèque ou non publié (p. ex. communication personnelle, données

privilegiées) doivent être cités dans le texte entre parenthèses;

- Les références à des livres doivent inclure, dans cet ordre, le ou les auteurs, l'année, titre, maison d'édition, ville, nombre de pages (p.);
- Les références à des chapitres tirés de livres doivent inclure, dans cet ordre, le ou les auteurs, le titre du chapitre, in éditeur(s), titre du livre, pages (pp.), maison d'édition et ville;
- Les articles, les actes de colloques, etc., suivent un format similaire de référence au chapitre d'un livre;

Quelques points spécifiques à surveiller :

- Utilisez le caractère numérique 1 (et non le « l » minuscule) pour imprimer le chiffre un;
- Utilisez le caractère numérique 0 (et non le « O » majuscule) pour le zéro;
- N'insérez pas de double espace après un point;
- Identifiez tous les caractères spéciaux utilisés dans le document.
- Utilisez les caractères arabes pour la numérotation des tableaux, figures, histogrammes, photos, cartes, etc. Ex. figure 11, tableau 7.

### Les illustrations

La qualité des images imprimées dans la revue dépend de la qualité des images reçues. Nous acceptons les formats .TIF, .JPG, JPEG, BITMAP.

Les photographies doivent être de haute résolution, au moins 300 dpi. Toutes les copies des illustrations doivent être identifiées au moyen du nom de l'auteur principal et du numéro de l'illustration.

### Les résumés

Il est obligatoire de remettre un résumé pour tous les articles et notes. Les résumés sont répertoriés et catalogués par plusieurs agences et permettent une plus grande visibilité de l'article et des auteurs. Les mots clés, jusqu'à un maximum de 12 mots ou expressions, doivent être produits pour tous les articles et jouent un rôle déterminant dans les recherches par mots clés.

Les résumés donnent en abrégé le contenu de l'article en utilisant entre 150 et 300 mots.

### Divers

La *Revue scientifique et technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* est toujours à la

## Directives aux Auteurs

---

recherche de photographies en couleur rattachées à ses domaines connexes d'intérêt pour utilisation potentielle sur sa page couverture des prochains numéros.

### Processus de soumission

Les correspondances éditoriales et d'informations d'intérêt général, de même que les manuscrits doivent être acheminées à :

- **M. Kachaka Kaiko Sudi Claude**
- **Rédacteur en chef et Coordonnateur Régional du RIFFEAC**
- **Adresse e-mail : [redaction@riffec.org](mailto:redaction@riffec.org)**

Le numéro de téléphone et l'adresse électronique de l'auteur principal doivent être indiqués sur toutes les correspondances effectuées avec le RIFFEAC.

### Permission de reproduire

Dans tous les cas où le manuscrit comprend du matériel (par ex., des tableaux, des figures, des graphiques) qui sont protégés par un copyright, l'auteur est dans l'obligation d'obtenir la permission du détenteur du copyright pour reproduire le matériel sous forme papier et électronique. Ces accords doivent accompagner le manuscrit proposé.

### Droit d'auteur

La propriété intellectuelle et les droits d'auteurs sur le contenu original de tous les articles demeurent la propriété de leurs auteurs.

Ceux-ci cèdent, en contrepartie de la publication dans la revue, une licence exclusive de première publication donnant droit à la revue de produire et diffuser, en toutes langues, pour tous pays, regroupé à d'autres articles ou individuellement et sur tous médias connus ou à venir (dont, mais sans s'y limiter, l'impression ou la photocopie sur support physique avec ou sans reliure, reproduction analogique ou numérique sur bande magnétique, microfiche, disque optique, hébergement sur unités de stockage d'ordinateurs liés ou non à un réseau dont Internet, référence et indexation dans des banques de données, dans des moteurs de recherche, catalogues électroniques et sites Web).

Les auteurs gardent les droits d'utilisation dans leurs travaux ultérieurs, de production et diffusion à l'intérieur de leurs équipes de travail, dans les bibliothèques, centres de documentation et sites Web

de leur institution ou organisation ; ainsi que pour des conférences incluant la distribution de notes, d'extraits ou de versions complètes. La référence de première publication doit être donnée et préciser le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, mention de la revue, la date et le lieu de publication.

Toute autre reproduction complète ou partielle doit être préalablement autorisée par la revue, autorisation qui ne sera pas indûment refusée. Référence doit être donnée quant au titre de l'article, le ou les auteurs, la revue, la date et le lieu de publication. La revue se réserve le droit d'imposer des droits de reproduction.

### Avant de soumettre – « Check list »

La liste ci-dessous permet de valider si l'ensemble des éléments des Directives aux auteurs ont été prises en compte avant la soumission du manuscrit à la rédaction. Il s'agit d'une liste sommaire, veuillez-vous référer aux Directives aux auteurs pour tous les détails.

Veuillez-vous assurer que l'ensemble des éléments ci-dessous sont présents dans le manuscrit :

Pour l'auteur principal désigné comme personne contact :

- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

Tous les fichiers ont été soumis électroniquement et contiennent :

- Les mots-clés;
- Les figures;
- Les tableaux (incluant les titres, la description et les notes de bas de page).

Autres considérations

- Les sections sont correctement numérotées;
- La grammaire et l'orthographe des manuscrits ont été validées;
- Le format et l'ordre de présentation des références sont conformes aux Directives aux auteurs;
- Toutes les références mentionnées dans le texte sont listées dans la section « Bibliographie » et vice-versa;
- Le copyright a été obtenu pour l'utilisation de matériel sous le copyright en provenance d'autres sources (incluant le web).

## AUTHORS GUIDELINES

### General matters

The Network of Environmental and Forestry Training Institutions of Central Africa (RIFFEAC), Technical Partner of the Central Africa Forests Commission (COMIFAC), has launched a scientific and technical magazine called “*Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*”, aiming at curbing the lack of communication tools on the sustainable forest development of the Congo Basin.

The first goal of this half-yearly magazine is to give a unique and gathering tool of communication as far as actors in the forest sector of the Grand Congo Basin are concerned. It gives opportunity to researchers and professionals of the forest sector to present the results of their works and expertise in all the aspects and phenomena which lie hidden in the forest along with the stakes of its use. This magazine also stands as a unique broadcasting tool of news concerning constant technical and scientific improvements, knowledge development, and significant activities realized in the Congo Basin. Furthermore, it gives room for announcing and broadcasting big events and remarkable action in link with the world tropical forests. Editorials will give the opportunity to state the principles of valorizing resources. Generally speaking, the magazine allows one to put in relationship several levels of intervention in order to:

- Broadcast new scientific and technical knowledge acquired in the Congo Basin,
- Boost Research and Development in the sub-region,
- Disseminate Research and Development Projects going on in diverse forestry regions of the Congo Basin,
- Promote transfer of knowledge between various researchers and dealers,
- Disseminate improved expertise in the sub-region,
- Inform people on the improvement of scientific and technical matters in the tropical forest topics at the global level.

### Type of papers

*To facilitate the proof-reading of your submitted paper, would you please first of all give us 3 names with their*

*qualifications, institutions and e-mail of well known experts capable to analyze and appreciate your paper; then write at the beginning of your submitted paper the figure and the title corresponding to the research purpose between the 20 themes below:*

- (1) Agroforestry; (2) Agro-Ecology; (3) Forest management; (4) Biology conservation; (5) Forest Biotechnology; (6) Climate Change; (7) Forest law; (8) Forest Ecology; (9) Forest Economy; (10) Environmental Economy; (11) Communal and Autochthonous forestry; (12) Forestry Genetics and Genomics; (13) Forest Hydrology; (14) Forestry Pathology and Entomology; (15) Pedology and Fertility of tropical soils; (16) Sampling of environmental phenomena; (17) Science and Wood Technology; (18) Sylviculture ; (19) Fauna and protected areas; (20) Fish-breeding and Fishery.

### Editorial

Papers of general interest matching with the editorial contents describing precise stake of the sub-region or presenting a point of view in allied areas are welcome. The document should be short. Actors, students, researchers and teachers of the sub-region of the Congo Basin will have priority in the choice of the editorial of each issue. Your paper should not exceed 500 words.

### Scientific papers (stamped as scientific papers)

Scientific papers examined by experts of the field of research covered by the magazine or detailed abstracts of PhD thesis or Master degree are welcome. The topic can deal with state of research or a analytical literature survey results on a scientific or technical subject. Scientific papers should be original and never published elsewhere before.

*Technical Notes and Stage Reports (stamped respectively as Technical Notes and Stage Reports) (are not considered as scientific papers, technic or technology innovation).*

Technical notes are shorts texts which show synthesized and vulgarized research results or a synthesis of

## Authors Guidelines

---

literature survey, transfer of technologies, knowledge and know how. These manuscripts are examined by experts of the field of the concerned research and are not considered as scientific paper or stage report.

### *Explanations concerning previous papers*

The scientific and technical magazine called “Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo” reserves the copyright of any paper published. Papers published in that magazine could not be published elsewhere.

The scientific and technical magazine called “Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo” considers that a paper cannot be published if all or part of the contain :

- Is under expertise for publication or is published in another magazine or as a chapter of a book;
- Is under expertise in view to be publish after being presented at a scientific conference;
- As been displayed on internet and accessible to everyone.

The scientific and technical magazine advises the authors not to submit such a paper for publication, preventing the author or authors to be disqualified for next submitted papers.

### **Deposit of scientific and technical manuscripts**

A letter of presentation should go along with the MICROSOFT WORD version of your manuscript with the following inquiries on the paper and the authors :

- The manuscript constitutes an original work which is not under expertise for publication, totally or partially in another magazine;
- All the authors have read and certified the manuscript;
- Names, addresses, telephone numbers, telecopy and e-mail of authors are available;
- Strong commitment of the authors, stipulating that the manuscript has not been totally or partially proposed for publication under any shape whatsoever and will never be so if published in our magazine.

### **Body building of the paper**

The paper should be presented as follows:

- Abstract (with keywords)
- Résumé (avec mots clés)
- 1. Introduction

- 2. Material and Methods
- 3. Results
- 4. Discussion
- 5. Conclusion
- Acknowledgement (optional)
- Abbreviations and acronyms (optional)
- References

### *Subdivisions*

The paper submitted should be divided into sections clearly defined and numbered (ex. : 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc.). Abstract is not included in the numbering of the sections.

**IMPORTANT :** The submitted document should display the numbering of all the lines to enable appraisers to allow you to report on the lines where they have observations to make. These numbers will be later on cancelled by us during the edition of the magazine if your paper as been accepted for publishing. A PROOF will therefore be sent to you for last corrections before printing. The PROOF should be sent back to us 5 (five) days after reception and inclusion of your last corrections. Your paper should not exceed 15 pages under MICROSOFT WORD spacing 1.5, Times New Roman, height 12 pts.

This is what is expected in any section mentioned above:

### *Abstract*

Abstract is an autonomous section which describes the problematical and comments lightly the key elements of the methodology and the research results. It should put emphasis on results and conclusion and briefly indicates the far reaching effect of the work done (improvement of knowledge, potential applications, etc.). Abstract is a very important section of the paper because it is there that the reader makes his decision to continue reading or to quit. Shortenings are prohibited in this important section.

At the last reading of the document, the author should be able to give answers to the following questions:

- Is the abstract efficient?
- Is it built only with items included in the document?
- Is the far reaching effect of the study well indicated?

### *1. Introduction*

Introduction should summarize pertinent researches in order to give room to a context and explain if necessary if the research results of this work are

## Authors Guidelines

---

contested. Author should provide a concise literature survey of the problematical, while avoiding to deliver too much detailed literature survey or an exhaustive summary of research results quoted. The objectives of the research work are quoted, followed by hypothesis and general experimental design or method used.

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does introduction link the contents to the problematical treated?
- Is the objective clearly explained?
- Are the scientific arguments used limited to the objective and the study undertaken?

### 2. Material and Methods

The author specifies here how the data have been collected and how the analysis have been conducted (laboratory analysis, statistics tests and types of statistics analysis). The method used should be accurate and able to give sufficient details for that research to be repeated. Method already published should be indicated by references (in this case, only pertinent modifications should be described).

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the method described suitable to give answer to the question raised?
- Does the sampling suitable?
- Are equipments and material sufficiently described? Does the paper describing clearly the type of data registered and the type of measurement?
- Are there enough inquiries to repeat this research?
- Does the detail of the method clear enough to permit to master the design of the research and to state on the validity of the results?

### 3. Results

Results should be clear and accurate making evident certain results brought out in the tables. Avoid duplication of data in the document, figures and tables. The contents should guide the reader towards focal facts which bring light on the results. These should be clearly established in a logical order. Interpretation of the results should not have room in this section (this is kept for the section entitled : discussion).

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the analysis correctly done ?

- Does the statistical analysis well done ? Do the results correctly reported?
- Do the results matching with the questions and hypothesis made?

### 4. Discussion

This section deals with the meaning of the results of the work done, without repeating them. Each paragraph should start with its the main idea. Avoid quoting strongly the published literature or making too deep discussions. The author should show the weakness of the method proposed if necessary.

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Are Elements brought in this section consolidated by the results of the study and are they reasonable?
- Does the discussion explain clearly how the results are linked to the research hypothesis and to previous researches ?
- Does the discussion consolidate hypothesis or contradict previous theories?
- Are they some weakness in the methodology? If yes, what has been suggested to solve the problem?
- Does the whole discussion pertinent and coherent?
- Does the speculation limited to what is reasonable?

### 5. Conclusion

Main conclusions of the study can be presented in a short section named « Conclusion ».

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the work suitable with the problematical and the objectives of the project?
- Does the conclusion explain how the research contributes to the improvement of scientific knowledge?
- Is it an opportunity for applications, new research or recommendations for application?

### Acknowledgement

The authors acknowledge here institutions which brought financial support and people who helped them during research (for example, giving a logistical help, helping to write the manuscript or help to read the submitted paper, etc.).

### References

References are the whole documents quoted in the text, and displayed in alphabetical order according to

## Authors Guidelines

---

the bibliographic norms of styles citations from APA (American Psychological Association) 2010, 6<sup>th</sup> edition.

The References list follows the alphabetical order and gives the name of the author and the date as follows:

Robitaille L., (1977). Recherches sur les feuillus nordiques à la station forestière du Duchesnay. *For. Chron.*57 : 201-203.

For several authors, they must be quoted as follows:

Keller, T. E., Cusick, G. R., and Courtney, M. E. (2007). Approaching the transition to adulthood: Distinctive profiles of adolescents aging out of the child welfare system. *Social Services Review*, 81, 453-484.

In the manuscript one writes: (Robitaille, 1977).

Some few exceptions are applied:

- Papers written by only one authors came before papers written by many authors for which the researcher is considered as the first author.
- Two or many papers written by one or the same authors are presented in chronological order; two or many papers written in the same year are identified by letters a, b, c, etc.;
- All the works published and quoted in the manuscript should be identified in the references;
- All the references listed should be quoted in the manuscript;
- Material which is not available in the library or not published (for ex. Personal communication, privileged data) should be quoted in the manuscript in bracket;
- References of the books should include, in this order, the author or the authors, the year, editing house, town, number of the pages (p.);
- References to chapters drawn from books should include, in this order, the author or the authors, the title of the chapter, editors, title of the book, pages (pp.), editing house and town.
- Papers, proceedings, etc., follow a similar format of reference of a chapter of a book.

*Some specific points to be checked:*

- Use numerical character 1 (but not small « l ») for printing the number one ;
- Use numerical character 0 (but not capital « O ») for zero;
- Don't insert a double space after a dot;
- Identify all the special characters used in the document;
- Use Arabic characters for the numbering of tables,

figures, hystograms, photos, maps, etc... Ex. figure 11, table 7.

### Illustrations

The high quality of images printed in the magazine lies on the quality of the images sent by the authors. We do accept TIF, .JPG, JPEG, BITMAP formats. Photographs should be at high resolution at least 300 dpi. All the copies for illustration should be identified by the means of the name of the first author and with the number of the illustration.

### The summaries

It is obligatory to add an abstract for all the papers and notes. Abstract are gathered, catalogued by many agencies and therefore give more visibility to the paper and the authors. Keywords, up to a maximum of 12 words or expressions, should be given for all the papers and play an important role in the research of keywords. The abstract summarizes the contents of the paper by using 150 to 300 words.

### Miscellaneous

The magazine « Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo » is always looking for colored photographs linked to the research areas covered for their potential use on the cover of the coming issues.

### Submission Procedure

Editorials and general interest news as well as manuscripts should sent to:

**Mr Kachaka Kaiko Sudi Claude**

**Chief Editor and Regional Coordinator of RIFFEAC**

**e-mail : [redaction@riffec.org](mailto:redaction@riffec.org)**

The telephone number and the email of the first author should be clearly indicated on all the correspondences sent to RIFFEAC.

### Agreement to reproduce

At any case where the manuscript uses material (for ex., tables, figures, graphics) protected by a copyright, the author is obliged to obtain an agreement from the owner of the copyright before reproducing the material on paper print or electronic support. These agreements should be attached to the submitted manuscript.

### Transfer of copyrights

The intellectual property and the copyrights on

## Authors Guidelines

---

the original content of all the publication remain their author's own. They give way, in exchange for publication in the journal, an exclusive license to first publication to produce and disseminate, in any language, for any country, together with other articles or individually and on all media known or future (including, without limitation, printing or photocopying on physical media with or without binding, analog or digital reproduction on magnetic tape, microfilm, optical disk, accommodation on storage units linked computers or not to a network including the Internet, reference and indexing databases in search engines, electronic catalogs and websites).

The authors retain the rights to use in their future work, production and dissemination within their work teams, in libraries, documentation centers and websites of their institution or organization; as well as for conferences including the distribution of notes, extracts or full versions. The first publication reference must be given and specify the title of the article, the name of all authors, mention of the journal, date and place of publication.

Any full or partial reproduction must be authorized by the review, authorization will not be unreasonably withheld. Reference should be given as to the title of the article, the author or authors, journal, date and place of publication. The journal reserves the right to impose copyright.

### **Before submission – « Check list »**

The list below allows one to be certain that the set of elements of the authors Guidelines has been taken into consideration, before submitting the manuscript. This list is indicative; please do refer to the authors guidelines for more details.

Be sure that the set of the following elements are present in the manuscript:

For the first author designated has contact person:

- E-mail of the author;
- Detailed postal address of the author
- His telephone number

All the files have been submitted under electronic support and contain:

- Keywords
- Figures
- Tables (including titles, descriptions etc.).

### **Other considerations**

- Sections are correctly numbered
- Grammar and spelling of manuscript have been validated.
- The format and the presentation of the references follow the authors guidelines;
- All the references mentioned in the manuscript are listed in the section "references" and vice-versa;
- The copyright has been obtained for use of material belonging to other research works including those from the web sites.



Revue Scientifique et Technique

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

## SUBSCRIBE TO THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL REVIEW FOREST AND ENVIRONMENT OF THE CONGO BASIN AND ENJOY THE FOLLOWING ADVANTAGES

- Reception of the magazine in preview in my inbox
- Reception of physical copy through post office
- Cancelling of the subscription at any time



### SUBSCRIPTION SHEET

(To be completed in capital letters and return to the Network of Forestry and Environmental Training Institutions of Central Africa - RIFFEAC ) P. O. Box : 2035 Yaounde - Cameroon / e- mail: [secretariat@riffec.org](mailto:secretariat@riffec.org)  
 Phone : + (237) 222 208 065 / 679 507 544 Subscription sheet available on [www.riffec.org](http://www.riffec.org)

#### MY CONTACT INFORMATION

Civility  Mr /  Mme

Name : \_\_\_\_\_

Surnames : \_\_\_\_\_

Adresses : \_\_\_\_\_

Postal Code : \_\_\_\_\_ Country : \_\_\_\_\_ Town : \_\_\_\_\_

Phone number : \_\_\_\_\_ e-mail : \_\_\_\_\_

I wish to subscribe to the Scientific and Technical Review Forest and Environment of the Congo basin for :

1 Year (2 editions)

2 Year (4 editions)

Date

Signature

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





For a better tomorrow for all.

**Japan International Cooperation Agency**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE**

*"Un développement inclusif et dynamique"*

Créée comme une agence administrative, l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a pour objectif de contribuer à la promotion de la coopération internationale ainsi qu'au développement rationnel de l'économie japonaise et mondiale à travers un appui au développement socio-économique, au redressement ou à la stabilité économique des régions en développement. La JICA est chargée de mettre en œuvre d'une manière intégrée l'ensemble des programmes d'Aide Publique au Développement. La JICA, la plus grande agence d'aide bilatérale, est active dans plus de 152 pays et régions.



Le gouvernement Japonais a octroyé des aides financières non remboursables dans le cadre des projets et programmes suivants :

- Programme de Préservation des Forêts : don d'équipements et formation pour les inventaires forestiers au Cameroun, au Gabon et en RDC.

- Renforcement des Capacités des Membres du RIFFEAC pour la Formation en Gestion Durable des Concessions Forestières (OIBT)

La JICA a depuis 2009, développé et implanté une série de projets et programmes visant à fournir un appui technique aux États et aux institutions sous-régionales dans les domaines de la préservation des forêts, la gestion durable des forêts, la conservation de la biodiversité. Par ailleurs, des formations au Japon dans les secteurs forêt et environnement sont octroyées aux fonctionnaires des différents états.



#### **COMIFAC**

- Conseiller technique en Gestion Durable des Forêts dans le Bassin de Congo
- Conseiller technique en Conservation des Ecosystèmes Forestiers dans le Bassin de Congo

#### **CAMEROUN**

- « SATREPS\* » Projet Durabilité Forêt - Savane (FOSAS)

#### **GABON**

- Projet de Développement d'un Système d'Inventaire des Ressources Forestières Nationales contribuant à la gestion durable des forêts
- « SATREPS\* » Projet de Conservation de la Biodiversité en Forêt Tropicale à travers la coexistence durable entre l'Homme et l'Animal (PROCOBHA)

#### **REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO**

- Projet de Renforcement du Système National de Monitoring des Ressources Forestières pour la Promotion de la Gestion Durable des Forêts et REDD+ en République Démocratique du Congo

#### **Représentations de la JICA en Afrique Centrale**

- Burundi
- Cameroun
- Gabon
- République Démocratique du Congo
- Rwanda

#### **Bureau de la JICA au Cameroun**

4<sup>ème</sup> étage, Y-Building, Nouvelle Route Bastos,  
Rue 1775,

**BP: 13538 Yaoundé – Cameroun**

**Tél: +237 222 204 214**

**Fax: +237 222 204 213**

<http://www.jica.go.jp/cameroon/english/index.html>

(\*SATREPS: Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)



**GROUPE DE LA BANQUE AFRICAINE DE DEVELOPPEMENT  
DEPARTEMENT DE L'AGRICULTURE ET AGRO-INDUSTRIE  
FONDS POUR LES FORETS DU BASSIN DU CONGO**



1. Créé en Juin 2008, le Fonds pour les Forêts du Bassin du Congo (FFBC), administré par la Banque Africaine de Développement (BAD), vise à atténuer la pauvreté et à relever le défi du changement climatique à travers la réduction du taux de déforestation et de dégradation des forêts, tout en maximisant le stockage de carbone forestier sur pied. Le Conseil de Direction du FFBC est présidé actuellement par le Rt. Honorable Paul Martin, Ancien Premier Ministre du Canada. Les opérations du FFBC sont coordonnées par un Secrétariat logé au sein du Département de l'Agriculture et Agro-industrie de la BAD.

2. Sur le plan opérationnel et conformément à ses objectifs, le FFBC contribue à la mise en œuvre de trois axes stratégiques identifiés du Plan de convergence de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) à savoir : i) l'axe stratégique n° 2 relatif à la connaissance de la ressource, à travers la réalisation des inventaires, des aménagements et du zonage forestiers, la promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) et le suivi de la dynamique des forêts à travers le développement en cours des systèmes de surveillance, de Mesure, de Notification et de Vérification des Gaz à effet de serre dans le cadre de la réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation (MNV-REDD) ; ii) l'axe stratégique N° 6 relatif au développement des activités alternatives et à la réduction de la pauvreté à travers la création de milliers d'activités génératrices d'emplois durables en milieu rural et ; iii) l'axe stratégique N° 9 relatif au développement des mécanismes de financement à travers le développement en cours du processus REDD+ dans les dix (10) pays de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC), la mise en place et l'organisation de certaines coopératives locales en milieu rural et l'établissement de partenariats avec d'autres initiatives en cours (Fondation du Prince Albert II de Monaco).

3. Au 31 octobre 2013, le portefeuille du FFBC dispose de 41 projets, soit : i) 15 projets de la société civile approuvés à l'issue du 1<sup>er</sup> appel à propositions lancé en 2008 ; ii) 36 projets approuvés à l'issue du second appel à propositions lancé en décembre 2009, dont 23 projets gouvernementaux et 13 projets de la société civile.

4. Afin de mieux répondre aux sollicitations de ses donateurs, le FFBC a élaboré : i) son manuel simplifié de procédures d'approbation des projets ; ii) son manuel simplifié de procédures de décaissements qui entrera en vigueur à partir des prochains appels à propositions. Toutefois, les leçons additionnelles tirées de cette première phase opérationnelle porteront entre autre sur : i) l'accompagnement technique de proximité en faveur de ses bénéficiaires membres de la société civile, au regard de leurs capacités limitées en matière de gestion des projets et de la maîtrise des règles et procédures de la Banque ; ii) la diligence accrue en terme de traitement des besoins exprimés par les donateurs. Le FFBC s'active de ce fait pour donner une réponse satisfaisante à ces différents écueils. Aussi, le FFBC a initié la révision de son cadre logique ainsi que le renforcement des capacités de son Secrétariat, en vue de mieux répondre aux défis opérationnels et de ce fait contribuer plus efficacement à l'atténuation des effets liés aux changements climatiques et à la lutte contre la pauvreté en milieu rural.

**Secrétariat du FFBC  
Département de l'Agriculture et Agro-Industrie  
Banque Africaine de Développement  
Immeuble du Centre de Commerce International d'Abidjan, CCIA  
Avenue Jean-Paul II, B.P.: 1387 Abidjan 01, Côte d'Ivoire  
[www.cbf-fund.org](http://www.cbf-fund.org) / [www.afdb.org](http://www.afdb.org)  
[CBFFSecretariat@afdb.org](mailto:CBFFSecretariat@afdb.org)**



**AFRICAN DEVELOPMENT  
BANK GROUP**



**Secrétariat du FFBC  
Département de l'Agriculture et Agro-Industrie  
Banque Africaine de Développement  
Immeuble du Centre de Commerce International d'Abidjan, CCIA  
Avenue Jean-Paul II. B.P.: 1387 Abidjan 01, Côte d'Ivoire  
[www.cbff-fund.org](http://www.cbff-fund.org) / [www.afdb.org](http://www.afdb.org)  
[CBFFSecretariat@afdb.org](mailto:CBFFSecretariat@afdb.org)**