

Revue Scientifique et Technique

ISSN 2409-1693 / eISSN 2412-3005

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Avril 2020

Volume 14





# 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 :

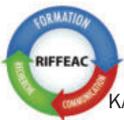


(1) Programme d'appui à la conservation des écosystèmes du bassin du Congo (PACEBCo) : clôturé en juin 2017 et deuxième phase en cours de préparation ; (2) Programme régional « Gestion durable des forêts dans le bassin du Congo », avec la coopération Allemande. Ce programme regroupe les projets suivants : (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

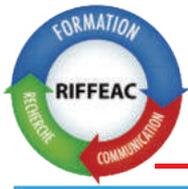
NKWINKWA Désirée

#### 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

Ce volume est une collection de six articles, notes techniques et synthèse de thèse soutenue et proposés principalement par les chercheurs des Institutions Membres du RIFFEAC (Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale).

Ces articles voudraient faire la promotion de la protection de l'environnement ainsi que la visibilité de la recherche dans les IM (Institutions Membres) du RIFFEAC à travers la Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo. En effet, l'exploitation rationnelle des ressources naturelles est le sous-bassement des articles afin que la distribution des gains économiques et sociaux soit équitable entre les acteurs forestiers dans l'optique d'un développement durable.



**Prof. Dr. Ir. Gilbert PALUKU MITIVITI**

Directeur de la Faculté des Sciences Agronomiques de  
l'Université Catholique de Graben  
République Démocratique du Congo

Les aires protégées constituant des espaces indispensables pour la faune et la flore, procurent des gains environnementaux à la communauté et méritent d'être gérées de manière parcimonieuse. La mission des IM est de dispenser des thématiques qui visent à la conservation et à la pérennisation de ces aires protégées et ceci à travers des formations diplômantes, certifiantes et attestantes envers les professionnels, les décideurs et les enseignants chercheurs.

Au moment où les effets du changement climatique se font sentir de manière persistante, le Bassin du Congo devrait attirer l'attention de la communauté scientifique et des politiques à travers la COMIFAC dont le RIFFEAC est le bras séculier en matière de Formation et de Recherche-Développement.

Nous clôturons nos propos en citant le Pr Antoine VIANOU, éditorialiste du volume 13 de cette Revue qui a dit ceci " *Nous osons croire que dans ces*

## **Editorial**

---

*différents grands programmes de financement de la bonne gestion des ressources naturelles et de l'environnement, pourra figurer de manière récurrente le financement de cette Revue dont le budget ne peut être supporté par les 24 institutions donc les missions premières ne peuvent être le financement d'une Revue de cette taille.*

*Ceci est un appel très fort aux multiples groupes de Bailleurs de Fonds qui investissent dans l'aménagement durable des Ressources Naturelles du Bassin du Congo."*

**Prof. Dr. Ir. Gilbert PALUKU MITIVITI**  
**Directeur de la Faculté des Sciences Agronomiques**  
**Université Catholique de Graben, RDCongo**

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

N°	Noms et Prénoms de l'Expert	Thème Scientifique	Qualification de l'Expert	Institution
1	<i>KHASA Damase</i>	(1) - Agroforesterie	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA <b>e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca</b>
2	<i>RIERA Bernard</i>	(2) - Agro-écologie	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
3	<i>NZALA Donatien</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>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</i>	(4) - Biologie de la conservation	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD <b>e-mail : mbailaoj@yahoo.fr</b>
5	<i>WABOLOU François</i>	(5) - Biotechnologie forestière	Maitre assistant des Universités	Institut Supérieur de Développement Rural, RCA <b>e-mail : wabolouf@yahoo.fr</b>
6	<i>NDIAYE SALIOU</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>BOBDA Athanase</i>	(7) - Droit forestier	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE <b>e-mail :bopda20001@yahoo.com</b>
8	<i>POSSO Paul Darius</i>	(8) - Ecologie forestière	Professeur Titulaire	Ecole Nationale des Eaux et Forêts Cap-Estérias, GABON <b>e-mail : possopauldarius@yahoo.fr</b>
9	<i>BOUKOULOU Henri</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>NANCY Gélinas</i>	(10) - Economie environnementale	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA <b>e-mail :nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca</b>
11	<i>RIERA Bernard</i>	(11) - Foresterie communautaire	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
12	<i>TCHOUNDJEU Zacharie</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 : laleyephilippe@gmail.com</b>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
1	<i>ASSAKO ASSAKO René 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 TIENTCHEU 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>BELL Jean Marcial</i>	Maitre Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : jmbell237@hotmail.com</b>
5	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques / Université de Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : marbitijula@gmail.com</b>
6	<i>BITONDO Dieudonné</i>	Maître de Conférences	Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail: bitondodieudonne@yahoo.fr</b>
7	<i>BOBDA Athanase</i>	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE <b>e-mail : bopda20001@yahoo.com</b>
8	<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>
9	<i>CROS David</i>	Chercheur (Ph.D)	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) <b>e-mail : david.cros@cirad.fr</b>
10	<i>DAN LANSSANA KOUROUMA</i>	Enseignant / Chercheur ; Professeur associé à l'Université de Québec à Montréal	Centre d'Etude et de Recherche en Environnement, Université de Conakry, GUINÉE <b>e-mail : dan_lansana@yahoo.fr</b>
11	<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>
12	<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>
13	<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>
14	<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>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
15	<b>GOURDON Paul Rémy</b>	Professeur des Universités	Institut National des Sciences Appliquées Université de Lyon 1, FRANCE <b>e-mail : Remy.Gourdon@insa-lyon.fr</b>
16	<b>HOUINATO Marcel Romuald Benjamin</b>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : mrhouinat@yahoo.fr</b>
17	<b>KHASA Damase</b>	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA <b>e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca</b>
18	<b>IBRAHIM SAMBO Soulemane +</b>	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>
19	<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>
20	<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>
21	<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>
22	<b>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</b>	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD <b>e-mail : mbailaoj@yahoo.fr</b>
23	<b>MBADU ZEBE Victorine</b>	Professeur	Institut Supérieur des Techniques Médicales, (ISTM), Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : mbaduzebe@yahoo.fr</b>
24	<b>MENIKO TO HULU Jean Pierre Pitcho</b>	Professeur Titulaire	Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, (IFA-Yangambi), Département Eaux et Forêts, Laboratoire d'Ecologie du Paysage et Foresterie Tropicale (LEPAFORT), RD CONGO <b>e-mail : menitop2000@yahoo.fr</b>
25	<b>MERIE M 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>
26	<b>MOUGOUE Benoit</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. <b>e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr</b>
27	<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>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
28	<b><i>MOUTSAMBOTE Jean-Marie</i></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>
29	<b><i>NANCY Gélinas</i></b>	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA <b>e-mail : nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca</b>
30	<b><i>NASSI Karl Martial</i></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>
31	<b><i>NDIAYE Saliou</i></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>
32	<b><i>NGNIKAM Emmanuel</i></b>	Maitre 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 I, CAMEROUN <b>e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr</b>
33	<b><i>NKOUATHIO David Guimolaire</i></b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : nkouathio@yahoo.fr</b>
34	<b><i>NSHIMBA SEYA WAMALALE Hippolyte</i></b>	Professeur des Universités	Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables Université de Kisangani, RD CONGO <b>e-mail : hippolyteseya@yahoo.fr</b>
35	<b><i>NZALA Donatien</i></b>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien Ngouabi Brazzaville, CONGO <b>e-mail : nzaladon@yahoo.fr</b>
36	<b><i>OLOUKOI Joseph</i></b>	Maitre Assistant (CAMES)	African Regional Institute for Geospatial Information Science and Technology, NIGERIA <b>e-mail : chabijos@yahoo.fr</b>
37	<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>
38	<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>
39	<b><i>LEVANG Patrice</i></b>	Directeur de Recherche IRD	Unité Mixte de Recherche Gred Montpellier, FRANCE <b>e-mail : levang.patrice@ird.org</b>
40	<b><i>RIERA Bernard</i></b>	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
41	<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>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
42	<b>TABOPDA WAFO</b> <i>Gervais</i>	Professeur Titulaire	Université d'Orléans, France <b>e-mail : gervais.tabopda@design.gatech.edu</b>
43	<b>TALLA Pierre</b> <i>Kisito</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tpierrekisito@yahoo.com</b>
44	<b>TCHATAT</b> <i>Mathurin</i>	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN. <b>e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr</b>
45	<b>TCHEBAYOU</b> <i>Sébastien</i>	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>
46	<b>TCHEHOUALI</b> <i>DEFODJI Adolphe</i>	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : tchehoua@yahoo.fr</b>
47	<b>TCHINDJANG</b> <i>Mesmin</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : mtchind@yahoo.fr</b>
48	<b>TCHOUNDJEU</b> <i>Zacharie</i>	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN <b>e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org</b>
49	<b>TSAGUE</b> <i>Louis</i>	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>
50	<b>TUMWESIGYE</b> <i>Wycliffe</i>	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA <b>e-mail : wtum2012@gmail.com</b>
51	<b>ZAPFACK</b> <i>Louis</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculty of Science, Department of Plant Biology, University of Yaounde I, CAMEROON <b>e-mail : lzapfack@yahoo.fr</b>

## SOMMAIRE

<b>EDITORIAL</b>	<b>P. 3-4</b>		
<b>COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</b>	<b>P. 5-6</b>	<i>Etude comparative de la productivité en pépinière de 2 variétés de cacaoyers dans la Lékié (Région du Centre au Cameroun)</i>	<b>P. 54-62</b>
<b>COMITE DE LECTURE</b>	<b>P. 7-10</b>		
<b>ARTICLES SCIENTIFIQUES</b>		<b>SYNTHÈSES DE THÈSES ET DE MÉMOIRES</b>	
<i>Stress-strain behaviour of bamboo beyond its elastic limit under uniaxial compressive load, using the principles of plasticity and damage mechanics</i>	<b>P. 12-21</b>	<i>Evaluation du carbone des systèmes agroforestiers des pentes orientales des monts Bamboutos</i>	<b>P. 63-68</b>
<i>Evaluation de l'impact de la correction topographique sur la précision globale de la cartographie de l'occupation du sol en zone de montagne tropicale : cas de la Région de l'Ouest Cameroun</i>	<b>P. 22-31</b>	<b>NOUVELLES</b>	<b>P. 70-77</b>
<i>Participation et gestion intégrée des ressources des mangroves dans la presqu'île de Bakassi, Région du Sud-Ouest au Cameroun</i>	<b>P. 32-43</b>	<b>SUGGESTIONS DE LECTURE</b>	<b>P. 78</b>
<b>NOTES TECHNIQUES</b>		<b>DIRECTIVES AUX AUTEURS</b>	<b>P. 79-83</b>
<i>Impact de l'exploitation forestière illégale sur la fiscalité et le développement local: cas de la vente de coupe 09 03 210 à Bidou dans la Région du Sud au Cameroun</i>	<b>P. 44-53</b>	<b>AUTHORS GUIDELINES</b>	<b>P. 84-88</b>



**Monsieur António Guterres**  
Secrétaire général de l'ONU (Organisation des Nations Unies)

« Aujourd'hui, je lance un appel aux responsables politiques, aux dirigeants d'entreprises, aux scientifiques, et au grand public. Nous avons les outils pour rendre nos actions efficaces. Ce qui nous manque encore - même après l'Accord de Paris - c'est le leadership et l'ambition de faire ce qui est nécessaire »



## Stress-strain behaviour of bamboo beyond its elastic limit under uniaxial compressive load, using the principles of plasticity and damage mechanics

Fozao D.S.<sup>1</sup> and Foudjet A.E.<sup>2</sup>

(1) Ministry of Public Works Yaounde, Cameroon / e-mail : zaoden@hotmail.com

(2) CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737878>

### Abstract

*The experimental determination of the behaviour of bamboo under the action of monotonic uniaxial compressive loading and cyclic uniaxial compressive loading, as well as the subsequent formulation of mathematical models to study this behaviour are presented in this work. Several samples of the bamboo species *Oxytenantera abyssinica*, from the Congo Basin Rain Forest were tested to collect the necessary data for this study.*

*Under the loading regimes applied, it was found that the behaviour of bamboo above its elastic limit is non-linear and this nonlinearity could be attributed to two distinct mechanical processes, which are plasticity and damage. These two degradation phenomena are best described by the theories of plasticity and continuum damage mechanics.*

*A mathematical model, known as Fozao-Foudjet 2, that can be used to study the behaviour of bamboo under the monotonic uniaxial compressive load, beyond its elastic limit is proposed. This model has been obtained by modifying Mazars and Pijaudier-Cabot model from the study of the behaviour of concrete under similar loading regime.*

*The major experimental parameters used to obtain the proposed model are computed from the tests results while others are obtained from a trial and error procedure.*

*The stress-strain curves produced from the proposed mathematical model are compared with the test results and the comparison shows that the results from the model provide a good agreement with the test data.*

**Keywords :** *mathematical modeling, isotropic damage, bamboo, plastic strain, envelope curves*

### Résumé

*La détermination expérimentale du comportement du bambou sous les charges de compression uni axiale ainsi que le développement d'un modèle mathématique pour étudier ce comportement sont présentés dans ces travaux de recherche. Plusieurs éprouvettes de bambou, *Oxytenantera abyssinica* du Bassin de Congo ont été testées sous des sollicitations monotones uni-axiales et cycliques uni-axiales pour collecter les données nécessaires pour effectuer cette étude.*

*Dans cette étude, il a été trouvé que le comportement du bambou au-delà de sa limite élastique, sous l'action des charges de compression uni-axiale est non-linéaire. Cette non-linéarité peut être attribuée à deux processus mécaniques distincts. Il s'agit de la plasticité et de l'endommagement. Ces deux phénomènes de dégradation du bambou peuvent être mieux décrits par la théorie de la plasticité et celle de la mécanique d'endommagement des milieux continus.*

*Un modèle mathématique appelé Fozao-Foudjet 2 a été développé, et proposé pour étudier le comportement du bambou sous des charges de compression uni-axiale monotones. Ce modèle a été obtenu en modifiant le modèle de Mazars et Pijaudier-Cabot dans l'étude du comportement du béton sous un régime de chargement similaire.*

*Les paramètres expérimentaux essentiels utilisés pour le modèle proposé ont été obtenus à partir des résultats des essais de laboratoire alors que les autres paramètres ont été trouvés par ajustement numérique.*

*Les modèles proposés pour modéliser le comportement du bambou sous les charges de compression monotones et cycliques ont été comparés aux résultats des essais de laboratoire et cette comparaison a montré que le modèle proposé s'accorde très bien avec les résultats des essais.*

**Mots clés :** *modélisation mathématique, endommagement isotrope, bambou, déformation plastique, courbes enveloppe*

## 1. Introduction

Bamboo is the most important non wood species that grows in most tropical and subtropical zones. It is a naturally occurring composite material found abundantly on the surface of the earth. It has been shown that bamboo is a superior alternate for manufactured wood composites. It is inexpensive, easily available, and has comparable physical and mechanical properties to wood (Chaowana P., 2013).

Bamboo is a lignocellulosic, anisotropic material like wood. It shows a notable difference in the anatomical structure, compared to the one of wood species, so that its morphology, macroscopic characteristics, physical and mechanical properties also differ from those of wood (Beldean E. et al., 2016). Bamboo can be considered as a material that can be used in the construction industry to replace wood, because it has several advantages as compared to wood and other wood products. These advantages are fast growth rate, lightweight, high strength to weight ratio, low energy and simple processing techniques, production process is highly environmentally friendly and it is a low-cost material. It grows abundantly over the surface of the earth and it has been recognized as the fastest growing plant on earth, in addition to being a renewable natural resource (Ghavami and Hombeeck, 1981); Liese W., 1986; Ghavami and Culzoni, 1987; Ghavami 1988; 1995a; Ghavami and Solorzano 1995; Amada 1996, Ghavami and Rodrigues 2000 Ghavami et al., 2003). It is being recognized worldwide as a sustainable construction material, presenting good opportunities for environmentally friendly and sustainable resource supply (Chaowana P. et al., 2014). It is a raw material for numerous value-added products that can be applied as structural as well as non-structural elements of a building.

There are about 1200 to 1500 species of bamboo found growing in diverse climatic regions all over the world, from cold mountains to hot tropical regions. The different species can be grouped into three different types of root systems, which are the sympodial (clumping), monopodial (running) and amphipodial (clumping and running) types of root systems.

Despite these advantages that bamboo has over wood, and the fact that it is a potential substitute for wood in the construction industry, it is not widely used as a construction material because very little information exists on its mechanical characteristics. This article is intended to present the mechanical behaviour of bamboo under uniaxial compression beyond its elastic limit. A constitutive model, that can be used to explain this behaviour and which was developed by Fozao Dennis and Foudjet Amos (Fozao et al., 2019) is presented in this article. The constitutive model is developed based on the coupling of the theory of plasticity and the principles of Continuum Damage Mechanics.

Bamboo contains a large number of micro cracks even before any load is applied to it. This property is very decisive for the mechanical behavior of the material. The micro-cracks may be caused by thermal expansion and shrinkage during temperature fluctuations. The nonlinear behavior and the s-shape stress-strain curves of bamboo under uniaxial compressive stress can be associated with the micro-cracks propagation during load and stress-induced plastic flow in the specimen.

## 2. Material and methods

### 2.1. Materials and Equipment Used

#### 2.1.1. Materials

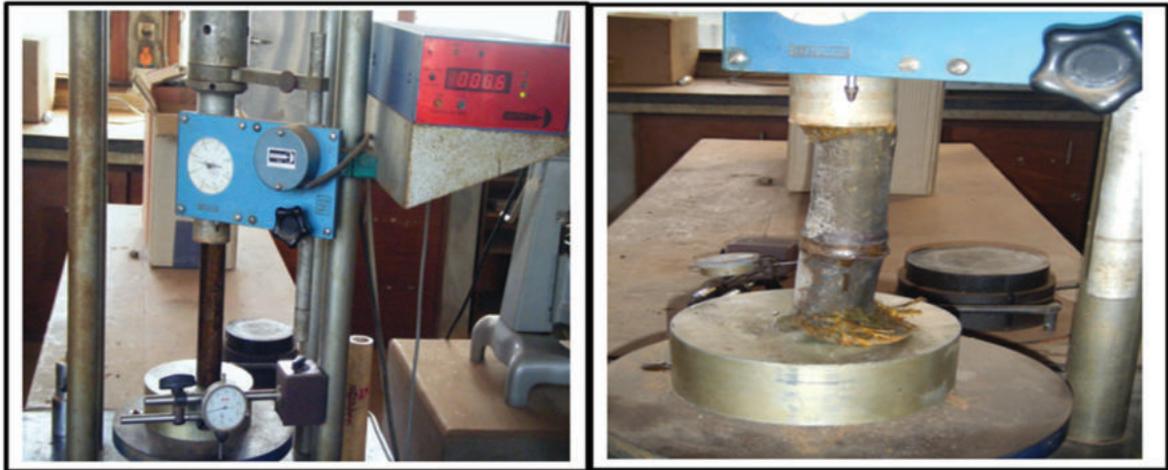
The materials used are *Bambusa vulgaris* and *Oxytenantera abyssinica*, two species of bamboo found in the Congo Basin Rain Forest, water, and cement.

**Table 1: Geometrical characteristics of the *Oxytenantera abyssinica* specimens used**

No	Specimen	Diameter (mm)		Length (mm)
		External (d2)	Internal (d1)	
01	T2 Bottom with node	39.50	19.50	188
02	T10 Bottom without node	37.00	16.50	185
08	T9 Bottom without node	40.05	34.30	193
09	T9 Top without node	38.00	32.90	190
10	T3 Bottom without node	32.40	25.15	189
11	T4 Bottom with node	34.25	24.65	184
12	T4 Middle with node	33.30	26.30	184
14	T1 middle without node	36.45	27.60	184

**Table 2: Moisture contents of the specimens**

No	Sample	Moisture content (%)	Observation
1	T2 Bottom with node	107.50	Samples soaked in water for 43 days before testing
2	T10 Bottom without node	87.50	
3	T9 Top without node	16.39	Samples air dried
4	T4 Bottom with node	17.14	
5	T1 Middle without node	15.98	
6	T4 Middle with node	15.07	
7	T3 Bottom without node	16,80	
8	T9 Bottom without node	15.05	Samples oven dried at a temperature of 103°C for 24 hours. The values of the moisture contents shown are values of air dried samples. The samples were tested at values of the moisture content closed to zero

**Photo 1: Specimens under the press for testing**

Several samples of the bamboo species *Oxytenantera abyssinica* were subjected to monotonic and cyclic uniaxial compressive loads in order to study their behaviour under these loading regimes. The sources of the materials, their geometrical characteristics and their moisture contents at the time of testing are presented. The specimens were tested at varied moisture contents, some of the samples were oven dried; others were soaked in water and others air dried. The geometrical characteristics and the moisture contents of the various samples tested are found on the tables 1 and 2.

### 2.1.2. Equipment used

The equipment used included : A hark saw, sand paper, a vernier caliper (manual version), a measuring tape, an electronic balance (the Scaltec mark), an oven (mark Heraeus), a bucket, the universal press measuring up to 2000kN, the CBR testing machine (LABOTEST)

measuring up to 50kN equipped with a micrometer and a computer equipped with the Microsoft Excel software.

## 2.2. Methodology

The methodology is made up of the experimental program, which describes the procedure for carrying out the testing of the specimens and the Mathematical Modeling process, which is used to produce the mathematical expressions proposed to study the behaviour of bamboo under uniaxial compressive load.

### 2.2.1. Experimental Program

After harvesting the bamboo culms, the growth buds were carefully trimmed for each species and the culms were divided into three portions, the lower, the middle and the upper parts. The specimens were randomly selected and used for the experiments.

After preparing the bamboo samples, monotonic uniaxial and cyclic uniaxial compressive tests were carried out on them. The materials were tested to failure. For the cyclic tests, several cycles of unloading and reloading were performed on the materials and it was realized that most samples underwent several cycles before complete failure. For the monotonic loading, the samples were loaded continuously until complete failure of the bamboo sample. The deformations were measured using the micrometer attached to the testing machine, as the loads were applied. The test set up is as shown on photo 1, and this represents the setup of the CBR testing machine together with some samples under testing.

### 2.2.2. Mathematical Modeling of the Behaviour of Bamboo under monotonic uniaxial compression

#### - Nonlinear or inelastic behaviour of bamboo

From the curves plotted from the experimental data, it can be seen that the stress-strain diagrams for bamboo under monotonic uniaxial compression present (Fozao et al., 2019) a linear elastic portion until its elastic limit is reached and after which a nonlinear or an inelastic portion exists right up to failure of the specimen. This nonlinear portion is made up of a strain hardening portion which occurs after the elastic limit until the peak stress is reached thereafter there is a softening portion. The softening portion occurs after the peak stress until the failure stress.

From the curve in figure 1, it can be seen that the

material exhibits almost a linear behaviour up to the proportional or elastic limit indicated by the point B. After this point, the material is progressively weakened by micro cracking up to the point C, corresponding to the peak stress. From the point B to the point C it can be seen that the stress increases with increasing strain, though at a reducing rate.

The zone between the points B and C corresponds to the zone of strain or work hardening. Beyond point C (that is in the post peak zone) the stress in the material gradually reduces as the strain increases. Therefore, the material is seen to exhibit strain softening effects, a state of the material where its stress decreases with an increase in the deformations leading to a reduction in the load carrying capacity of the material.

Beyond the elastic limit at the point B, the behaviour of bamboo under monotonic compressive loading is therefore highly nonlinear or inelastic. The total strain in the material is therefore made up of the recoverable elastic strain and the permanent plastic strain. If the material is unloaded beyond the point B, only the elastic strain can be recovered from the total strain.

Based on the studies carried out by other researchers on other engineering materials such as concrete, it is assumed in this work that initially the micro-cracks and micro-voids present in bamboo will not interact with the loading. However, as the loading increases, failure mechanisms will occur where the micro-cracks and the micro-voids interact along localized zones of plasticity and damage.

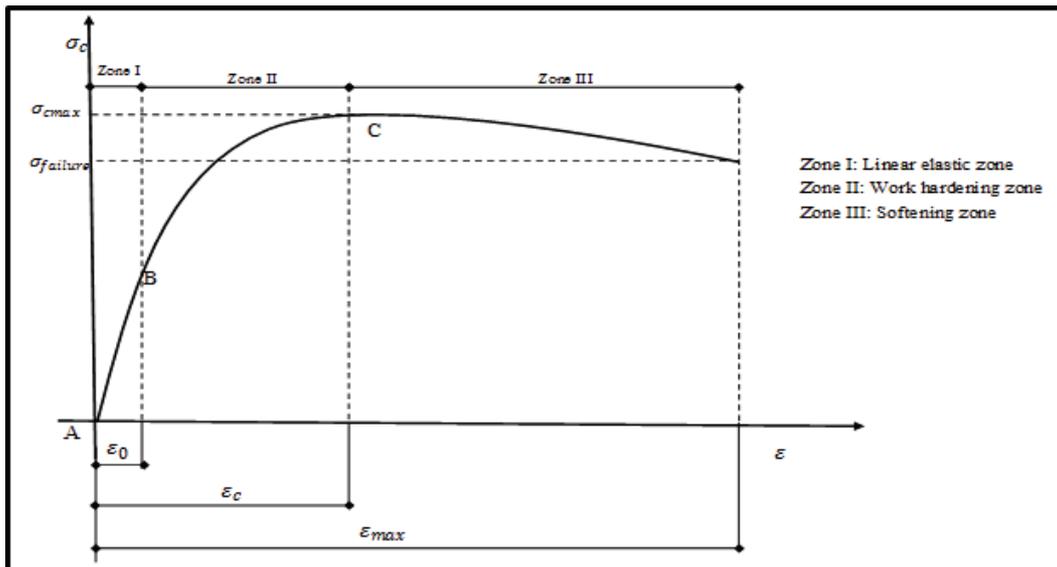


Figure 1 : Typical monotonic uniaxial stress-strain curve for bamboo

The localization can be attributed to a coupling of inelastic mechanisms such as micro-crack and micro-void growth with plastic flow. The initial defects in bamboo, along with any additional defects occurring during loading, will cause a nonlinear behaviour and a local weakness in the material.

These interactions will lead to a degradation of the global stiffness and to a subsequent decrease of the load carrying capacity of the material. The nonlinearity of bamboo can be assumed to consist of both plastic slip and micro cracking of the material as the load gradually increases. Therefore, the theory of plasticity and the principles of continuum damage mechanics can be used to model the stress-strain behaviour of bamboo under uniaxial compressive loading (Fozao et al., 2019). Continuum damage mechanics offers principally more extended possibilities for crack analyses (Brekelmans et al., 1992 and Fozao et al., 2014).

**2.2.3. Development of the Mathematical Model Fozao-Foudjet 2**

The stress-strain curves obtained from researches carried out on plain concrete under monotonic uniaxial compression show great similarities to those obtained for bamboo under similar loading regimes suggesting that expressions obtained for concrete under these loadings can be modified and used to study the behaviour of bamboo. In this article, a mathematical expression developed by Fozao and Foudjet named Fozao-Foudjet 2 is presented. This expression is developed by modifying the exponential stress-strain relationship proposed by Mazars and Pijaudier-Cabot (Sima et al., 2007), to study the behaviour of concrete under monotonic increasing uniaxial compressive loading.

The original expression from these researchers cannot be used exactly as they are given, to simulate the behaviour of bamboo under similar loading regime. This is because these expressions do not allow the softening branches to fit very well with the experimental results in certain cases. They actually under estimate the stresses in these cases. Table 3 shows the original expressions of Mazars and Pijaudier Cabot compared with the expressions Fozao-Foudjet 2.

The mathematical expressions found on the right of table 3 with the material constants, constitute the expression named Fozao-Foudjet 2. The expressions Fozao-Foudjet 2 is obtained by introducing the material constants  $\kappa_0$ ,  $\lambda_0$  and  $\lambda_1$ , to simulate the behaviour of bamboo under monotonic uniaxial compressive loading. The values of these parameters are given on table 4. The values of

**Table 3: Comparison of the expressions from Pijaudier Cabot with expressions Fozao-Foudjet 2**

N°	Original Expressions from Mazars and Pijaudier Cabot	Expressions Fozao-Foudjet 2
1	$\sigma = (1 - \varphi)E_0\varepsilon$	$\sigma = \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0}\right)^{\lambda_1} (1 - \varphi)E_0\varepsilon$ with $0.0 \leq \lambda_1 \leq 0.13$
2	$\varphi = 1 - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}(1 - B) - Be^{\left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{\varepsilon_c}\right)}$	$\varphi = 1 - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}(1 - B) - Be^{\left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{\varepsilon_c}\right)}$
3	$B = \frac{[\sigma_{c\max} - E_0\varepsilon_0]}{E_0 \left[ \varepsilon_c e^{\left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c}\right)} - \varepsilon_0 \right]}$	$B = \frac{[\sigma_{c\max} - E_0\varepsilon_0]}{E_0\varepsilon_0 \left[ (k_0)^{\lambda_0} e^{\left(\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c}\right)} - 1 \right]}$ with $k_0 = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0}$ and $1.00 \leq \lambda_0 \leq 1.38$

$\lambda_0$  and  $\lambda_1$  vary as  $1.00 \leq \lambda_0 \leq 1.38$  and  $0.0 \leq \lambda_1 \leq 0.13$ . When  $\lambda_0 = 1.00$  and  $\lambda_1 = 0.00$ , the modified equations become exactly the same as those proposed by Mazars and Pijaudier Cabot to study the behavior of concrete. The material constant  $\kappa_0$  is the ratio of the strain at maximum stress and the strain at the elastic limit. They can be used to study the behavior of bamboo under the monotonic uniaxial compressive loading regime.

**2.2.4. Envelope Curves**

From the test results, it has been realized that the envelope curves for bamboo culms subjected to cyclic uniaxial compression can be approximated by the monotonic stress-strain curves. The monotonic curve adopted as the envelope curve should verify some desirable characteristics such as:

- the slope at the origin should be equal to the initial modulus of deformation,
- it should describe correctly the ascending and the descending post peak (softening) branch and
- it should permit us to adjust the post peak behaviour to experimental results.

The mathematical model developed [Fozao-Foudjet 2] (Fozao et al., 2019), that is proposed to model the stress-strain behavior of bamboo under monotonic uniaxial compression can be used to model the envelope curves of bamboo under cyclic uniaxial compressive loading.

**3. Results**

**3.1. Presentation of tests results**

The tests results are presented in the form of graphs showing the relations between the stresses and strains which are calculated using the original sample dimensions, from the loads applied and the deformations produced. Some of the graphs from the tests results are shown in figures 2a to 2h. The stress-strain graphs are made up of the unloading

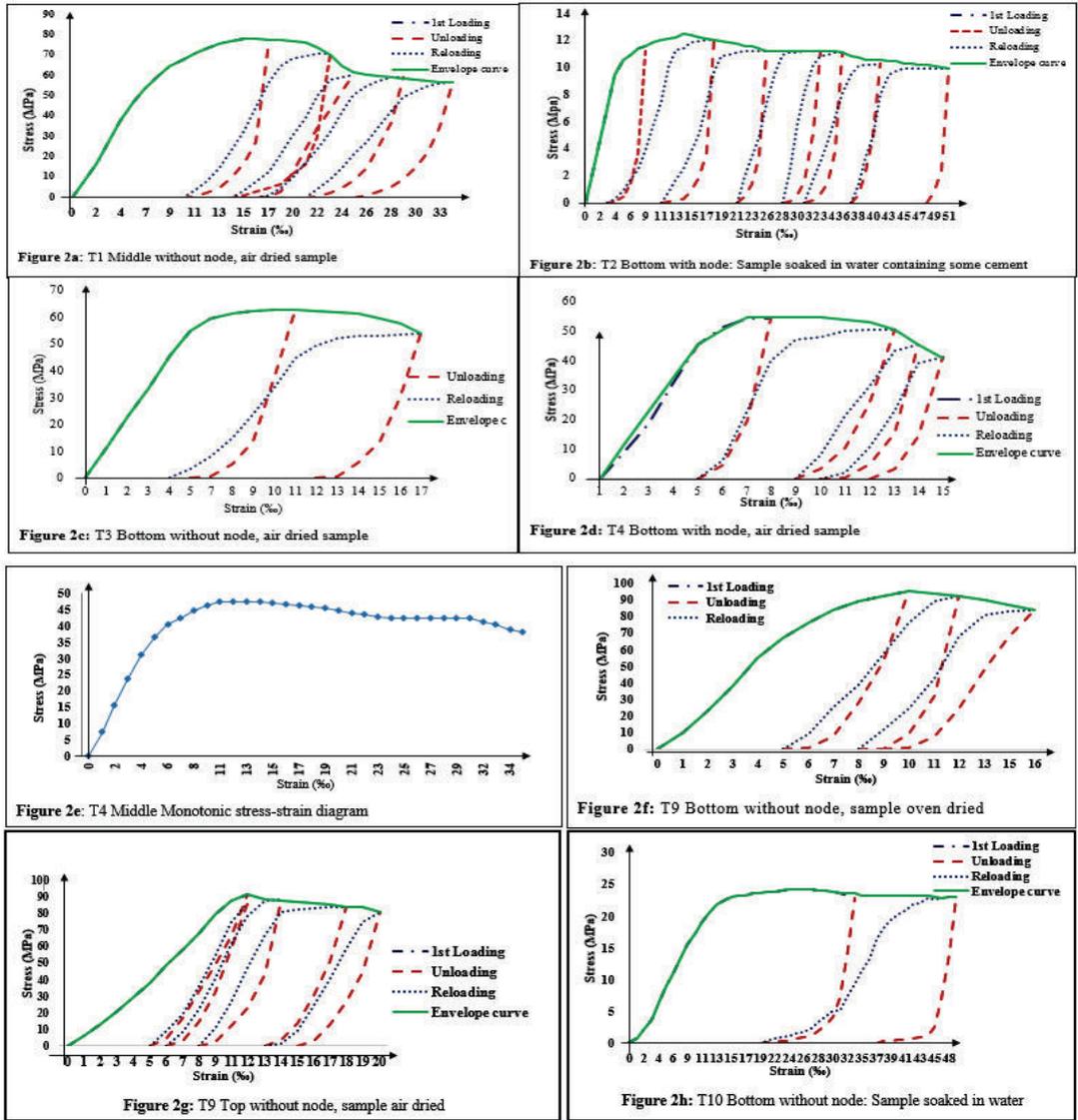


Figure 2 : Presentation of the test Result

and reloading curves as well as the envelope curves. It can be seen that the unloading and reloading curves will intersect at points, the locus of which is known as the shake down limit such that the stresses above this limit will lead to additional strains, whereas maximum stresses at or below this limit will cause the stress-strain history to go into a hysteresis loop repeating the previous cycle without further permanent strain. The shakedown limit is also known as the locus of common points.

### 3.2. Presentation of the Results from the Model

The diagrams from figures 3a to 3h represent the stress-strain diagrams produced from the measured data and those obtained from the proposed models

compared, for the envelope curves obtained from the cyclic and monotonic uniaxial compressive loading.

Each figure has three superposed graphs which are:

- Graphs from the experimental data (titled Measured).
- Graphs from the original mathematical expression of Mazars and Pijaudier Cabot (titled Mazars et al.).
- Graphs from the mathematical expression Fozao-Foudjet 2.

The parameters that have been used in the models are found on table 4. This table contains parameters for the model Fozao-Foudjet 2 and those for the model Mazars and Pijaudier Cabot compared.

Table 4 : Parameters used in the models used to study the behaviour of bamboo

General					Mazar's Equation			Fozao-Foudjet 2		
Parameter Specimen	$E_0$ (MPa)	$\sigma_{cmax}$ (MPa)	$\epsilon_c$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\epsilon_0$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\lambda_0$	$\lambda_1$	B	$\lambda_0$	$\lambda_1$	B
T1 Middle	8617.88	78.36	16.30	5.43	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	1.25
T2 Bottom	2231.41	12.52	13.83	3.191	1.00	0.00	0.508	1.38	0.13	0.206
T3 Bottom	10528.89	63.17	10.87	4.35	1.00	0.00	1.021	1.00	0.00	1.021
T4 Bottom	10513.40	54.82	8.70	3.26	1.00	0.00	1.40	1.00	0.00	1.40
T4 Middle	7419.67	47.60	13.68	4.21	1.00	0.00	0.84	1.126	0.125	0.84
T9 Top	8362.97	91.55	12.63	10.05	1.00	0.00	2.535	1.20	0.00	0.748
T9 Bottom	12875.48	95.01	10.36	5.18	1.00	0.00	1.99	1.00	0.00	1.99
T10 Bottom	1761.11	24.15	27.03	10.81	1.00	0.00	0.721	1.3	0.13	0.333

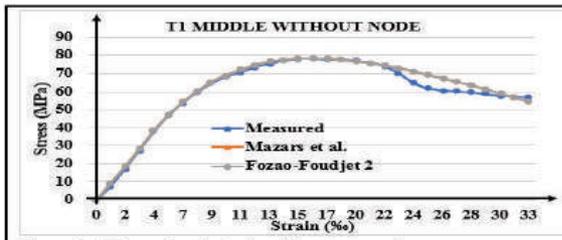


Figure 3a: Measured and calculated data compared

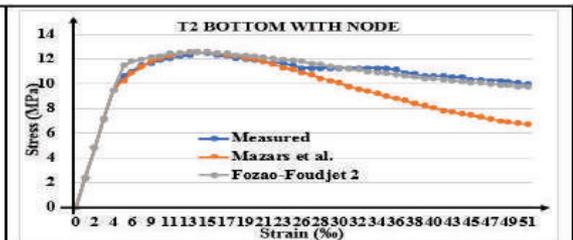


Figure 3b: Measured and calculated data compared

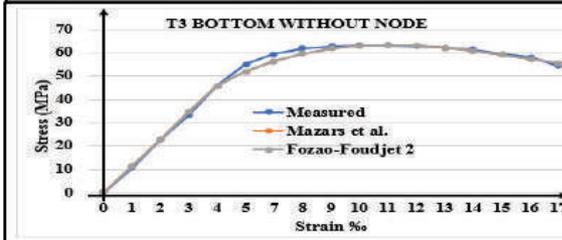


Figure 3c: Measured and calculated data compared

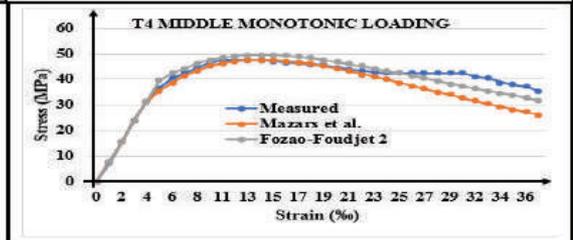


Figure 3d : Measured and calculated data compared

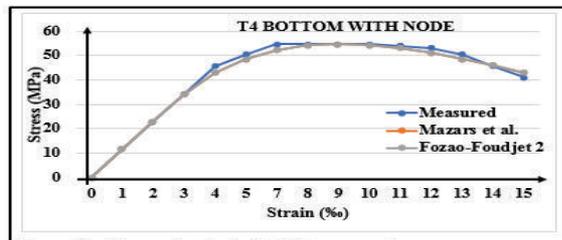


Figure 3e : Measured and calculated data compared

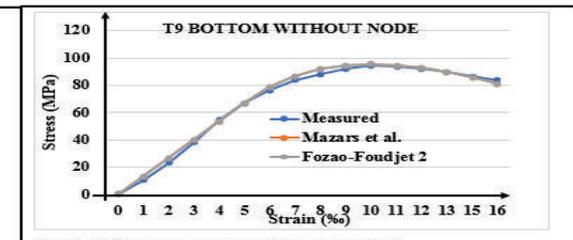


Figure 3f: Measured and calculated data compared

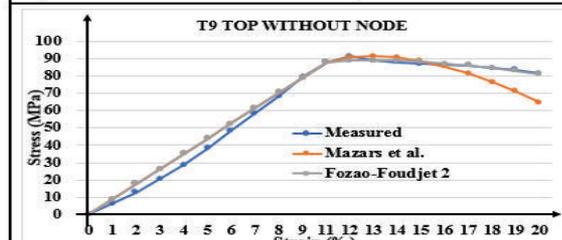


Figure 3g: Measured and calculated data compared

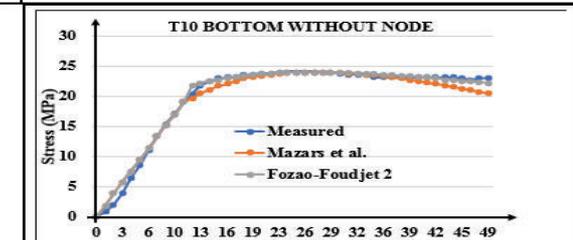


Figure 3h: Measured and calculated data compared

Figure 3: Presentation of the results from the Model

#### 4. Discussion

##### Advantages and Inconveniences of the model Developed

The models developed and proposed to be used to study the behaviour of bamboo under monotonic uniaxial and cyclic uniaxial compressive loads posses some advantages and inconveniences.

##### Advantages of the model

The advantages of this model include:

- It is very easy to use.
- The results produced from it are very accurate and are the results expected.
- It can be used to model the behaviour of any specie of bamboo under this kind of loading.
- Most of the required input for the model are obtained from the experimental data or graphs produced from the experimental data.
- It can easily be programmed using any computer programming language.
- The model does not need any yield surface or yield function.

##### Inconveniences of the model

The major inconveniences of the model are:

- Many parameters are required to completely define it,
- Some of the parameters are determined by a trial and error method.

##### Drying at very high temperatures and Soaking of Some Samples of Bamboo before Testing

Some samples of bamboo were dried in an oven for 103°C while others were soaked in water containing some cement for 43 days.

Bamboo contains hygroscopic materials and can easily absorb moisture when placed in a humid environment. These materials may contain about 50-60% moisture content, depending on the felling season, area of growth of the bamboo and the bamboo species. The higher moisture content of bamboo allows it to rot, host fungi and be eaten by insects if it is not properly dried or cured. Bamboo will be very suitable for long term use only when it has been properly dried.

Therefore, drying of bamboo around temperatures as high as 103°C or more, will completely eliminate the free water in the bamboo material causing it to

be dry enough to resist rot, fungi and insect attack. A minimum temperature of about 130°C is necessary to remove all the free water from the cell cavities of bamboo.

##### Soaking in Water

Soaking protects the bamboo from insects as it dries and leaches out starches that the insects would normally eat to survive. It also saturates the plant with water, evening out the moisture content, so as the bamboo dries, the water evaporates evenly and slowly, which can prevent cracking and splitting even in hotter weather.

##### Plasticity in Bamboo

Therefore, bamboo possesses plastic strain behaviour when loaded beyond its elastic limit. Permanent residual strains are produced in the bamboo material beyond the proportional limit after the loads are completely removed. Therefore, after the proportional limits, the behavior of bamboo deviates from the linear proportionality behaviour and becomes nonlinear.

##### Comparison of Test Results with Proposed Models

From the stress-strain diagrams plotted above, it is observed that the overall stress-strain behaviour of the proposed model Fozao-Foudjet 2 and tests results show similar configuration to each other as well as fit very well with each other.

##### Perspectives for the Future

The future in the construction industry will be found in the use of bamboo and bamboo products for modern structures. If adequate research is carried out to improve on the quality of this material and its products, then it can be used very effectively as a good construction material. The following are some areas that have been suggested for further research.

- i. Bamboo fiber reinforced plastics and composites.
- ii. Characterization of the bamboo species found in the Congo Basin Rain Forest.
- iii. Behaviour of bamboo under various tensile loading regimes.
- iv. Behaviour of bamboo under tri-axial compression and other compression loading regimes.
- v. Behaviour of bamboo fibers under tensile loads.
- vi. Behaviour of bamboo poles under dynamic loadings.

#### 4. Conclusion

In this article, monotonic and cyclic uniaxial compressive tests were carried out on several samples of the bamboo species *Oxytenantera abyssinica*, from the Congo Basin Rain Forest. Samples at various moisture contents were tested. It was realized that the oven samples had very high strengths but were very brittle and underwent very few cycles before being completely damaged while those samples soaked in water had very low strengths but underwent several cycles before being completely damaged.

Based on the present experimental investigations and the theoretical studies of the behaviour of bamboo under monotonic and cyclic uniaxial compressive loads, it can be concluded that the dominant failure mechanism observed for bamboo under uniaxial compression is axial splitting. Plasticity is also noticed when the bamboo samples were loaded above their limit of elasticity. From this study, a constitutive model, known as Fozao-Foudjet 2 has been developed to study the behaviour of bamboo under monotonic uniaxial compressive load. The following can be concluded from the study:

- 1) The proposed constitutive model was obtained by modifying the constitutive model proposed by Mazars and Pijaudier-Cabot to study the behaviour of concrete under uniaxial compressive load.
- 2) This model can be applied to study the envelope curves of bamboo under cyclic uniaxial compressive load.
- 3) The model was verified by comparing the results with a series of tests carried out on several samples of bamboo. In all cases, the results of the proposed model shows satisfactory agreement with the experimental results.
- 4) The proposed model is user friendly and can be programmed using any computer language.
- 5) Most of the input data required for the model can be obtained from monotonic uniaxial compressive tests results.

#### References

**Beldean E., Timar M.C., Porojan M., (2016).** BAMBOO – A Challenging Material for Romanian Engineers Part 2. An experimental study on its anatomy and some physical and mechanical properties. Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II: Forestry • Wood Industry •

*Agricultural Food Engineering* • Vol. 9 (58) No.2 pp.37- 44

**Chaowana, P. (2013).** Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites. *Journal of Materials Science Research*; Vol. 2, No. 2; 2013 ISSN 1927-0585 E-ISSN 1927-0593, pp. 90-102.

**Chaowana, P., Barbu, M.C. and Frühwald, A. (2014).** Bamboo a functionally graded composite material. Raw materials for the wood industry. Proceedings of the 3rd Conference on Processing Technologies for the Forest and Biobased Products Industries. PTF BPI 2014 at the *Salzburg University of Applied Sciences, Kuchl/Austria* from 24th to 26th September 2014 pp. 74-79.

**Fozao, D.S., Foudjet, E.A., Fokwa, D. and Kouam, A. (2014).** Modeling the stress-strain behaviour of Bamboo under cyclic uniaxial loading. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* vol. 2, pp. 9-27.

**Fozao, D.S., Foudjet, E.A., Fokwa, D. and Kouam, A. (2014).** An extended endochronic theory formulation of plastically deformed damaged Indian bamboo under uniaxial compression. *Journal of Applied Computational Mathematics*, volume 3, issue 6.

**Fozao, D.S. (2019).** Constitutive modeling of plastically deformed and damaged bamboo under monotonic increasing uniaxial compressive load and cyclic uniaxial compressive load using the principles of continuum damage mechanics and the theory of endochronic plasticity. A *Dissertation Submitted to the National Advanced School of Engineering University of Yaoundé I* in Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Civil Engineering with specialization in Solid Mechanics and Materials.

**Ghavami, K., Rodrigues, C.S. and Paciornik, S. (2003).** Bamboo: functionally graded Composite material. *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)* vol. 4, No. 1 (2003), pp. 1-10.

**Ghavami, K. (2005).** Bamboo as reinforcement in structural concrete elements. *Journal of Cement and Concrete Composites* vol. 27, pp. 637–649.

**Sima, J.F., Roca, P. and Molins, C. (2007).** Cyclic constitutive model for concrete. *Engineering Structures*, doi 10.1016/j.engstruct.2007.05.005, pp. 1-12.

**Xinmiao, M., Han, S., Yuyan, C. and Peng, F. (2019).** Experimental Study on Uniaxial Compression of Bamboo Nodes Using 3D Scanning Techniques. *Matec Web Conferences* 275 01022, doi.org/10.1051/mateconf/201927501022.

**Zhao, Z., Sui, X., Liu, X., Sun, W., Gong, X. (2018).** Study on Mathematical Model of Compression Performance of Bamboo Culm Integrated Bamboo Bundles Glulam Beam. Proceedings of the 2018 International Conference on Computer Modeling, Simulation and Algorithm (*CMSA Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*), vol. 151, pp. 42-47.

## Evaluation de l'impact de la correction topographique sur la précision globale de la cartographie de l'occupation du sol en zone de montagne tropicale : cas de la Région de l'Ouest Cameroun

Tiomo Dongfack E.<sup>1</sup> et Matsaguim N.C.A.<sup>2</sup>

(1) Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Dschang, Cameroun / e-mail : tiomoemmanuel2008@yahoo.fr  
(2) Département de Géographie, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines, Université de Yaoundé I, Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737868>

### Résumé

La cartographie par télédétection du couvert végétal en région montagneuse est souvent rendue difficile par la topographie. La réflectance de différents couverts végétaux varie du fait des influences combinées de la pente et de l'illumination. Cet article a pour objectif d'évaluer l'impact de la correction topographique sur la précision globale de la classification et de comparer son effet sur les performances de différents algorithmes de classification. Sept (7) modèles de correction topographiques ont été testés : Normalisation de Lambert ; Correction Cosine ; Correction Cosine modifiée par Civco (1989) ; Correction Cosine modifiée par Teillet (1982) ; Correction de Minnaert ; Correction de Minnaert avec pente modifiée par Riano (2003) ; Correction de Minnaert avec pente modifiée par

Law (2004) sur une image Landsat OLI 8 prise au-dessus de la région montagneuse de l'Ouest Cameroun. Quatre (4) algorithmes de classification (Maximum de Vraisemblance, Distance Minimum, Angle Spectral, Réseaux de Neurones Artificiels) ont été utilisés pour classer les différentes images. Les résultats montrent que le caractère (positif ou négatif) et l'importance de l'impact des modèles de correction topographique sur la précision globale de la classification est fonction de l'algorithme de classification utilisé. Toutefois, cet impact est négligeable dans l'ensemble (+2% au maximum) et par conséquent, il convient de dire que la correction topographique n'est pas indispensable dans notre zone d'étude. Il importe davantage de bien choisir l'algorithme de classification qui sera utilisé.

**Mots clés :** Télédétection, Cartographie, Correction topographique, Ouest Cameroun, Précision globale

### Abstract

Remote sensing mapping of vegetation cover in mountainous areas is often made difficult by topography. The reflectance of different vegetation cover varies due to the combined influences of slope and illumination. The objective of this paper is to evaluate the impact of topographic correction on the overall accuracy of classification, and to compare its effect on the performance of different classification algorithms. Seven (7) topographic correction models were tested: Lambert normalization; Cosine correction; Cosine Correction modified by Civco (1989); Cosine Correction modified by Teillet (1982); Minnaert Correction; Minnaert Correction with slope modified by Riano (2003); Minnaert Correction with slope modified by Law (2004) on a

Landsat OLI 8 image taken over the mountainous region of West Cameroon. Four (4) classification algorithms (Maximum Likelihood, Minimum Distance, Spectral Angle, and Artificial Neural Network) were used to classify the different images. The results show that the character (positive or negative) and importance of the impact of the topographic correction models on the overall accuracy of the classification depends on the classification algorithm used. However, this impact is negligible overall (+2% at most) and consequently, it should be said that topographic correction is not indispensable in our study area. It is more important to choose the classification algorithm that will be used.

**Keywords :** Mapping, Remote sensing, Topographic correction, West Cameroon, Overall Accuracy

### 1. Introduction

La cartographie de la couverture du sol des régions de montagne à partir des images satellites est souvent source d'imprécision du fait de la topographie. (Chen

J. et al., 2015 ; Cao X. et al., 2016). En effet, la pente a une influence sur la réflectance des objets à la surface dans la mesure où elle impacte l'angle d'incidence du rayonnement solaire (Dymond D.R. et Shepherd

J.D., 1999). La topographie influence l'illumination des objets à la surface compte tenu de l'orientation des versants vis-à-vis du soleil (Shepherd J.D. et Dymond D.R., 2002). Sur une image satellite, les objets présents sur les versants faisant face au soleil ont une brillance plus forte contrairement à ceux situés sur les versants opposés qui apparaissent plus sombres. La correction topographique implique dès lors la standardisation de l'image satellite par la correction des variations de l'illumination et de la réflectance qu'elle induit.

De nombreux auteurs ont développé différents modèles et méthodes permettant de corriger l'influence de la topographie sur les valeurs de réflectance des objets au sein des images satellites (Minnaert N., 1941 ; Teillet P.M. et al., 1982 ; Civco D.L., 1989 ; Colby J.D., 1991 ; Richter R., 1998 ; Lu D. et al., 2008 ; Kate V.R. et al., 2008 ; Balthazar V. et al., 2012 ; Szantoi Z. et Simonetti D., 2013 ; Li A. et al., 2015). Tous ces modèles se répartissent en deux groupes : ceux dits Lambertien et ceux dits Non-Lambertien. Les premiers s'appuient sur l'hypothèse que la surface du sol est un réflecteur diffus parfait, possédant la même réflectance dans toutes les directions. Par conséquent, ces modèles ne corrigent uniquement que la différence d'illumination causée par l'orientation du terrain (Jones et al., 1988, cités par Ekstrand S., 1996). Les seconds quant à eux considèrent que la surface du sol possède une réflectance qui varie suivant les directions.

Tous ces deux groupes de modèle ont été testés sur des images issues de différents capteurs tant optiques (Ekstrand S., 1996 ; Mitri G.H. et Gitaz I.Z., 2004 ; Mishra V.D. et al., 2009 ; Richter R. et al., 2009 ; Singh S. et al., 2011 ; Zhang Z. et al., 2011 ; Chen W. et Cao C., 2012 ; Gao M.L. et al., 2014 ; Vanonckelen S. et al., 2015 ; Moreira E.P. et al., 2016 ; Pimple U. et al., 2017) que radars (Samsonov S., 2010). D'une manière générale, leur performance a été évaluée selon 4 critères : 1) l'analyse visuelle ; 2) la réduction de la variance intra-classe (écart-type et coefficient de variation) ; 3) la validation des valeurs de réflectance obtenues après correction avec celles mesurées sur le terrain et 4) l'évaluation de l'influence de la correction sur la précision globale de la classification.

De nombreuses études comparatives ont été conduites et il en ressort que plusieurs ont mis en évidence les limites des modèles basés sur le théorème Lambertien

en ce qui concerne le monitoring du couvert végétal et de ses paramètres biophysiques par rapport à ceux dits Non-Lambertien (Ekstrand S., 1996 ; Riaño D., et al., 2003 ; Richter R. et al., 2009 ; Goslee S.C., 2012 ; Ediriweera S. et al., 2013 ; Gao M.L. et al., 2014 ; Pimple U. et al., 2017). Cependant, concernant le second groupe de modèles, il apparaît qu'aucun d'eux ne fait l'unanimité car si certains auteurs mettent en avant les performances de certains modèles (Hale S.R. et Rock B.N., 2003 ; Hantson S. et Chuvieco E., 2011), d'autres démontrent le contraire (Goslee S.C., 2012). Toutefois, les versions modifiées des modèles de Minnaert et de la Correction-C produisent les meilleurs résultats dans la plupart des études suscitées.

Pour la plupart de ces modèles, il est nécessaire d'utiliser un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Cependant, sa résolution spatiale a également une influence sur les résultats de la correction ainsi que sur la précision de la classification (Nichol J. et Hang L.K., 2008 ; Gao Y. et Zhang W., 2009 ; Zhang Y. et al., 2015). Zhang Y. et al. (2015) ont ainsi montré que pour une image d'une résolution spatiale de 30 m comme les images Landsat, la résolution spatiale du MNT doit être d'au moins 10 m pour que l'influence de la topographie soit entièrement corrigée. Un MNT de 30 m est plus appropriée pour des images avec une résolution spatiale de 90 m et plus.

Il ressort de toutes ces études que la correction topographique peut s'avérer nécessaire au moins dans 3 cas de figure : 1) la zone d'étude couvre une région avec d'une part une topographie accidentée et d'autre part une topographie relativement plane ; 2) l'étude utilise plusieurs images satellites prises à des heures et des saisons différentes, soit des conditions d'illumination différentes (hauteur du soleil) ; 3) l'étude utilise une image prise dans des conditions d'illumination faibles (soleil bas). Cette correction permet dès lors d'éliminer les variations superflues des valeurs de réflectance induites par la topographie ; ce qui permettrait d'améliorer la qualité des images, d'en faciliter l'interprétation visuelle et de renforcer les performances des algorithmes de classification (Richter R., 1998) ; in fine d'obtenir des niveaux de précision globale de la classification supérieure.

Notre objectif dans cette étude est donc d'évaluer l'impact de la correction topographique sur la précision globale de la classification et de comparer son effet sur les performances de différents algorithmes de classification.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Notre zone d'étude se situe dans la partie occidentale du Cameroun à savoir la Région administrative de l'Ouest qui s'étend entre 4,8° et 6,3° de latitude Nord et entre 9,4 et 11,7° de longitude Est (figure 1). Elle fait partie de la zone dite des Hautes Terres de l'Ouest Cameroun. Son altitude par rapport au niveau de la mer varie entre 242 m et 2 737 m.. La partie occidentale de cette région est celle où l'altitude est la plus élevée (>1 000 m). Les pentes y sont généralement assez fortes (>25%). La partie orientale quant à elle se caractérise par une topographie généralement plane (<=12%) en dehors de quelques zones où la topographie est relativement accidentée donnant lieu à des pentes supérieures à 25% (figure 1). La Région de l'Ouest Cameroun est une région anciennement et densément peuplée où l'agriculture représente la principale activité économique, notamment dans sa partie occidentale (Dongmo J.L., 1981). Par conséquent, le couvert végétal y est dominé principalement par les plantes cultivées. La végétation naturelle ne subsiste plus que dans des endroits difficilement exploitables.

### 2.2. L'image satellite utilisée

L'image satellite utilisée provient du capteur Landsat Operational Land Imager (OLI)-8 acquise le 27 janvier 2018 à 09:32:22. Il s'agit de la scène 186/056 (PATH/ROW) d'une résolution spatiale de 30 x 30 m. Elle recouvre à plus de 95% notre zone d'étude. Elle est sans couverture nuageuse prise dans des conditions d'illumination moyennes (élévation du soleil = 52,34° et azimut = 130,63°). Seules les bandes multispectrales ont été utilisées pour la classification.

### 2.3. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Pour pouvoir effectuer la correction topographique, nous avons utilisé un MNT disponible gratuitement en ligne. Il s'agit des images raster ASTER GDEM d'une résolution spatiale de 30 x 30 m. Ces images ont été prétraitées afin d'éliminer les imperfections éventuelles.

### 2.4. Les algorithmes de classification et le choix des régions d'intérêt (ROI)

Deux grandes familles d'algorithmes de classification ont été retenues : ceux dits paramétriques et ceux dits non paramétriques. Les premiers s'appuient sur l'hypothèse que les valeurs de réflectance de chacune

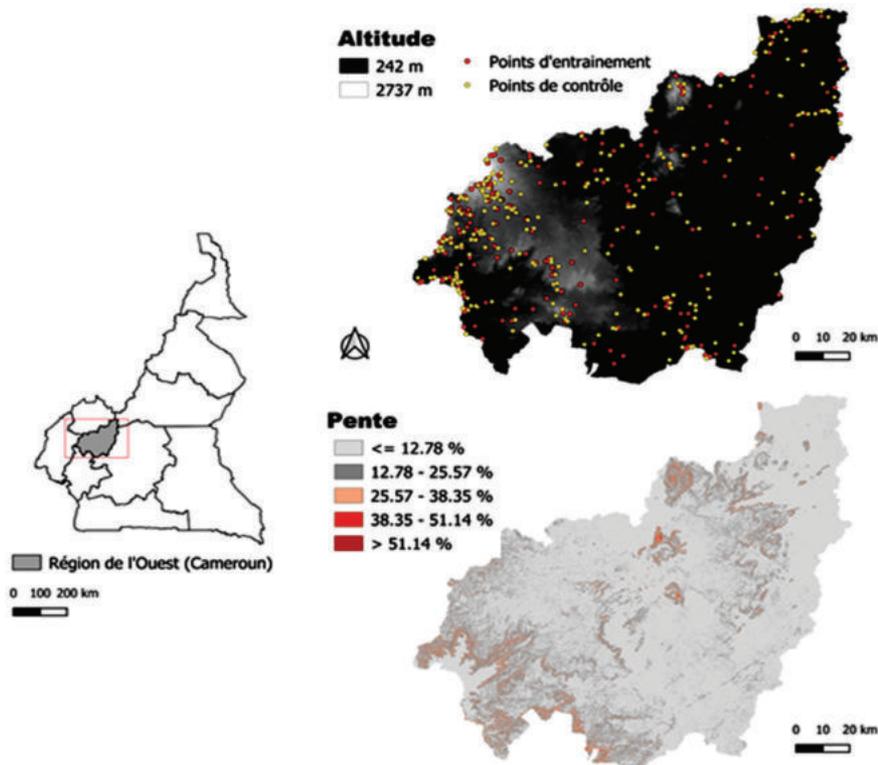


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et des régions d'intérêts utilisées pour la classification

des classes définies suivent une loi normale. Ils requièrent dès lors qu'un grand nombre de ROI soit défini pour chacune des classes (Jensen J.R., 2015). Le principal algorithme de classification dans cette famille est le Maximum de Vraisemblance (MV) qui a été retenu. Les deuxièmes s'appuient sur les algorithmes non paramétriques et à cet effet, nous avons retenu les plus cités parmi ceux basés sur la distance (la Distance Minimum - DM), sur les angles (Spectral Angle Mapper - SAM), et s'appuyant sur les principes de l'intelligence artificielle (les Réseaux de Neurones Artificiels - RNA). Les RNA ont montré leur efficacité dans notre zone d'étude (Matsaguim N.C.A. et al., 2019) où un total de 512 ROI a été défini pour 15 classes retenues. Ils sont principalement localisés sur les secteurs à fortes pentes de la zone d'étude (figure 1).

### 2.5. Les modèles de correction topographique

Nous avons retenu 7 modèles de correction topographique : 1) la Normalisation de Lambert ; 2) la Correction Cosine ; 3) la Correction Cosine modifiée par Civco (1989) ; 4) la Correction Cosine modifiée par Teillet (1982) ; 5) la Correction de Minnaert ; 6) la Correction de Minnaert avec pente modifiée par Riano (2003) ; 7) la Correction de Minnaert avec pente modifiée par Law (2004). Afin de pouvoir évaluer l'effet de la correction topographique sur la précision globale de la classification de l'image, nous avons effectué la correction atmosphérique séparément de celle topographique tel que suggéré par Meyer P. et al. (1993).

## 3. Résultats

### 3.1. Impacts de la correction topographique sur la précision globale de la classification

Il ressort d'une manière générale que l'impact des modèles de correction topographique sur la précision globale de la classification est fonction de l'algorithme de classification utilisé pour une même image satellite et les même ROI. Le tableau 1 compare les niveaux de précision (Précision Globale et Coefficient de Kappa) obtenus à partir de l'image non corrigée (image de référence) à ceux obtenus à partir de celles corrigées grâce aux différents modèles de correction retenus. Les algorithmes de classification sont classés par ordre décroissant selon le niveau de précision obtenu sur l'image non corrigée de l'influence de la topographie. Nous constatons que :

- d'une manière générale, la correction topographique a un impact négatif sur le niveau de la précision globale de la classification ;
- l'importance de cet impact négatif sur le niveau de la précision globale de la classification est fonction d'une part du modèle de correction topographique utilisé, et d'autre part de l'algorithme de classification employé pour classer l'image ;
- aucun modèle de correction topographique n'apparaît comme le plus performant sur la totalité des algorithmes de classification.

Dans le détail, nous constatons que l'algorithme de

**Tableau 1 : Comparaison de la précision globale de la classification obtenue sans et avec la correction topographique**

		Image de Référence	Norm. Lambert	Cor. Cosine	Civco (1989)	Teillet (1982)	Minnaert	Riano (2003)	Law (2004)
Réseaux de Neurones Artificiels (RNA)	Précision globale	82,55	78,46	0,54	78,46	0,44	78,50	81,52	81,47
	Coefficient de kappa	0,75	0,69	0,00	0,69	0,00	0,70	0,74	0,74
Maximum de Vraisemblance (MV)	Précision globale	81,97	84,32	81,15	81,23	81,16	81,44	81,43	81,43
	Coefficient de kappa	0,75	0,76	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Distance Minimum (DM)	Précision globale	20,99	20,57	21,54	20,57	20,58	21,46	20,54	20,54
	Coefficient de kappa	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17
Spectral Angle Mapper (SAM)	Précision globale	20,40	20,40	20,40	20,40	20,40	20,40	20,40	20,40
	Coefficient de kappa	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

classification RNA est celui qui assure une meilleure classification de l'image non corrigée avec la précision la plus élevée (82,55%). Cependant, c'est également sur cet algorithme de classification que les modèles de correction topographique ont les impacts négatifs les plus importants. C'est notamment le cas des modèles de correction topographique : Correction Cosine et Correction Cosine modifiée par Teillet (1982) (tableau 1). L'impact négatif des différents modèles de correction varie ici entre -1,08% et -82,11%.

L'algorithme de classification MV obtient un niveau de précision sur l'image non corrigée comparable à celui obtenu avec l'algorithme RNA (81,97%). Cependant nous observons que, bien que l'impact de la correction topographique soit négatif pour six des modèles de correction utilisés, cet impact est négligeable (-0,53% à -0,82%). Un modèle de correction permet d'améliorer le niveau de précision de la classification de +2,35% en utilisant cet algorithme de classification. Il s'agit du modèle de correction topographique : Normalisation de Lambert.

Les algorithmes de classification DM et SAM obtiennent de niveaux de précision très bas sur l'image non corrigée, soit 20% seulement. Toutefois, nous constatons que la correction topographique n'a aucune influence sur le niveau de précision

obtenu avec l'algorithme SAM. En ce qui concerne l'algorithme DM, deux modèles de correction sur les sept apportent une amélioration. Cependant, l'influence de la correction topographique sur le niveau de précision obtenue avec cet algorithme de classification est négligeable (-0,45% à +0,55%).

### 3.2. Impacts de la correction topographique sur la précision au niveau des différentes classes

Compte tenu de résultats du tableau 1, nous ne présentons ici que ceux obtenus pour les algorithmes de classification RNA et MV. De plus, étant donné que les modèles de correction topographique ont des impacts soit négatifs, soit positifs, seuls les résultats des deux modèles qui améliorent le plus le niveau de précision de la classification sont présentés. L'indicateur de précision utilisée est la précision de l'utilisateur (User's Accuracy).

Il ressort du tableau 2 que l'algorithme de classification RNA a de très mauvaises performances sur certaines classes à partir de l'image non corrigée (Image de Référence) en dépit du fait qu'il obtient le niveau de précision global le plus élevé (tableau 1). Nous constatons que la correction de l'influence de la topographie en utilisant les modèles de Law (2004) et de Riano (2003) ne permet pas d'améliorer significativement ses performances sur ces classes.

Tableau 2 : Comparaison au niveau de chaque classe de la précision de l'utilisateur obtenue sans et avec la correction topographique

	RNA (%)			MV (%)		
	Image de Référence	Law (2004)	Riano (2003)	Réf.	Riano (2003)	Norm. Lambert
Cours d'eau	0,00	7,97	7,27	43,98	34,13	31,36
Cultures (vivrier, maraîcher)	83,45	83,03	83,28	87,76	88,01	0,00
Cultures industrielles (Thé)	91,97	90,85	91,06	96,76	96,76	96,30
Dépôt de sable	0,00	0,00	0,00	13,50	14,10	11,90
Lacs / Retenues d'eau	92,83	96,40	96,23	98,28	98,36	98,45
Prairies / Pâturages	6,32	10,02	9,93	12,60	15,03	24,33
Raphiale / Végétation hygrophYTE	65,91	84,25	83,13	65,69	62,36	60,44
Sols nus / Rochers / Carrières	55,12	20,80	21,02	48,80	45,16	69,42
Surfaces brûlées	82,52	81,60	81,53	82,98	83,06	89,73
Villes, Zone d'habitation, Infrastructures	83,97	74,94	75,03	79,95	80,59	81,33
Végétation ligneuse dominante et dense	59,73	52,58	52,91	79,47	76,78	77,50
Végétation ligneuse peu dense	68,15	67,37	67,39	82,28	82,68	86,83
Végétation mixte (arbres + herbes + sols nus)	65,25	62,02	61,53	44,98	45,78	40,20
Zones humides mises en valeur (Agriculture)	0,00	0,00	0,00	24,94	25,00	41,18
Zones humides non mises en valeur	1,66	7,80	8,17	21,72	22,17	23,61

Les améliorations observées sont de l'ordre de +3 à +20% alors que les détériorations sont quant à elles comprises entre -0,5 et -35%. Ces dernières concernent 53% des classes contre 33% pour celles qui ont vu leur précision améliorée avec la correction de l'influence de la topographie.

En ce qui concerne l'algorithme MV, ses performances sur les classes très mal classifiées par l'algorithme RNA sont meilleures sur l'image non corrigée. C'est ce qui explique le niveau de précision global obtenu avec cet algorithme qui est comparable à celui obtenu avec le précédent. Toutefois, la correction topographique permet d'améliorer ses performances

de l'ordre de +0,5 à +20% pour 53 à 67% des classes. La difficulté à correctement classifier certaines classes comme celle des cours d'eau par exemple s'explique par la diversité des signatures spectrales observées à l'échelle de la zone d'étude pour la même classe (tableau 2). Cette diversité des réponses spectrales pour une même classe est source de confusion interclasse. C'est notamment le cas des cours d'eau et retenues d'eau avec la végétation. La figure 2 (gauche) présente les signatures spectrales moyennes des deux classes concernant l'eau qui ont été définies dans notre zone d'étude. Nous constatons que la signature spectrale moyenne de l'eau est

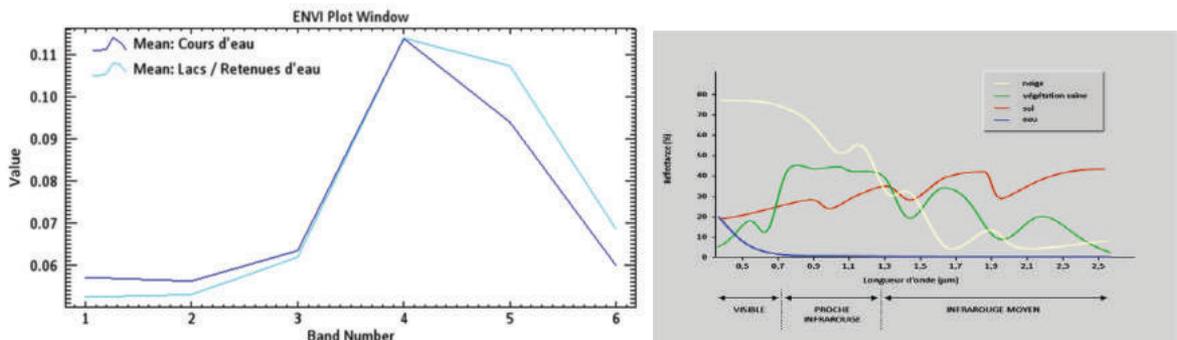


Figure 2 : Signatures spectrales moyennes : (gauche) de l'eau dans notre zone d'étude ; (droite) des surfaces naturelles dans le domaine du visible, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen

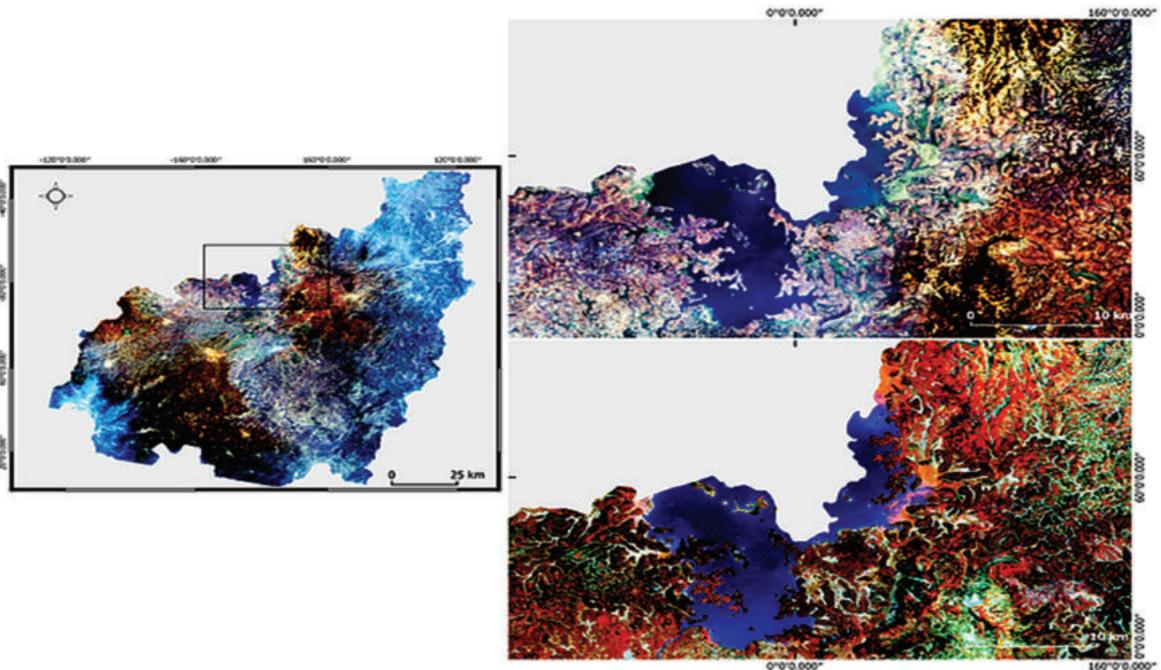


Figure 3 : Exemple de variation de la couleur de l'eau dans la zone d'étude causée par la concentration des matières en suspension (Composition colorée de l'image Landsat OLI 8 du 27/01/2018)

similaire à celle de la végétation (figure 2 - droite) avec un maximum de réflectance dans le spectre de l'infrarouge (bande 4 de l'image Landsat).

Cela s'explique par le fait qu'à l'échelle de notre zone d'étude, la surface de l'eau n'est pas identique en tout point. Certains cours d'eau ou lacs ont leur surface en partie ou totalement recouverte de matières en suspension et autres ; ce qui affecte sa signature spectrale. En effet, cette signature dépend non seulement des molécules d'eaux mais aussi des constituants dissous ou en suspension (comme les particules, les algues, la matière organique, etc.), ainsi que de l'état de rugosité de la surface (Girard M.C. et Girard C., 2003). Dans notre zone d'étude, cette situation s'observe principalement au niveau des lacs et retenues d'eaux comme l'illustre la figure 3. On y observe la variation de la couleur de l'eau d'Ouest en Est de la retenue d'eau du fait de la concentration plus ou moins forte des constituants dissous ou en suspension.

#### 4. Discussion

Au vu des résultats, il est possible de dire que la correction topographique n'est pas indispensable dans notre zone d'étude notamment lorsque l'image satellite utilisée a été prise dans des conditions d'illumination au moins comparables à celle de l'image utilisée dans cette étude. Au regard du grand nombre de modèles de correction topographique qui existe, il importe de bien choisir celui à utiliser car, comme nous l'avons constaté, il peut avoir un effet plutôt négatif. Toutefois, dans le cas où cet impact serait positif, son ordre de grandeur peut être négligeable. Ces résultats sont en accords avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans d'autres régions du monde.

En effet, Mitri G.H. et Gitaz I.Z. (2004) ont travaillé sur une région montagneuse de Grèce et ont montré que la correction de la topographie à partir du modèle de Minnaert (1941) n'apportait qu'une amélioration infime (1,16%) de la précision globale de la classification. Ils concluent alors que cette correction n'est pas indispensable pour cette région d'étude. C'est à la même conclusion que sont parvenus Vanonckelen S. et al. (2015) dans leur étude portant sur une région montagneuse située en Roumanie. Ces derniers observent que la correction topographique a une influence moins importante sur la précision globale de la classification que le choix de l'algorithme de classification à utiliser. Dans cette étude, l'amélioration

de la précision globale après correction de l'influence de la topographie n'est que de l'ordre de 0 à 2% sur l'ensemble des images traitées. C'est également le même ordre de grandeur qu'obtiennent Pimple U. et al. (2017) en Thaïlande. Il faut noter que pour l'ensemble des études suscitées, la précision globale obtenue à partir de l'image non corrigée était déjà relativement élevée, soit supérieure à 80%.

De même, Zhang Z. et al. (2011), dans une étude comparative menée en Chine comparent six modèles de correction topographique différents (Cosine Correction, Minnaert Correction, C-Correction, Sun-canopy-sensor Correction, two-stage topographic normalization, and slope matching technique). Ils observent qu'aucun des modèles de correction ne parvient à améliorer significativement la précision globale de la classification obtenue en utilisant comme algorithme de classification les Réseaux de Neurones Artificielles (RNA). De même à l'échelle des différents couverts végétaux, la correction conduit à des résultats mitigés ; certaines classes voient leur précision améliorée tandis que d'autres voient la leur décroître comparativement aux résultats obtenus avec l'image non corrigée.

Cependant, Hale S.R. et Rock B.N. (2003) obtiennent une amélioration significative de l'ordre de 10% tant de la précision globale et du coefficient de Kappa que de celles du producteur (Producer's accuracy) et de l'utilisateur (User's accuracy) en utilisant le modèle de Minnaert (1941) mais dans une région située aux USA. Toutefois, la précision globale obtenue avec l'image non corrigée est faible (49%).

Il semble donc que l'impact de la correction topographique sur la précision globale de la classification est moins déterminant que le choix de l'algorithme de classification dont les performances dépendent principalement du type d'image utilisé, du site étudié, de la date d'acquisition de l'image qui renvoie aux conditions atmosphériques et de la définition des zones d'entraînement (Richards J.A. et Jia X., 2006). Contrairement aux recommandations de Zhang Y. et al. (2015) concernant au choix de la résolution spatiale du MNT en fonction de celle de l'image à corriger, nous avons utilisé un MNT de 30 m au lieu de 10 m. Il est par conséquent évident que l'influence de la topographie n'a pu être entièrement corrigée notamment sur des secteurs aux pentes fortes. Cela peut justifier le caractère négatif généralisé des différents modèles de correction

utilisés contrairement aux résultats obtenus dans les autres études où elle est positive. Toutefois, il convient de constater que les ordres de grandeur sont comparables, mais également que les résultats obtenus sans effectuer de correction topographique sont bien meilleurs.

## 5. Conclusion

Au terme de cette étude sur l'importance que peut avoir la correction topographique sur la précision globale de la classification d'une image satellite en zone montagneuse ainsi que sur les performances des algorithmes de classification, nous avons pu constater que cette opération n'est pas indispensable pour notre zone d'étude ; notamment lorsque les conditions d'illumination au moment de la prise de vue de l'image satellite sont de moyennes à élevées. En effet, nous nous sommes rendu compte que pour l'ensemble des sept modèles de correction topographique évalués aucun ne conduisait à une amélioration significative du niveau de la précision globale de la classification; bien au contraire, ils ont eu une influence bien plus péjorative sur les performances de certains algorithmes de classification comme les Réseaux de Neurones Artificielles. Les résultats de cette étude montrent que bien plus que les choix du modèle de correction topographique, la précision globale de la classification dépend davantage dans notre zone d'étude du choix de l'algorithme de classification d'une part, et d'autre part de la définition des régions d'intérêt.

## Références

- Balthazar, V., Vanacker, V., Lambin, E.F. (2012).** Evaluation and parameterization of ATCOR3 topographic correction method for forest cover mapping in mountain areas, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 18, pp: 436–450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2012.03.010>
- Cao, X., Chen, X.H., Zhang, W.W., Liao, A.P., Chen, L.J., Chen, Z.G., Chen, J. (2016).** Global cultivated land mapping at 30 m spatial resolution, *Science China Earth Sciences*, Vol. 59, pp : 2275–2284. DOI: 10.1007/
- Chen, W., Cao, C. (2012).** Topographic Correction-Based Retrieval of Leaf Area Index in Mountain Areas, *J. Mt. Sci.*, Vol. 9, pp: 166–174. DOI: 10.1007/s11629-012-2248-2
- Chen, J., Chen, J., Liao, A.P., Cao, X., Chen, L.J., Chen, X.H., He, C.Y., Han, G., Peng, S., Lu, M., Zhang, W.W., Tong, X.H., Mills, J. (2015).** Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 103, 7-27. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002
- Civco, D.L. (1989).** Topographic normalization of Landsat Thematic Mapper digital imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 55, pp: 1303–1309.
- Colby, J.D. (1991).** Topographic normalization in rugged terrain, *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, vol. 57, pp: 531–537.
- Dongmo, J.L. (1981).** Le dynamisme Bamiléké (Cameroun). Volume I : la maîtrise de l'espace agraire, Yaoundé, CEPER.
- Dymond, D.R. et Shepherd, J.D. (1999).** Correction of the Topographic Effect in Remote Sensing, *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, VOL. 37, NO. 5, pp. 2618 - 2620
- Ediriweera, S., Pathirana, S., Danaher, T., Nichols, D., Moffiet, T. (2013).** Evaluation of Different Topographic Corrections for Landsat TM Data by Prediction of Foliage Projective Cover (FPC) in *Topographically Complex Landscapes*, *Remote Sensing*, Vol. 5, pp; 6767-6789. DOI:10.3390/rs5126767
- Ekstrand, S. (1996).** Landsat TM-Based Forest Damage Assessment: Correction for Topographic Effects, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 62, No. 2, pp. 151-161.
- Gao, M.L., Zhao, W.J., Gong, Z.N., Gong, H.L., Ghen, Z., Tang, X.M. (2014).** Topographic Correction of ZY-3 Satellite Images and Its Effects on Estimation of Shrub Leaf Biomass in Mountainous Areas, *Remote Sensing*, Vol. 6, pp: 2745-2764. DOI:10.3390/rs6042745
- Gao, Y., Zhang, W. (2009).** LULC Classification and Topographic Correction of Landsat-7 ETM+ Imagery in the Yangjia River Watershed: the Influence of DEM Resolution, *Sensors*, Vol. 9, pp: 1980-1995. DOI:10.3390/s90301980
- Girard, M.C., Girard, C. (2003).** Processing of Remote Sensing Data, A.A. Balkema.

- Goslee, S.C. (2012).** Topographic Corrections of Satellite Data for Regional Monitoring, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 78, No. 9, pp. 973–981.
- Hale, S.R., Rock, B.N. (2003).** Impact of Topographic Normalization on Land-Cover Classification Accuracy, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 69, No. 7, pp. 785–791.
- Hantson, S., Chuvieco, E. (2011).** Evaluation of different topographic correction methods for Landsat imagery, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 13, pp: 691–700. DOI:10.1016/j.jag.2011.05.001
- Jensen, J.R. (2015).** Introductory digital image processing: a remote sensing perspective, USA, Pearson,
- Kane, V.R., Gillespie, A.R., McGaughey, R., Lutz, J.A., Ceder, K., Franklin, J.F. (2008).** Interpretation and topographic compensation of conifer canopy self-shadowing, *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, pp: 3820–3832. DOI:10.1016/j.rse.2008.06.001
- Li, A., Wang, Q., Bian, J., Lei, G. (2015).** An Improved Physics-Based Model for Topographic Correction of Landsat TM Images, *Remote Sensing*, Vol. 7, pp: 6296–6319. DOI:10.3390/rs70506296
- Lu, D., Ge, H., He, S., Xu, A., Zhou, G., Du, H. (2008).** Pixel-based Minnaert Correction Method for Reducing Topographic Effects on a Landsat 7 ETM Image, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 74, No. 11, pp. 1343–1350.
- Matsaguim, N.C.A., Tiomo, D.E., Ngoufo, R. (2019).** Méthode simplifiée pour la cartographie de l'occupation du sol en zone de montagne : cas du bassin versant de la Menoua (Région de l'Ouest-Cameroun), *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, Vol. 13, pp: 21–33. DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3518832>
- Meyer, P., Itten, K., Kellenberger, T., Sandmeier, S., Sandmeier, R. (1993).** Radiometric correction of topographically induced effects on Landsat TM data in alpine environment. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 48, pp: 17–28.
- Minnaert, N. (1941).** The reciprocity principle in lunar photometry. *Astrophys. Journal*, Vol. 93, pp: 403–410.
- Mishra, V.D., Sharma, J.K., Singh, K.K., Thakur, N.K., Kumar, M. (2009).** Assessment of different topographic corrections in AWiFS satellite imagery of Himalaya terrain, *Journal of Earth System Science*, Vol. 118, No. 1, pp. 11–26.
- Mitri, G.H., Gitaz, I.Z. (2004).** A performance evaluation of a burned area object-based classification model when applied to topographically and non-topographically corrected TM imagery, *International Journal of Remote Sensing*, VOL. 25, N° 14, pp: 2863–2870. DOI: 10.1080/01431160410001688321
- Moreira, E.P., Valeriano, M.M., Sanchez, L.D.A., Formaggio, A.R. (2016).** Topographic effect on spectral vegetation indices from Landsat TM data: is topographic correction necessary?, *Boletim de Ciências Geodésicas*, Vol. 22, n° 1, pp: 95–107.
- Nichol, J., Hang, L.K. (2008).** The Influence of DEM Accuracy on Topographic Correction of Ikonos Satellite Images, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 74, No. 1, January 2008, pp. 47–53.
- Pimple, U., Sitthi, A., Simonetti, D., Pungkul, S., Leadprathom, K., Chidthaisong, A. (2017).** Topographic Correction of Landsat TM-5 and Landsat OLI-8 Imagery to Improve the Performance of Forest Classification in the Mountainous Terrain of Northeast Thailand, *Sustainability*, Vol. 9, N° 258, 26 p. DOI:10.3390/su9020258
- Riaño, D., Chuvieco, E., Salas, J., Aguado, I. (2003).** Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types, *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, Vol. 41, No. 5, pp: 1056–1061. DOI:10.1109/TGRS.2003.811693
- Richards, J.A., Jia, X. (2006).** Remote Sensing Digital Image Analysis. *An introduction, 4th edition*, SpringerVerlag Berlin Heidelberg.
- Richter, R. (1998).** Correction of satellite imagery over mountainous terrain, *APPLIED OPTICS*, Vol. 37, No. 18, pp: 4004–4015.
- Richter, R., Kellenberger, T., Kaufmann, H. (2009).** Comparison of Topographic Correction Methods, *Remote Sensing*, Vol. 1, pp: 184–196. DOI:10.3390/rs1030184
- Samsonov, S. (2010).** Topographic Correction for ALOS PALSAR Interferometry, *IEEE Transactions*

*On Geoscience And Remote Sensing, Vol. 48, No. 7, pp: 3020-3027. DOI: 10.1109/TGRS.2010.2043739*

**Shepherd, J.D. et Dymond, D.R. (2002).** Correcting satellite imagery for the variance of reflectance and illumination with topography, *International Journal of Remote Sensing, vol. 24, N° 17, pp. 3503–3514. DOI: 10.1080/01431160210154029*

**Singh, S., Sharma, J.K., Mishra, V.D. (2011).** Comparison of Different Topographic Correction Methods using AWiFS Satellite Data, *International Journal Of Advanced Engineering Sciences And Technologies, Vol. 7, Issue 1, pp: 85 – 91.*

**Szantoi, Z., Simonetti, D. (2013).** Fast and Robust Topographic Correction Method for Medium Resolution Satellite Imagery Using a Stratified Approach, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol. 6, No. 4, pp: 1921-1933. DOI:10.1109/JSTARS.2012.2229260*

**Teillet, P.M., Guindon, B., Goodenough, D.G. (1982).** On the slope-aspect correction of

multispectral scanner data. *Can. J. Remote Sensing, Vol. 8, pp: 84–106.*

**Vanonckelen, S., Lhermitte, S., Van Rompaey, A. (2015).** The effect of atmospheric and topographic correction on pixel-based image composites: Improved forest cover detection in mountain environments, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 35, pp: 320–328. http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2014.10.006*

**Zhang, Y., Yan, G., Bai, Y., (2015).** Sensitivity of Topographic Correction to the DEM Spatial Scale, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, VOL. 12, NO. 1, pp: 53-57. DOI:10.1109/LGRS.2014.2326000*

**Zhang, Z., De Wulf, R.R., Van Coillie, F.M.B., Verbeke, L.P.C., De Clercq, E.M., Ou, X. (2011).** Influence of different topographic correction strategies on mountain vegetation classification accuracy in the Lancang Watershed, *China, Journal of Applied Remote Sensing, Vol. 5, 21 p. DOI:10.1117/1.3569124*

## Participation et gestion intégrée des ressources des mangroves dans la presqu'île de Bakassi, Région du Sud-Ouest au Cameroun

Nikoyo E.Y.E.<sup>1</sup>, Tchekoté H.<sup>1,2</sup>, Moudingo J.H.<sup>3</sup> et Kuété M.<sup>2</sup>

(1) Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA Forêt-Bois), Yaoundé, Cameroun / e-mail : yvemma@gmail.com

(2) Département de Géographie, Université de Dschang, Cameroun

(3) Département de Biologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala, Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737854>

### Résumé

La péninsule de Bakassi est un territoire qui a été marqué par les conflits opposant le Cameroun au Nigeria. Ces conflits se sont soldés par la signature d'un accord appelé Green Tree Accord. Cet accord purement politique n'avait pris en compte ni les écosystèmes, ni la participation des acteurs en général et des populations locales en particulier à la gestion durable des mangroves. Pourtant ces écosystèmes, très fragiles, subissent d'énormes pressions tant de la part des populations qui en dépendent largement pour survivre que des entreprises pétrolières et agroindustrielles dont les installations modifient leurs organisations. Le but de ce travail est donc d'analyser la participation des acteurs qui interviennent dans la péninsule dans une perspective de gestion intégrée des mangroves. Des enquêtes semi-structurées et par questionnaires ont été menées auprès des personnes ressources des localités de Ekondo Titi, Mundemba, Isangele, Kombo Itindi, Kombo Abedimo, ainsi, 150 personnes ont fait l'objet d'une enquête

par questionnaire. Ces enquêtes ont été complétées par des observations de terrain et la revue des documents. Il en ressort que plusieurs acteurs se côtoient dans la péninsule de Bakassi. Il s'agit de l'État, des communautés locales, des entreprises pétrolières, des autorités traditionnelles, des associations villageoises et des agro-industries. Parmi ces acteurs, certains exercent plus d'influence (État) sur la gestion des écosystèmes de mangrove tandis que d'autres, notamment les communautés locales en dépendent. Les acteurs comme les entreprises pétrolières, le Programme National de Développement Participatif ont mis en œuvre des stratégies de prise en compte de la participation, en vue notamment de l'élaboration des études d'impact ou des plans communaux. Une analyse de ces stratégies par la matrice FFOM (Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces) nous a permis de proposer un cadre de participation adéquat en vue d'une gestion intégrée des ressources.

**Mots clés :** Gestion intégrée, mangroves, Cameroun, Nigéria, Bakassi

### Abstract

The Bakassi Peninsula is a territory that has been marked by conflicts between Cameroon and Nigeria. These conflicts resulted in the signing of a purely political agreement called Green Tree Accord. This agreement did not take into account neither ecosystems, nor the participation of actors in general and local populations in particular in the sustainable management of mangroves. Yet these fragile ecosystems are under enormous pressure from populations that rely heavily on them to survive as well as from oil and agro-industrial companies whose facilities are changing their organizations. The aim of this work is therefore to analyze the participation of the actors involved in the peninsula in an integrated mangrove management perspective. Semi-structured and questionnaire surveys were carried out among the populations and resource persons in the localities of Ekondo Titi, Mundemba, Isangele, Kombo Itindi and Kombo Abedimo;

therefore, 150 people were surveyed by questionnaire. These surveys were supplemented by field observations and a review of the documents. It appears that several actors are working together in the Bakassi peninsula. These are the State, local communities, oil companies, traditional authorities, village associations and agro-industries. Some of these actors have more influence (State) on the management of mangrove ecosystems, while others including local communities depend on it. Actors such as petroleum companies, National Participatory Development Program have implemented strategies to take into account participation, with a view in particular to the development of impact studies or communal plans. An analysis of these strategies by the SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) Matrix allowed us to propose an adequate participation framework for integrated resource management.

**Keywords :** Integrated management, mangroves, Cameroon, Nigeria, Bakassi

## 1. Introduction

La péninsule de Bakassi (encore appelée Rio del Rey) fait partie de la zone frontalière terrestre et maritime entre la République du Cameroun et la République Fédérale du Nigéria (Eba'a A., 2013). Cette péninsule, très riche en pétrole et en gaz, contient 10% des réserves mondiales (Ntiga, 2008) et a été l'objet de nombreux conflits entre le Cameroun et le Nigéria, qui réclamaient chacun son entière souveraineté. Néanmoins, suite à de nombreuses négociations et aux plaidoiries à la Cour Internationale de Justice de la Haye, un accord dénommé Green Tree accord, a été signé aux Etats-Unis le 12 juin 2006 entre le Cameroun et le Nigéria, reconnaissant la péninsule de Bakassi comme «territoire légitime» de la République du Cameroun (Eba'a A., 2013 ; Owona-Mfegue, 2013). Cependant, cet accord qui est d'une référence internationale en matière de résolution pacifique de conflits frontaliers n'a pas pris en compte la gestion, la valorisation et la protection des ressources naturelles que regorge cette région. En effet, la région dispose d'importantes réserves de pétrole et de gaz naturel et une biodiversité très riche en termes de faune et de flore. On y identifie d'ailleurs six espèces endogènes à savoir: *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), *Avicennia germinans* (Avicenniaceae), *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus* (Combretaceae), les espèces exotiques *Nypa fruticans* (Arecaceae), 32 espèces de phytoplanctons de mangroves qui sont regroupées en trois classes (Bacilliophyceae, Dinophyceae et cyanophycées ; On y retrouve aussi 24 espèces de zooplanctons et plus de 20 espèces de poissons (Ajonina et al., 2004; CBD, 2009) auxquels il faut ajouter de nombreuses activités anthropiques.

C'est dans la perspective de prendre en compte ces ressources que le gouvernement camerounais et ses partenaires, ont lancé le projet Participative Integrated Ecosystem Services Management Plans for Bakassi Post Conflict Ecosystems (PINESMAP-BPCE) dont l'objectif premier est d'aller vers une gestion intégrée tout en mettant l'emphase sur la protection de la mangrove de la péninsule. L'importance de cet écosystème n'est plus à démontrer, tant pour l'homme que pour les ressources halieutiques (Jadot, 2016). Cependant, quoique bien pensé, ce projet manque de cadre de participation nécessaire pour une implication optimale de tous les acteurs dont les activités ont de loin ou de près un impact sur ces

mangroves. Or, si l'idée est de «relever le défi de la prise en charge active de la biodiversité comme méthode de son maintien, en faisant un patrimoine commun local d'intérêt général» (Ollagnon, 2006), la prise en compte de la participation des acteurs dans un cadre bien précis devient indispensable à la gestion durable de cette biodiversité, car comme le faisait remarquer Brédif et Simon (2014), dans la gestion des écosystèmes, «les acteurs sont doués d'une capacité d'expertise».

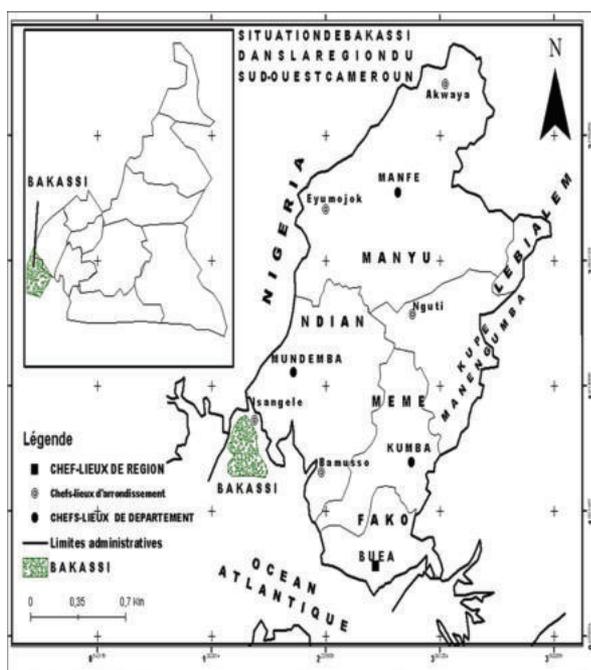
Au regard de ce qui précède, la présente recherche se propose d'analyser la participation des acteurs locaux dans la gestion intégrée des écosystèmes à mangroves de cette région dans un contexte de forte pression anthropique et intérêt antagoniste. Elle place au centre de la réflexion le concept de « cadre de participation » ou « cadre participatif » qui, selon Goffman (1981), est un moyen d'appréhender les diverses interactions entre les membres d'un groupe dans un lieu particulier. Il permet dans une situation de conflit par exemple de prendre en compte les différents acteurs en présence, leur niveau relatif d'implication et le statut de chacun en tant que partie contributive. Sa mise en place dans le cadre d'un projet suggère au préalable l'identification de toutes les parties prenantes impliquées qu'ils soient «primaires» ou «contractuels» ou «secondaires» ou «diffuses» (Carroll, 1989). On rentre ainsi dans une dynamique de jeux d'acteurs, qui se complexifie dans le cadre de la gestion de la biodiversité avec un ensemble de textes à observer tant au niveau local que global dans le contexte de monde changeant.

En s'inscrivant dans le cadre théorique de la participation tel que annoncé plus haut, nous posons la question de recherche à savoir : quel est le cadre de participation efficace pour une gestion intégrée des écosystèmes à mangrove dans la péninsule de Bakassi? De cette question émerge l'hypothèse que les cadres de participation ne prennent pas en compte la gestion durable des écosystèmes de mangroves à Bakassi.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Bakassi est l'extension de la péninsule de Calabar dans le Golfe de Guinée. Cette localité est située dans la Région du Sud-Ouest dans le Département du Ndian. Elle délimite le Cameroun et le Nigeria et se situe au 4°49'1.70"N et 8°36'7.63"E (planche 1).



**Planche 1 : Localisation de la péninsule de Bakassi au Cameroun**

(Source : Institut National de la Cartographie ; réalisation Nikoyo Emougou Yves Emmanuel)

Les terres de mangroves à Bakassi occupent 125 259 ha et représente 56,6% des mangroves du Cameroun (MINEPDED, 2018). Les espèces remarquables de ces mangroves sont notamment le *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle* (Rhizophoracée), *Avicenia germinans* (Avicenniaceae), *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* (Combretacée) et une espèce introduite *Nypa fruticans* (Aracée). D'autres espèces peuvent se retrouver associées aux précédentes, on peut citer parmi les plus importantes : *Drepanocarpus lunatus*, *Dalbergia ecastaphylum*, *Paspalum vaginatum*, *Hibiscus tilaceus*, *Phoenix reclinata*, *Acrostichum aureum*, *Pandanus candelabrum* et bien d'autres espèces floristiques. La région appartient au domaine de la forêt dense humide guinéo-congolaise avec les forêts atlantiques biafréens et littorales. La biocénose de la mangrove est très diverse sur le plan morphologique et sur le plan de la composition floristique.

Sur le plan humain, environ 23 différentes tribus ont été identifiées dans la zone d'étude. Les six principaux groupes tribaux sont: Ibibio (26,5%), Oron (13,6%), Ocobodi (6%), et les Eket (4,3%)

identifiés dans l'état d'Akwa-Ibom ; les tribus Efiat (18,2%) et les Idjo (4%) de l'état du Cross river, les Balondo de Isangele (6,4%) du Cameroun .

## 2.2 Matériel

Deux types de données ont été nécessaires. Les données secondaires ont été collectées à travers différents rapports d'études qui portent sur la péninsule de Bakassi et plus globalement sur la gestion des écosystèmes. Les rapports d'étude d'impact réalisés par la société Addax Petroleum sur les opérations de levés sismiques dans le bloc Ouest de Bakassi ont permis par exemple d'avoir un aperçu sur les différents acteurs agissant dans les mangroves et les différents types de participation à Bakassi. Les données primaires, collectées d'une part à partir des observations directes. Un bateau à moteur artisanal a permis à cet effet de naviguer le long de la péninsule de Bakassi afin d'une part d'explorer le paysage et de relever à l'aide d'un GPS de marque Garmin, les données géo-spatiales. Par ailleurs, des entretiens semi-structurés ont été conduits auprès des personnes ressources notamment les autorités administratives locales, les responsables des entreprises et Organisations Non Gouvernementales (ONG) intervenants dans cette région, auprès des responsables des services centraux du Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED) et du Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF).

Le traitement des données collectées notamment auprès des acteurs ainsi que les différentes influences et dépendances des acteurs vis-à-vis des mangroves s'est fait à l'aide du logiciel Excel. Le logiciel ARC Gis 10.5 a permis la réalisation de la carte de localisation de la zone d'étude. D'autre part, ces données primaires ont été collectées au travers d'une enquête par questionnaire auprès de 150 ménages. Le choix de ces ménages et/ou personnes ressources à enquêter s'est fait sur la base de deux critères spécifiques : la nature des activités qu'ils mènent en relation avec les mangroves (pêche, exploitation de pétrole et du bois de mangrove, cueillette) et leur rapport avec les associations locales (encadrement, accompagnement).

## 2.3. Méthodes

En l'absence de base statistiques fiables au sujet des catégories d'acteurs et en raison du contexte sociopolitique relativement tendu dans cette

région du Cameroun depuis 2017, les techniques d'échantillonnage par choix raisonné et de circonstance ont été retenues dans le cadre de l'étude. Au terme de l'enquête, la Matrice des Alliances, Conflits, Tactiques et Objectifs (MACTOR) mais aussi la matrice Forces - Faiblesses - Opportunités - Menaces (FFOM) ont permis d'analyser le jeu d'influence et de dépendance entre les acteurs qui interviennent dans l'exploitation et la gestion des mangroves dans la péninsule de Bakassi.

Cette analyse est organisée autour de quatre points à savoir l'analyse des acteurs intervenant dans la mangrove du Rio Del Rey, leur relation vis-à-vis des écosystèmes de mangrove, les stratégies mises sur pied dans le cadre de la gestion des mangroves et les enjeux de la gestion intégrée des mangroves dans la péninsule de Bakassi.

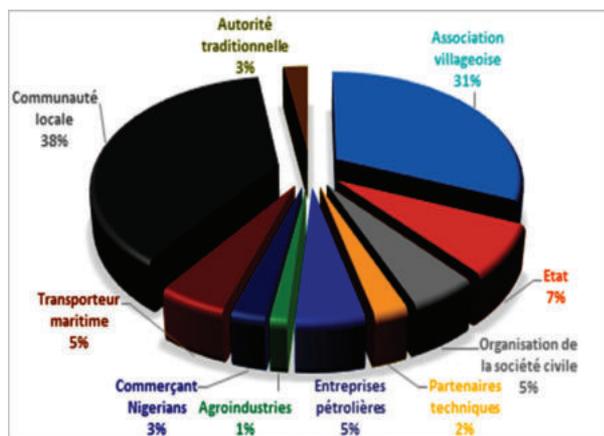


Figure 1 : Les acteurs dans la péninsule de Bakassi



Photo 1 : Femmes dans la pirogue exerçant des activités de pêche

### 3. Résultats

#### 3.1. La mangrove de Bakassi : un espace multi-acteur

La péninsule de Bakassi est aujourd'hui au centre d'importants enjeux parfois contradictoires, car le prélèvement des ressources qui s'y trouve constitue le principal moyen de survie des populations locales qui en dépendent directement ou indirectement. Sa préservation est donc nécessaire pour assurer la survie de certains écosystèmes dont la mangrove en constitue le principal dans la région. Ainsi, suivant les activités menées, leurs impacts et les influences que présentent les uns et les autres sur l'exploitation des mangroves, on peut distinguer une dizaine d'acteurs qui interagissent dans cette région (figure 1).

Avec 38% de l'ensemble de la population, les communautés locales constituent la majorité des acteurs qui interviennent dans les mangroves à Bakassi. Elles sont majoritairement constituées de Camerounais (28%) et des Nigériens qui sont restés après la signature de la Green Tree Accord (GTA). Celles-ci pratiquent à 90% la pêche artisanale (figure 2). Dans les localités émergées de la péninsule, les populations pratiquent une agriculture traditionnelle ou encore le commerce. Ce commerce repose généralement sur la vente des produits comme les poissons, les crevettes, les boissons et les vêtements provenant du Nigeria. Les commerçants Nigériens très présents dans la péninsule représentent près de 3% des acteurs identifiés. Les échanges sont facilités par les transporteurs maritimes (soit 5% des acteurs) qui utilisent des bateaux à moteur pour desservir les différentes localités de la péninsule ou des côtes Nigériennes.

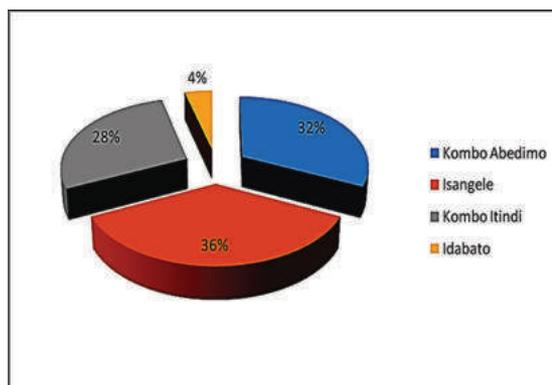


Figure 2 : Repartition des associations villageoises dans la péninsule de Bakassi

Les associations villageoises occupent également une place prépondérante parmi les acteurs identifiés à Bakassi. Elles offrent en effet des solutions palliatives au difficile accès des populations aux infrastructures ou aux facteurs de production dans la péninsule. Ces associations font régulièrement des cotisations qui servent généralement à acheter du matériel de pêche comme les bateaux, les filets de pêche, des semences sélectionnées pour l'agriculture, etc. Nombre d'entre elles interviennent également dans la gestion des écosystèmes de mangroves notamment à travers des campagnes de sensibilisation à l'intention des populations sur les effets néfastes d'une destruction massive des mangroves. Il convient néanmoins de noter que ces associations sont inégalement réparties dans la péninsule (figure 3).

A Bakassi, les localités de Isangele (36%) et de Kombo Abedimo (34%) concentrent à elles seules près de 70% d'associations actives dans la péninsule. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces localités sont majoritairement émergées. On y retrouve des associations comme Ukah Fishing and farming group et Bakassi All Students Association qui sont parmi les plus omniprésents, au regard de leur activités. Par contre, la localité de Idabato située sur l'emprise de la mer regroupe seulement 4% d'associations. Cette localité se vide progressivement d'hommes à la suite de l'avancée de la mer (figure 4).

### 3.2. Influences et dépendances des acteurs vis-à-vis des mangroves à Bakassi

Il existe de nombreuses influences et dépendances entre les acteurs intervenants dans la péninsule de Bakassi en rapport avec les mangroves (tableau 1 et figure 3).



Photo 2 : Maison détruite du fait de l'avancée de la mer à Idabato

Le tableau 1 est une matrice acteur-acteur présentant les différentes influences et dépendances des acteurs dans la péninsule de Bakassi. Elle s'inspire de la Matrice des alliances, conflits, tactiques et objectifs (MACTOR). L'axe verticale est celle des «influences» tant dis que l'axe horizontal est celle des «dépendances». Nous avons procédé à la corrélation d'un acteur vis-à-vis de lui-même et des autres acteurs identifiés sur le terrain et avons attribué une valeur après analyse de chaque corrélation. Par la suite nous avons fait la somme des résultats obtenus par chaque acteur sur la ligne verticale et horizontale. Les résultats finaux (influences et dépendances) sont obtenus en faisant la somme des résultats finaux de chaque acteur. Il faut noter que le résultat des influences et dépendances doit être le même (106).

La figure 3 montre que les acteurs les plus influents sont l'Etat et les autorités traditionnelles, tandis que les acteurs les plus dépendants sont les communautés locales et les associations villageoises. Cette influence de l'état (SNH, les Délégations Régionales, Départementales du MINEPDED, élus locaux, chefs de poste de pêche et de forêt, les forces armées) lui vient de la position charnière qu'il occupe, avec certains partenaires internationaux, non seulement dans l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies de préservation des mangroves mais également dans l'amélioration des conditions de vie des populations locales. Le projet PINESMAP-BPCE en est un exemple parfait, même s'il est timidement conduit par les autorités sur le terrain. Il vise à préserver les mangroves de Bakassi en créant des forêts communautaires, un parc national terrestre et maritime à mangrove qui s'étendra sur les localités d'Idabato, de Kombo-Abedimo, de Mundemba, d'Ekondo-Titi, d'Isangele et de Bamusso.

Par ailleurs, la SNH qui représente les intérêts de l'État dans le secteur pétrolier, attribue des autorisations aux entreprises pétrolières pour mener des activités d'exploration sismique et d'exploitation. Les collectivités territoriales décentralisées quant à elles perçoivent des taxes communales issues des différentes activités de commerce et de transport. L'influence de l'État est encore plus visible avec la présence des forces armées qui effectuent régulièrement des patrouilles et mènent des combats acharnés contre les pirates. L'influence des autorités traditionnelles pour sa part s'explique par le fait

qu'elles représentent l'administration sur le plan local en tant que auxiliaire. Cette influence est plus accentuée dans les zones où il n'y a aucune autorité administrative.

Du point de vue de la dépendance, les communautés locales sont les plus dépendantes des mangroves à Bakassi. Ceci s'explique par le fait que toute leur activité est en étroite relation avec cet écosystème. Que ce soit la pratique de la pêche ou la coupe du

bois de mangrove pour la construction des maisons, 90% de leur revenu provient de cet écosystème. Les espèces les plus concernées sont *Rhizophora spp.* (46,25% des ventes) et *Terminalia spp.*

La photo 3 montre les restes d'une maison construite exclusivement avec du bois de mangrove à Idabato. En arrière-plan de la photo, on peut apercevoir un mur de séparation fait à base de feuilles tissées. Ces feuilles proviennent du palmier *Nypa* qui est une

Tableau 1 : Matrice acteur-acteur

Acteurs	État	Organisation de la société civile	Entreprise pétrolières	Agro-industries	Commerçants nigériens	Transporteurs	Communauté locale	Association villageoise	Partenaire technique	Autorité traditionnelle	Influence
État	0	1	4	4	4	4	4	3	2	4	30
Organisation de la société civile	1	0	0	1	0	0	3	3	0	0	8
Entreprise pétrolière	1	0	0	0	0	0	3	3	0	1	9
Agro-industries	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	7
Commerçants nigériens	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	10
Transporteurs	0	0	1	0	3	0	1	2	0	0	8
Communauté locale	0	0	2	1	1	1	0	1	0	0	6
Association villageoise	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6
Partenaires techniques	1	3	0	0	0	0	2	2	0	0	8
Autorités traditionnelles	0	2	2	2	2	2	3	1	0	0	14
Dépendance	3	6	10	9	10	10	22	20	2	7	106

Légende : 4 : l'acteur I peut remettre en cause l'existence de l'acteur J dans son existence/ est indispensable à son existence ; 3 : l'acteur I peut remettre en cause l'accomplissement des missions de l'acteur j ; 2 : l'acteur I peut remettre en cause la réussite des projets de l'acteur J ; 1 : l'acteur I peut remettre de façon limitée dans le temps et dans l'espace le processus opératoire de gestion de l'acteur J ; 0 : l'acteur I a peu d'influence sur l'acteur.

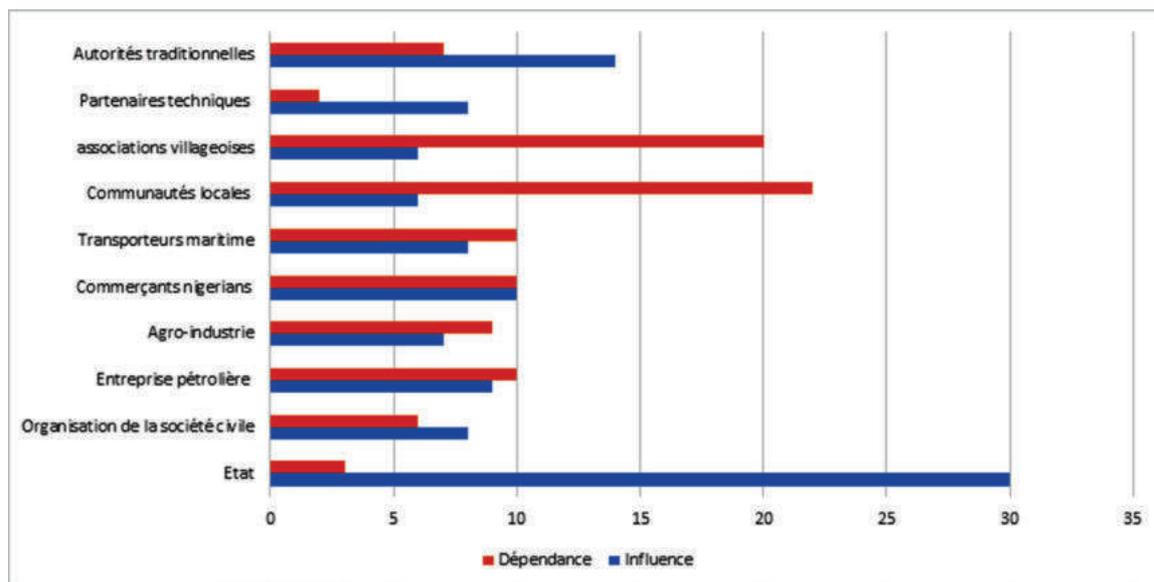


Figure 3 : Influences et dépendances des acteurs vis-à-vis des mangroves dans la péninsule de Bakassi



**Photo 3 : Reste d'une maison construite à l'aide du bois de mangrove à Idabato**

espèce invasive dans la péninsule de Bakassi.

Au regard de ce qui précède, la connaissance des acteurs influents permet de déterminer les stratégies de préservation des mangroves à mettre en place car ceux-ci ont un pouvoir de décision important dans la gestion de cet écosystème. Les acteurs dépendant compte tenu de leur faible pouvoir de décision, leur point de vue dans la prise de décision n'est que faiblement pris en considération. Toutefois, il est tout de même important d'équilibrer le rôle de chaque acteur pour une participation optimale de toutes les parties prenantes afin d'éviter les conflits.

Les conflits sont souvent liés à l'utilisation des ressources naturelles des mangroves. Ils surviennent généralement entre les communautés locales, majoritairement les pêcheurs et les entreprises, (entre les pêcheurs artisanaux et industriels), et ces dernières années entre les populations locales et l'État. En effet, comme il a été relevé précédemment, les entreprises pétrolières par leur installation modifient la distribution des ressources halieutiques dans la péninsule. Ce faisant, certains pêcheurs prennent délibérément le risque de violer le périmètre de ces entreprises pour avoir une pêche fructueuse. Certains pêcheurs ressortent avec un produit de pêche, tandis que d'autres sont brutalisés et leur bateau confisqué par les agents de sécurité autour des plateformes. Les conflits entre les pêcheurs artisanaux et les pêcheurs industriels (la plupart du temps des étrangers) surviennent lorsque ces derniers dépassent les limites de pêche qui leur sont assignées et se rapprochent des eaux territoriales. Ils représentent la principale

terreur des pêcheurs locaux car leurs équipements adaptés à la pêche intensive leur permettent d'obtenir des grosses prises. Il n'est pas rare d'entendre les pêcheurs locaux les soupçonner de « vider les poissons dans la mer » après un seul passage. Ces deux dernières années, les conflits entre l'État et les populations locales ont glissé du champ social au champ politique. La crise dite « anglophone » avec certainement une forte connotation « sécessionniste » a donné plus d'allants aux populations locales de porter au goût du jour le retard observé dans la mise en valeur de la péninsule et de fustiger les promesses non tenues du gouvernement.

### **3.3. Les stratégies de participation des acteurs en place dans la péninsule de Bakassi : analyse des forces et faiblesses**

Dans la péninsule de Bakassi, plusieurs stratégies sont mises en œuvre pour assurer la participation de tous les acteurs précédemment identifiées à la gestion des mangroves. Le tableau 2 nous en fait un récapitulatif.

Les consultations ont été faites par les entreprises pétrolières lors de la réalisation des études d'impacts avant l'installation des plateformes pétrolières. Au total 3 (trois) études d'impacts ont été effectuées dans la péninsule de Bakassi entre 2013 et 2016. Lors de ces consultations, toutes les parties prenantes ont été identifiées et les études se déroulaient dans les localités proches de ces parties prenantes. De plus, les techniques de communication étaient adéquates au contexte culturel de la péninsule de Bakassi. Au cours de ces consultations, les populations locales ont penché sur les mesures que prendront ces entreprises contre les pollutions des cours d'eau engendrées par leur plateformes, compte tenu des activités de pêches qu'exercent ces populations. Seulement aucune orientation n'a été émise sur la conduite à tenir lorsque les poissons se concentreraient tout près des plateformes. Or, cet aspect du problème représente la principale source des conflits entre les populations et les entreprises pétrolières. L'on peut dès lors croire que tout s'est passé comme s'il s'agissait d'une formalité visant à transmettre les informations montées de toute pièce aux populations locales comme le déclarait le chef traditionnel de Mundemba lors de l'enquête. Pour s'en convaincre, le grand nombre de personnes lors des consultations ne facilitait pas les travaux et les doléances des leaders d'association, de jeunes et des femmes n'ont pas été prises en compte.

**Tableau 2 : Stratégie de participation dans la péninsule de Bakassi**

Activités	Organismes	Années	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
Consultation	Entreprises pétrolières (Dana pétrolium, Perenco, Tower ressources)	2013, 2015, 2016	Toutes les parties prenantes concernées par la consultation ont été représentés. Les consultations se sont réalisées sur des espaces proches des différentes parties prenantes Les techniques de communication (langue, canal) utilisées lors de ces consultations étaient fonction du contexte du milieu	Le nombre des participants dans ces consultations (assez nombreux) ne permettant pas la prise en compte de tous. Consultation s'assimilant à une simple transmission d'information	RAS	Crise sociopolitique et conflits armés dans la région
Accompagnement des populations dans leur activité	Ministère de l'agriculture et du développement rural.	2012	Insertion des populations dans des programmes Connotation politique	Absence de suivi.	Existence des financements sur le Budget d'Investissement Public et des projets partenaires	Crise sociopolitique et conflits armés dans la région
Formation dans la réalisation des plans communaux	PNDP	2011, 2012	Identification de toutes les parties prenantes impliquées dans le processus Utilisation des facilitateurs locaux Utilisation des outils de communication comme les flyers pour favoriser une participation élevée	RAS	RAS	Crise sociopolitique et conflits armés dans la région

L'accompagnement des populations s'est fait par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en 2012. Le but de cette opération était de diversifier les activités dans la péninsule. Ce Ministère a doté les populations locales des matériaux de pêche et des semences pour l'agriculture et facilité l'insertion de quelques GIC (Groupement d'Initiatives Communes) aux programmes ACEFA (Amélioration de la Compétitivité des Exploitations Familiales et Agropastorales). Néanmoins, un suivi n'a pas été fait pour vérifier si les activités des populations se sont améliorées. De plus, cet accompagnement peut s'assimiler à des donations de la part de ce ministère dans la mesure où aucune étude n'a été menée au préalable pour identifier les véritables besoins des populations.

Lors de l'élaboration des plans communaux dans les localités de Mundemba, Idabato, Kombo-Itindi et Kombo-Abedimo, le Programme National de Développement Participatif (PNDP) a également effectué des consultations visant à impliquer les populations. Mieux encore, il a également formé quelques parties prenantes à la réalisation de ces plans communaux. Le PNDP a également fait appel à un facilitateur local pour la communication. Les techniques de communications étaient également

adéquates, ce qui a permis aux populations de participer à la prise de décision dans la réalisation. Les photos 4 et 5 montrent l'implication des populations locales et les outils utilisés pour faciliter la réalisation de ces plans communaux. La photo 4 nous présente un groupe de personnes réunis dans une salle. Deux faits sont à souligner sur cette photo; on peut apercevoir un groupe de personne assis et levant le doigt et une personne debout n'ayant pas levé. Cette photo illustre l'implication des populations à la prise de décision. Les personnes assises et levant leur doigt sont celles en accord avec un aspect du plan communal et celui debout dans la salle exprime son désaccord par rapport à une décision. Sur la photo 5 par contre nous voyons trois personnes et derrière elles nous avons une banderole que le PNDP a utilisée pour sensibiliser les populations de la tenue des travaux en vue de réaliser ces plans communaux.

### **3.4. Participation et gestion intégrée de l'écosystème de mangrove : stratégie et enjeu**

La réalité à Bakassi laisse plutôt croire que jusqu'ici la priorité est donnée aux actions isolées et peu engagées. À Isangele par exemple, les communautés locales se focalisent sur l'abattage des bois de mangrove sec, puisque de toutes les manières ce



Photo 4 : Décision par vote, (Source : PNDP, 2011)



Photo 5 : Banderole de sensibilisation, (Source : PNDP, 2011)

Tableau 3 : Cadre participation des acteurs en vue d'une gestion intégrée dans les mangroves à Bakassi

Activités principales	Activités secondaires	Coût de la participation
<b>Phase de planification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des parties prenantes et définition de leur rôle</li> <li>• Organigramme des différentes réunions entre les parties prenantes</li> <li>• Élaboration des programmes de renforcement de capacité en fonction des besoins constatés et pour compléter les manquements relevés dans les pratiques endogènes de gestion des mangroves</li> </ul>	<b>RAS</b>
<b>Phase de mise en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il s'agit globalement de sensibiliser les acteurs, les former en fonction de leurs activités et des impacts que leurs activités génèrent afin qu'elles puissent adopter une approche de gestion intégrée</li> <li>• Cette phase constitue un moyen d'accompagner les acteurs dans leur activité</li> </ul>	
<b>Phase de suivi-évaluation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans la phase de suivi-évaluation il s'agit de monter un comité de suivi et d'évaluation où chaque représentant des acteurs est représenté en vue de suivre les activités liées à la préservation des mangroves. Ces parties prenantes doivent être aptes à suivre par elles même leur évolution. Les techniques endogènes peuvent être utiles. Mais un renforcement de capacité est également utile pour compléter ces pratiques endogènes.</li> </ul>	

bois finira par s'effondrer. Cette sélection dans la coupe du bois de mangroves participe à une forme de gestion de la mangrove. Les aléas climatiques poussent également certaines communautés locales à préserver les mangroves. C'est le cas à Bamusso, où les communautés préservent le bois des mangroves afin de lutter contre les vents violents. L'accent n'a pas encore été mis au reboisement puisque les populations manquent d'expérience pour effectuer cette opération. Il se décline sur cette base que les enjeux de la participation active des populations à la gestion des écosystèmes de mangrove répondent aux impératifs beaucoup plus sécuritaires et environnementaux.

L'analyse suggère également des enjeux institutionnels sous-jacents, liées à la définition des rôles des différentes institutions qui interviennent

dans la protection des écosystèmes de mangrove au plan global. Dans la pratique, le MINFOF est censé créer les aires protégées et les aménager tandis que le MINEPDED est censé trouver des stratégies pour pouvoir préserver l'environnement. Ces deux ministères se marchent sur les pieds au quotidien, abandonnant par ce fait les populations dépourvues de connaissance et d'expérience au triste sort de la débrouillardise. Il en résulte de ce fait des pratiques anarchiques ne favorisant pas une gestion durable de cet écosystème. Sur un tout autre plan, la mise en place des forêts communautaires ou d'un parc national qui peut découler d'une démarche portée par le MINFOF implique la limitation de l'accès à la ressource. Un tel état de chose masque un enjeu économique tant on connaît la dépendance des populations locales vis-à-vis des ressources des

mangroves. Le non accès à ces ressources peut générer des conflits, il serait donc important de créer au préalable des activités génératrices de revenus devant permettre aux populations de diversifier leurs ressources afin de rendre efficace la préservation des mangroves.

De ce qui précède, il devient judicieux de proposer une stratégie de participation susceptible d'aider les décideurs sur les aspects à prendre en compte pour faciliter la participation effective des populations dans la péninsule de Bakassi. Le tableau 3 ressort ce cadre en suivant la roue de Deming.

Ce cadre vise tout simplement à mettre tous les acteurs au même niveau en ce qui concerne la gestion des mangroves. Il vise également à créer une plate forme de communication où tous les acteurs pourront donner leur avis en vue d'une gestion intégrée ; c'est-à-dire qui prend en compte les pratiques endogènes.

#### 4. Discussion

Les mangroves sont des milieux très sensibles compte tenu des pressions qu'elles subissent au quotidien. Les intérêts des acteurs sur cet écosystème d'une part et les pressions anthropiques d'autre part accentuent encore cette sensibilité, mais aussi le caractère conflictuel lié à l'intervention sur cet espace d'un ensemble d'acteurs. Ce dernier aspect a été relevé par Florence et Magda (1994) à travers l'analyse de l'intervention des acteurs dans les écosystèmes au Brésil. Des conflits d'usage ont ainsi été enregistrés entre le gouvernement central et les pouvoirs locaux qui avaient des objectifs différents. En moyenne, 15 203 m<sup>3</sup> de bois sont récoltés chaque année dans les forêts de l'estuaire de Rio Del Rey et sont échangés au Nigeria pour une valeur économique de 1 158 025 840 FCFA (Fongnossie et al., 2014). Les entreprises contribuent par leurs activités à la pollution des écosystèmes marins (Abdourahimi et al., 2016), ce qui entrainerait l'inégale répartition des ressources halieutiques dans la localité. En effet, les plateformes pétrolières de ces entreprises utilisent des appareils émettant des ondes et attirant les poissons qui se concentrent autour des plateformes généralement sécurisées. Elles contribuent à vider les espaces de pêche réservés aux communautés locales des ressources halieutiques.

Pour répondre aux exigences que pose la gestion des écosystèmes forestiers, le Cameroun a développé un

ensemble d'approches visant à renforcer l'autonomie des communautés locales dont la survie dépend, dans la plupart des cas, de ces écosystèmes. Parmi ces mesures, les forêts communautaires sont celles les plus appliquées. Elles visent une implication effective des communautés locales dans la gestion des écosystèmes forestiers. D'après la loi forestière n°94/01 du 20 janvier 1994, les forêts communautaires sont définies comme étant des forêts non permanentes dotées d'un plan simple de gestion approuvée par l'administration en charge des forêts. Cette administration doit, sur la base d'une convention, apporter son assistance (gratuite) aux communautés villageoises pour une meilleure gestion des ressources forestières par ces dernières. Les produits résultants de l'exploitation des forêts communautaires appartiennent entièrement aux communautés villageoises concernées. Dans cette perspective, le projet mangrove Douala-Edéa par exemple, avait donné lieu à la rédaction d'un schéma directeur d'aménagement des mangroves dont la validation consensuelle a conduit à la création des forêts communautaires de mangroves (Envi-Rep Cameroon, 2010).

Il est important de relever que le cadre de la participation telle que proposée s'inspire de la Roue de Deming (de l'anglais Deming Wheel) qui est une transposition graphique de la méthode de gestion de la qualité dite PDCA (plan-do-check-act) dont le principe repose sur la planification, le suivi, le contrôle et l'évaluation (Chardonnet et Thibaudon, 2003). Cependant, loin d'être une panacée, la participation s'adapte aux réalités locales en s'appuyant sur les composantes biophysiques et socio-économiques du milieu concerné (Nkwinkwa, 2001). Ainsi ce qui passe par exemple chez les communautés pygmées de Bagyeli qui disposent d'un statut international connu en tant que population autochtone et dont la forêt constitue «l'or vert» (Nkoumbe, 1999), devrait être différente dans la péninsule de Bakassi, territoire post-conflit. De plus, pour être effective, la gestion participative des forêts devra être basée sur un accord de partenariat soutenu par de forts principes de collaboration établis entre les différentes parties prenantes et spécifiant le rôle, les droits et les devoirs de chacune. Elle ne saurait se sceller par la signature d'un partenariat qui sera un aboutissement. Un partenariat devrait être établi sur des bases solides et applicables dans le contexte local; en outre, l'accord de partenariat doit être révisé et au besoin adapté

au comportement innovateur et/ou participatif des populations locales (Nkwinkwa, 2001).

## 5. Conclusion

Au terme de ce travail dont l'objectif était d'analyser la participation des acteurs dans le cadre de la gestion intégrée des écosystèmes à mangroves dans la péninsule de Bakassi en vue d'une meilleure gestion de ces écosystèmes à mangrove, l'hypothèse selon laquelle les cadres de participation ne prennent pas en compte la gestion durable des écosystèmes de mangroves à Bakassi se trouve vérifiée. En effet, même si les acteurs intervenants dans les écosystèmes à mangrove à Bakassi sont connus, il n'existe aucune synergie d'action dans les stratégies de participation de ces acteurs à la gestion des écosystèmes à mangrove dans la péninsule. La mise en place d'un cadre participatif serait donc judicieuse pour susciter une participation effective et efficace des communautés locales. L'avantage d'une telle démarche réside dans le fait qu'elle permet non seulement d'éviter les conflits mais surtout d'inscrire la gestion des ressources naturelles de la mangrove au cœur des exigences du développement durable.

## Références

- Abdourahimi, S.W.Y., Fantong, T., Aka, Festus et M.G., Kwato, Njock (2016).** Environmental pollution by metals in the oil bearing Bakassi peninsula, Cameroon, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, August 2016, Vol. 11, N°2, p. 529-538.
- Ajonina, G.N.I., Ayissi, et L., Usongo (2004).** Inventory of coastal wetlands of Cameroon / inventaire des zones humides côtières au Cameroun, *Wetlands international Report*, 60 p.
- Arnstein, S.H. (1969).** A ladder of citizen participation, *Journal of the American planning association*, 35:4, 216-224.
- BAD(2001).** Manuel de consultation et de participation des parties prenantes aux opérations de BAD, 67 P.
- Bigombe, Logo, P.A., Yamo et B., Ngonde (2010).** Les forêts communautaires au village, in Joiris D.V. et P. Bigombe Logo (Ed.). La gestion participative des forêts d'Afrique centrale. Un modèle à l'épreuve de la réalité. *Versailles, QUAÉ*, pp105-119.
- Brédif, H. et L., Simon (2014).** Quelle place pour les acteurs locaux dans la gestion de la biodiversité ordinaire ?, *Bulletin de l'association de géographes français*, 91-1, pp17-34.
- Caroll, A.B. (1989).** Business and Society. Ethics and Stakeholders management. *South-Western Publishing Co.*, 653 p, Ohio.
- CBD (2009).** 4eme Rapport National Sur la Convention sur la Biodiversité Chap. 1.1. (MINEP)-MINEPDED, Yaoundé, Cameroun, 82p
- Chardonnet, A. et D., Thibaudon (2003).** Le guide du PDCA de Deming : progrès continu et management, Éditions d'Organisation, 72p <https://www.eyrolles.com/Chapitres/9782708128392/chap03.pdf> consulté le 26/08/2018.
- Eba'a, G.R. (2013).** Affaire Bakassi: genèse, évolution et dénouement de l'affaire de la frontière terrestre et maritime Cameroun-Nigeria (1993-2002)- *Bakasi Peninsula* (Cameroon), 237 p.
- Envi-Rep, Cameroon (2010).** Etudes préliminaires de la deuxième phase du projet de conservation et de gestion participative des écosystèmes côtiers et son plan de mise en œuvre. *Rapport final, PI25*
- Fongzossie, E.J., Kemajou, M., Mvetumbo, E., Wambe, K., Mukong (2014).** Rapport sur le flux transfrontalier du bois de mangrove entre le Cameroun et les pays voisins (edts Moudingo et Zongo). *PROJET GCP/CMR/030/GFF FAO/MINEPDED/OPED*, Yaoundé, 58p.
- Florence, M.Z., Magda (1994).** Conflits d'usage sur les mangroves de la baie de Panagua, Paraná, Brésil. Urbanisation et préservation ou utilisation rationnelle des ressources ? In : *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 36 années, bulletin n°2, 1994, pp 244-249.
- Goffman, E. (1981).** Formes de conversation Pennsylvanie : *University of Pennsylvania press*, 124-159.
- Jadot, C. (2016).** La Mangrove, un écosystème au service de l'homme. *ES Caribbean LLC*. 14p.
- Loi n°94/01 du 20 Janvier (1994).** Portant régime des forêts, de la faune et de la pêche
- MINEPDED (2018).** Les mangroves du Cameroun : État des Lieux et Gestion. 2<sup>ème</sup> Edition. (edts. FAO/S. Ratiarison & J.C. Fotsing) *PROJET GCP/CMR/030/GFF FAO/MINEPDED/ RCM*, Yaoundé, 234p

**Nkoumbele, F. (1999).** La problématique de l'implication des pygmées dans les politiques de conservation des écosystèmes forestiers ; jeux, enjeux et défis. P. 8

**Nkwinkwa, R. (2001).** La gestion participative des forêts : expériences en Afrique de l'Ouest et au Cameroun, in Sustainable management of African rain forest, Part I: Workshops, p 155-158, [www.tropenbos.org/file.php/1440/workshop-nkwinkwa.pdf](http://www.tropenbos.org/file.php/1440/workshop-nkwinkwa.pdf)

**Ntiga, L. (2008).** Pétrole : 10% des réserves mondiales à Bakassi. Mutations. <http://www.cameroon-info.net/article/petrole-10-des-reserves-mondiales-a-bakassi-114078.html>

**Ollagnon, H. (2006).** La gestion de la biodiversité : quelles stratégies patrimoniales ? in : *Responsabilité & Environnement* N° 44, pp 50-57.

**Owona-Mfegue, K-F. (2013).** L'arrêt de la Cour Internationale de justice du 10 octobre 2002 relatif au différend frontalier Cameroun c. Nigéria : contribution à l'étude de l'exécution des décisions en matière territoriale, *Thèse de doctorat en Droit public, École Doctorale Droit et Science Politique* (Nanterre), 340p.

**PNDP (2011).** Communal Development Plan, Kombo-Itindi Council, 134 p.

## Impact de l'exploitation forestière illégale sur la fiscalité et le développement local: cas de la vente de coupe 09 03 210 à Bidou dans la Région du Sud au Cameroun

Babe S.F.<sup>1</sup>, Bobo K.S.<sup>2</sup> et Tchebayou S.<sup>3</sup>

(1) Agence Japonaise de Coopération Internationale au Cameroun (JICA), BP 13538 Yaoundé-Cameroun / e-mail : babesergino@yahoo.fr

(2) Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) Forêt et Développement Rural (FODER), BP : 11417 Yaoundé-Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737836>

### Résumé

L'étude menée sur l'impact de l'exploitation forestière illégale sur la fiscalité et le développement local dans le village Bidou situé dans l'Arrondissement de Lokoundje s'inscrit dans le processus de gestion durable des forêts de production au Cameroun. Elle a été initiée suite au constat de l'ampleur de l'exploitation en dehors des limites de la Vente de Coupe (VC) 09 03 210 attribuée à l'entreprise MMG et l'insuffisance des données scientifiques fiables sur l'illégalité dans le secteur forestier. Cette étude qui s'est déroulée du 1<sup>er</sup> octobre 2012 au 31 mars 2013 visait à contribuer à la gestion durable des forêts de production à travers l'évaluation des pertes dues à l'exploitation forestière illégale à proximité de la VC. Un inventaire complet a été réalisé sur la superficie repérée afin d'identifier toutes les tiges abattues et mesurer leurs différents diamètres. Les données des enquêtes ont été obtenues à travers un questionnaire adressé à 70 personnes et un guide d'entretien destiné au personnel de la Délégation Départementale du Ministère des Forêts et de la Faune (DDMINFOF) de Kribi et la Commune de Lokoundje. La détermination des tables de peuplements et de stocks a été facilitée en utilisant le

logiciel TIAMA. Les prix FOB (Free On Board) du second semestre 2012 ont été utilisés pour estimer la valeur commerciale du potentiel ligneux prélevé. Il ressort de cette étude que 105 ha ont été exploités en dehors des limites. Des pertes considérables à l'instar de la diminution de la biodiversité, du gaspillage du bois, l'exploitation sous Diamètre Minimum d'Exploitabilité (DME) et l'absence des semenciers ont été notés. Il a été inventorié 200 tiges de 15 essences sollicitées sur cette superficie, soit un équivalent en volume de 2 175 m<sup>3</sup>; ce volume correspond à une perte en valeur FOB de 186 237 000 FCFA. Pour cette exploitation, une Taxe d'Abattage (TA) de 6 692 000 FCFA et une Redevance Forestière Annuelle (RFA) de 262 500 FCFA aurait pu être versée aux bénéficiaires de la manne forestière. Ce manque à gagner a engendré des incidences à savoir : la non réalisation des œuvres sociales et le manque d'emploi. Le trafic d'influence de la part des élites de la localité et certains personnels du MINFOF, l'ignorance de la loi par les populations riveraines et la pauvreté sont les facteurs qui encouragent l'exploitation forestière illégale dans cette partie du pays.

**Mots clés :** Bidou, Exploitation forestière illégale, Fiscalité, Pertes, Cameroun

### Abstract

The study on the impact of illegal logging on taxation and local development carried out in Bidou village, Lokoundje Sub Division was carried out within the framework of sustainable management of production forests in Cameroun. It was initiated following the finding of the extent of exploitation outside the limits of the Cut Sale (CS) 09 03 210 issued to the company MMG and the lack of reliable scientific data on illegality in the forest sector. This study, conducted from October 1<sup>st</sup> 2012 to March 31<sup>st</sup> 2013 was to contribute to the sustainable management of production forests through the assessment of losses due to illegal logging near the CS. A full inventory was conducted on the area marked to identify all trees that had been cut down and

measure their diameters. Survey data were obtained through a questionnaire addressed to 70 people and an interview guide addressed to the staff of the Divisional Delegation of the Ministry of Forestry and Wildlife (MINFOF) of Kribi and the Lokoundje Council. The determination of stand tables and stocks inventory was facilitated by using the TIAMA software. FOB (Free On Board) price of the second half of 2012 were used to estimate the potential commercial value of the timber removed. It appears from this study that 105 ha were harvested out of bounds. Considerable losses like the loss of biodiversity, wood waste, exploitation in Minimum Exploitable Diameter (MED) and the lack of seedlings were noted. 200 stems of 15 species were identified on this area,

corresponding to an equivalent volume of 2,175 m<sup>3</sup>. This volume corresponds to a loss in FOB value of 186,237,000 CFAF. For this operation, a Felling Tax (FT) of 6,692,000 CFAF and an Annual Forestry Fee (AFF) of 262,500 CFAF should have been paid to beneficiaries on this forestry manner. This shortfall has led to very serious consequences

namely the non implementation of social work and the lack of employment. Influence peddling by the elite of the town and some MINFOF personnel, ignorance of rights and duties of the local population and poverty are factors that encourage illegal logging in this part of the country.

**Keywords :** Bidou, Illegal Logging, Tax, Losses, Cameroon

## 1. Introduction

Le développement rapide de l'exploitation forestière illégale contribue à hypothéquer fortement la réalisation des objectifs de la politique forestière de l'Etat (Auzel et al., 2001). Plusieurs pays à l'instar du Brésil, du Cambodge, du Cameroun, du République Démocratique du Congo (RDC), du Gabon, de l'Indonésie et du Pérou ont officiellement déclarés que l'exploitation illégale des forêts est un problème sérieux. Pour lutter contre ce fléau, une assistance a été sollicité par ces différents pays auprès des organismes internationaux comme l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (Auer et al., 2003).

En 2005, la superficie forestière totale était estimée à 30% des terres de la planète, soit 40 millions de km<sup>2</sup>. Sur la période 2000-2005, la perte nette totale de superficie forestière a été de 73 000 km<sup>2</sup> par an (Green facts, 2007). Le taux annuel moyen de déforestation au Cameroun pour la période 1980-1995 était de 0,6%. Ce taux est monté à 0,9% dans la période 1990-2000 et a atteint 1% entre 2000 et 2005. Cette diminution des superficies forestières est due à l'expansion des terres agricoles et surtout à l'exploitation illégale (FAO, 2006). L'exploitation forestière représente pourtant un secteur économique très important pour les pays concernés: elle contribue pour 0,7% du Produit Intérieur Brut (PIB) en RDC, 10 à 13% en République Centrafricaine (RCA) et 6% au Cameroun (Cerruti et al., 2008). Cependant, certains exploitants ne payent pas les différentes taxes comme le prévoit normalement la législation forestière. Ceci entraîne des pertes fiscales significatives enregistrées au niveau national, local, communal et du FEICOM. Selon Oi (2010a), les illégalités les plus communes concernent le non-paiement des taxes, la délocalisation géographique des titres d'exploitation, l'exploitation sous couvert de projets de développement fictifs, la coupe hors limites et le blanchiment de bois illégal à l'aide de documents de transport et lors de la transformation du bois.

La multiplication des missions de contrôle avec l'appui ponctuel d'un observateur indépendant et plus

récemment la revue technique des plans d'aménagement (Oi, 2010b) a permis de documenter de nombreuses pratiques illégales dans l'exploitation forestière : les décisions prises par le gouvernement en matière fiscale ne sont pas systématiquement appliquées par tous les opérateurs car certains paient les taxes tandis que d'autres non. Les volumes de bois abandonnés de façon réglementaire c'est à dire déclarés sur les carnets de chantiers (DF10) dans les chantiers d'exploitation constituent un véritable gaspillage de la ressource. Ce bois pourrait faire l'objet d'une valorisation dans un cadre réglementaire spécifique avec un contrôle forestier effectif. Des coupes illégales de bois se font de façon intense dans plusieurs UFA (Unité Forestière d'Aménagement), VC et dans des forêts non attribuées. C'est pour répondre à cette inquiétude que cette étude a été initiée. Il s'agit d'une étude visant à mettre à disposition des principaux intéressés, des études de cas détaillées des informations courantes sur l'origine et les conséquences des pratiques illégales sur le développement économique tant au niveau local que national.

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la gestion durable des forêts de production à travers l'évaluation des pertes dues à l'exploitation forestière illégale à proximité de la VC 09 03 210.

Il s'agit spécifiquement de:

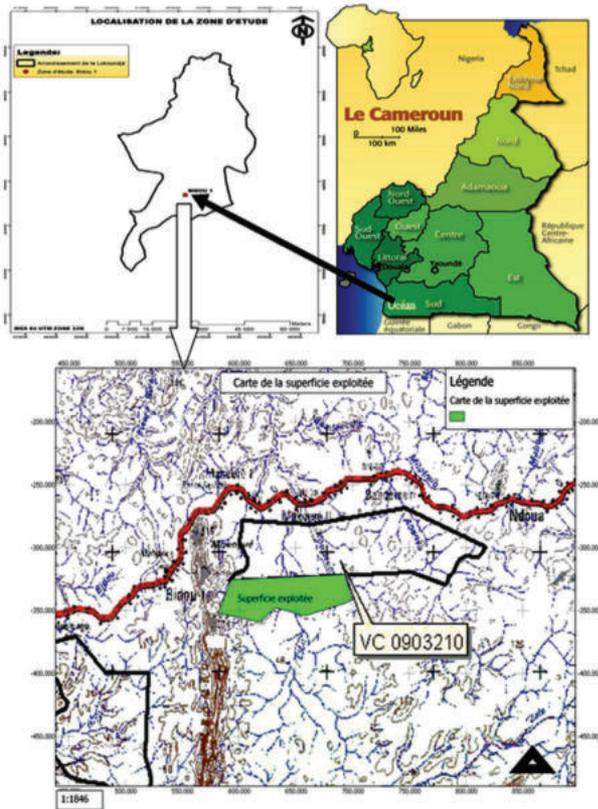
- Déterminer les manques à gagner en terme de RFA et de TA;
- Déterminer l'incidence des pertes de l'exploitation forestière illégale du point de vue du développement local;
- Identifier les facteurs favorisant l'exploitation illégale des forêts de production.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans le village Bidou, situé dans la Région du Sud, Département de l'Océan, Arrondissement de la Lokoundjé à 30 km au Sud-



**Figure 1: Localisation de la superficie exploitée illégalement**  
(Source : Délégation Départementale des Forêts et de la Faune de l'Océan)

Est de Kribi. Elle se trouve à cheval entre les Arrondissements de Kribi et d'Akom II sur la route Kribi-Bipindi. Bidou se situe entre le 2°48' et le 2°55' de latitude Nord et le 10°00' et le 10°17' de longitude Est (ONADEF, 1991). L'exploitation illégale a été effectuée au Sud de la VC 09 03 210 comme le montre la figure 1.

### 2.1.2. Appareillage et outils

Sur le terrain, les coordonnées des points ont été relevées à l'aide d'un GPS 64S qui en même temps a servi de boussole ; un double décimètre a permis la prise des diamètres ; une machette pour l'ouverture des pistes, un appareil photo pour la prise de vue. Des fiches de comptage et d'observation ont été utilisées pour récapituler les données d'inventaire et d'observation.

## 2.2. Méthodologie

### 2.2.1. Délimitation de la parcelle

Après avoir fait le constat de l'effectivité de l'exploitation illégale du bois en dehors des limites de la

VC 09 03 210 pendant la mission d'observation et de dénonciation de l'exploitation forestière illégale dans le Département de l'Océan, une première descente a été faite à Bidou pour localiser la superficie exploitée illégalement. Cette superficie a été implantée de manière à côtoyer les limites de la VC et de récolter les informations de l'exploitation hors limites.

### 2.2.2. Inventaire

Dans la parcelle délimitée en dehors des limites de la VC, une fiche d'inventaire préalablement établie a permis d'inventorier les essences abattues. La collecte des informations sur les essences exploitées hors limites (les essences exploitées sous DME, les essences exploitées et non autorisées à l'exploitant forestier, sur les billes abandonnées en forêt, sur les essences mal abattues) a été notée sur une fiche d'observation. A cet effet, toute la parcelle a été parcourue en plein.

### 2.2.3. Enquêtes

La réalisation des enquêtes a mobilisé plusieurs sources d'informations, entre autres:

- Un questionnaire adressé à 30% de la population ;
- Un guide d'entretien destiné à quelques responsables de la DDMINFOF et au Maire de la Commune de Lokoundje .

## 2.3. Analyse des données

La détermination des tables de peuplements et de stocks a été facilitée en utilisant le logiciel TIAMA (Traitement d'Inventaire Appliqué à la Modélisation des Aménagements).

Le Département de l'Océan étant situé dans la zone 1, le tarif de cubage conçu pour chaque essence de cette zone a été utilisé pour déterminer le volume par classe de diamètre de chaque essence et le volume total de toutes les essences inventoriées.

Pour les données issues des enquêtes, les informations collectées ont été analysées à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

## 3. Résultats

### 3.1. Manque à gagner en terme de Redevance Forestière Annuelle et Taxe d'Abattage

#### 3.1.1. Essences exploitées dans le village Bidou

Quinze essences commercialisables ont été prélevées

Tableau 1: Liste des essences exploitées

Code	Essences exploitées	DME/ADM (cm)	Nom scientifique	Famille
1105	Ayous	60	<i>Triplochyton scleroxylon</i>	Malvaceae
1106	Azobé	70	<i>Lophira alata</i>	Ochnaceae
1308	Bilinga	80	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae
1320	Fraké	70	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae
1115	Framiré	70	<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae
1324	Ilomba	60	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae
1116	Iroko	120	<i>Millicia excelsa</i>	Caesalpinaceae
1117	Kossipo	100	<i>Entandrophragma candollei</i>	Méliaceae
1120	Moabi	100	<i>Baillonella toxisperma</i>	Sapotaceae
1341	Okan	90	<i>Cyclocodiscus gabunensis</i>	Mimosaceae
1344	Padouk blanc	60	<i>Pterocarpus mildbraedii</i>	Fabaceae
1345	Padouk rouge	60	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Fabaceae
1122	Sapelli	110	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Méliaceae
1123	Sipo	100	<i>Entandrophragma utile</i>	Méliaceae
1346	Tali	70	<i>Erytrophleum ivorense</i>	Caesalpinaceae

Tableau 2: Table de peuplement

Code	Essences	DME/ADM (cm)	Classe de DHP												Total des tiges exploitées	
			50_60	60_70	70_80	80_90	90_100	100_110	110_120	120_130	130_140	140_150	150_160	160_170		
1105	Ayous	60				2					1					3
1106	Azobé	70				1			2							3
1308	Bilinga	80		3	1		4	1		2						11
1115	Framiré	70			4			2	1	2		1				10
1116	Iroko	120								1	1			1		3
1120	Moabi	100						5	1		1					7
1122	Sapelli	110						2		1	1			1		5
1320	Fraké	70			2			3		1	1					7
1324	Ilomba	60		4		8	3	5	4	3						27
1117	Kossipo	100							1		2					3
1123	Sipo	100						1		2	1					4
1341	Okan	90	2	3	1	4		7	3	2	1					23
1344	Padouk blanc	60	7	9	2		6		2	9		5				40
1345	Padouk rouge	60	4	4	2	4	8	5	2	2	9		4	3		47
1346	Tali	70				2		2	1	2						7
	<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>		<b>200</b>

de façon frauduleuse en 2012. Ces essences sont consignées dans le tableau 1. La recherche d'arbres exploitables, comme il est de coutume dans ce genre d'activité relevant de l'informel, n'a pas fait l'objet d'une planification et n'a pas été précédée par une prospection.

Il ressort du tableau 2 que 200 tiges de 15 essences inventoriées ont été coupées de façon frauduleuse dans le village sur une superficie de 105 ha pendant l'exercice 2012-2013. La classe de diamètre 120-130 cm a enregistré le plus grand nombre d'arbres abattus

(soit 27 tiges) alors que le plus faible nombre d'arbres abattus a été enregistré dans la classe 160-170 cm (soit seulement 3 tiges). Le Padouk rouge (47 tiges) et le Padouk blanc (40 tiges) sont les essences qui ont fait l'objet de plus de prélèvement dans la partie exploitée illégalement alors que l'Ayous (3 tiges), l'Azobé (3 tiges), l'Iroko (3 tiges) et le Kossipo (3 tiges) n'ont pas été très sollicités par l'exploitant forestier.

Le tableau 3 ressort que le volume total des 200 tiges prélevées est chiffré à 2 174,86 m<sup>3</sup>. La classe de

Tableau 3: Table de stocks

Code	Essences	DME/ADM (cm)	Classe de DHP												Volume total des prélèvements (cm <sup>3</sup> )
			50_60	60_70	70_80	80_90	90_100	100_110	110_120	120_130	130_140	140_150	150_160	160_170	
1105	Ayous	60	0,00	0,00	0,00	13,52	0,00	0,00	0,00	0,00	20,44	0,00	0,00	0,00	33,96
1106	Azobé	70	0,00	0,00	0,00	8,19	0,00	0,00	30,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,5
1308	Bilinga	80	0,00	11,71	5,32	0,00	35,54	11,04	0,00	32,20	0,00	0,00	0,00	0,00	95,81
1115	Framiré	70	0,00	0,00	10,34	0,00	0,00	8,61	4,94	11,21	0,00	7,02	0,00	0,00	42,12
1116	Iroko	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,45	18,14	0,00	24,21	0,00	57,8
1120	Moabi	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,48	11,26	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00	73,16
1122	Sapelli	110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,45	0,00	14,01	16,47	0,00	22,00	0,00	71,93
1320	Fraké	70	0,00	0,00	10,65	0,00	0,00	33,11	0,00	16,10	19,02	0,00	0,00	0,00	78,88
1324	Ilomba	60	0,00	15,62	0,00	55,86	26,65	55,18	53,76	48,31	0,00	0,00	0,00	0,00	255,38
1117	Kossipo	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,09	0,00	37,36	0,00	0,00	0,00	50,45
1123	Sipo	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,12	0,00	32,24	18,24	0,00	0,00	0,00	62,6
1341	Okan	90	5,44	11,71	5,32	27,93	0,00	77,25	40,32	32,20	19,02	0,00	0,00	0,00	219,19
1344	Padouk blanc	60	19,03	35,14	10,65	0,00	53,31	0,00	26,88	144,92	0,00	111,05	0,00	0,00	400,98
1345	Padouk rouge	60	10,88	15,62	10,65	27,93	71,08	55,18	26,88	32,20	171,21	0,00	102,65	88,15	612,43
1346	Tali	70	0,00	0,00	0,00	13,96	0,00	22,07	13,44	32,20	0,00	0,00	0,00	0,00	81,67
	<b>Total</b>		<b>35,35</b>	<b>89,8</b>	<b>52,93</b>	<b>147,39</b>	<b>186,58</b>	<b>339,49</b>	<b>220,88</b>	<b>411,04</b>	<b>336,32</b>	<b>118,07</b>	<b>148,86</b>	<b>88,15</b>	<b>2174,86</b>

Tableau 4: Valeur FOB des essences exploitées

Code	Essences	DME/ADM (cm)	Volume total (m <sup>3</sup> )	Valeur FOB/m <sup>3</sup> (FCFA)	Valeur FOB total (FCFA)
1105	Ayous / Obeche	60	33,96	84915	2 883 713,4
1106	Azobé	70	38,50	71702	2 760 527
1308	Bilinga	80	95,82	73920	7 083 014,4
1320	Fraké / Limba	70	78,88	31324	2 470 837,12
1115	Framiré	70	42,12	82236	3 463 780,32
1324	Ilomba	60	255,38	50820	12 978 411,6
1116	Iroko	120	57,81	147378	8 519 922,18
1117	Kossipo	100	50,45	92400	4 661 580
1120	Moabi	100	73,16	111527	8 159 315,32
1341	Okan	90	219,21	60984	13 368 303,6
1344	Padouk blanc	60	400,98	95237	38 188 132,3
1345	Padouk rouge	60	612,43	95237	58 325 995,9
1122	Sapelli	110	71,93	133046	9 569 998,78
1123	Sipo	100	62,60	144514	9 046 6576,4
1346	Tali	70	81,68	58240	4 757 043,2
<b>Total</b>			<b>2174,86</b>	<b>/</b>	<b>186 237 151</b>

diamètre 120-130 cm a enregistré le plus important volume récolté (148,86 m<sup>3</sup>). Par ailleurs, la classe 50-60 cm a le plus faible volume prélevé (35,35 m<sup>3</sup>). Les volumes les plus élevés ont été récoltés sur les Padouk rouge et Padouk blanc, soit respectivement 612,43 m<sup>3</sup> et 400,98 m<sup>3</sup>. Le volume le plus faible a

été enregistré sur l'Ayous 33,96 m<sup>3</sup>. Il faut aussi relever que 25 tiges ont été coupées sous DME/ADM (Diamètre Minimum d'Exploitabilité fixé par l'Administration) dans cette superficie. Il s'agit du Bilinga (4 pieds), Okan (10 pieds), Padouk blanc (7 pieds), Padouk rouge (4 pieds).

**Tableau 5: Valeur des taxes d'abattage pour les volumes prélevés**

Code	Essences	DME/ADM	Volume total (m <sup>3</sup> )	Valeur FOB/m <sup>3</sup> (FCFA)	Valeur FOB total (FCFA)	Valeur de la TA en FCFA (2,5% de la valeur FOB)
1105	Ayous / Obeche	60	33,96	84915	2883713	72093
1106	Azobé	70	38,5	71702	2760527	69013
1308	Bilinga	80	95,82	73920	7083014	177075
1320	Fraké / Limba	70	78,88	31324	2470837	61771
1115	Framiré	70	42,12	82236	3463780	86595
1324	Ilomba	60	255,38	50820	12978412	324460
1116	Iroko	120	57,81	147378	8519922	212998
1117	Kossipo	100	50,45	92400	4661580	116540
1120	Moabi	100	73,16	111527	8159315	203983
1341	Okan	90	219,21	60984	13368304	334208
1344	Padouk blanc	60	400,98	95237	38188132	954703
1345	Padouk rouge	60	612,43	95237	58325996	1458150
1122	Sapelli	110	71,93	133046	9569999	239250
1123	Sipo	100	62,6	144514	90466576	2261664
1346	Tali	70	81,68	58240	4757043	118926
<b>Total</b>					<b>186 237 151</b>	<b>6 691 428,79</b>

**Tableau 6: Répartition de la RFA entre l'Etat, le FEICOM, la Commune et la communauté riveraine**

Superficie (ha)	RFA (superficie x 2500) en FCFA	RFA revenant à Etat (50%) FCFA	RFA revenant au FEICOM de Fifinda (20 %) en FCFA	RFA revenant à Commune de Fifinda (20%) en FCFA	RFA revenant à Communauté riveraine (10%) en FCFA
105	262 500	131 250	52 500	52 500	26 250

### 3.1.2. Prix FOB des différentes essences exploitées

En s'appuyant sur l'arrêté N° 12/00000133/CF/A/MINFI du 23 août 2012 portant constatation des valeurs FOB des grumes à l'exploitation pour le second semestre 2012, les valeurs FOB des essences exploitées frauduleusement en dehors des limites de la VC 09 03 210 ont été estimées et consignées dans le tableau 4. Cette estimation s'est faite en tenant compte du zonage fiscal.

Il ressort du tableau 4 que la valeur FOB de la totalité des 2174,86 m<sup>3</sup> coupées illégalement est estimée à 186 237 000 FCFA. Ceci représente un gros déficit en terme de recettes forestières pour l'Etat.

### 3.1.3. Estimation des pertes potentielles en taxe d'abattage

Au Cameroun, la TA représente 2,5% de la valeur FOB des grumes abattues selon la loi forestière en vigueur. Ce pourcentage nous a permis de calculer les TA des essences exploitées sur le site d'étude (voir tableau 5).

En principe, une TA de 6 692 000 FCFA devrait être payée par l'exploitant. Cette somme devrait être répartie entre l'Etat (50%, soit 3 345 000 FCFA), la commune de la localité concernée (20%, soit 1 338 286 FCFA), le FEICOM (20%, soit 1 338 000 FCFA) et la communauté riveraine à ce massif forestier (10%, soit 670 000 FCFA) selon l'arrêté conjoint N° 0076/MINATD/MINFI/MINFOF du 26 juin 2012.

### 3.1.4. Estimation potentielle en Redevance Forestière Annuelle

Le secteur forestier distingue deux types d'entreprises soumises à la fiscalité forestière qui est une fiscalité spécifique: ce sont les entreprises d'exploitation et celles de transformation. Au Cameroun, depuis la loi des finances 2000-2001, le prix planché sur les VC est de 2500 FCFA/ha. Ce prix est la base des enchères lors des appels d'offres. Dans le cas de cette étude, comme il est question d'une exploitation illégale d'essences sur une superficie, le prix planché a été utilisé (2500 FCFA/ha).

**Tableau 7: Récapitulatif de la manne forestière à verser à la commune et la communauté riveraine**

Fiscalité	Commune (F CFA)	Communauté riveraine (F CFA)	Total (F CFA)
<b>RFA</b>	52 500	26 250	79 000
<b>TA</b>	1 338 286	669 143	2 007 429
<b>Total</b>	1 390 786	695 393	2 086 429

Le tableau 6 contient la répartition de la RFA entre les différents bénéficiaires (Etat, Commune, FEICOM et collectivité locale riveraine). Il ressort du tableau 6 qu'une somme de 262 500 FCFA de RFA aurait pu être versée par l'exploitant pour l'exploitation de 105 ha de superficie forestière. Cette somme devait être répartie entre l'Etat (50%, soit 131 250 FCFA), le FEICOM (20%, soit 52 500 FCFA), la commune de Lokoundje (20%, soit 52 500 FCFA) et la communauté riveraine (10%, 26 250 FCFA) comme le prévoit le nouvel arrêté conjoint N° 0076/MINATD/MINFI/MINFOF.

### 3.2. Incidence des pertes en terme de développement local

#### 3.2.1. Manque à gagner dû à la non réalisation des œuvres sociales

La contribution indirecte du secteur forestier au développement local est difficile à chiffrer. On peut cependant dire que l'exploitation frauduleuse prive les populations de Bidou de bénéficier des œuvres sociales prévues dans le cahier de charge de l'exploitant conformément à la réglementation en vigueur en milieu forestier. Ces œuvres sociales sont entre autres la construction des cases de santé, l'adduction d'eau, l'électrification rurale, la mise en place des ponts, la réalisation des projets routiers, etc. Il faut souligner que dans le cas de la gestion légale des massifs forestiers, ce sont les populations riveraines qui définissent les aspects sociaux qu'elles souhaitent privilégier lors des réunions de concertation en présence de l'exploitant.

#### 3.2.2. Le manque à gagner en terme de financement indirect de l'économie locale

En principe, une société forestière qui s'implante dans une localité donnée est sensée offrir de l'emploi aux membres des communautés riveraines. Ce cas n'est pas observé dans la société MMG. Pour mieux couper illégalement le bois de la localité de Bidou, la société forestière MMG a mis à l'écart les habitants du village Bidou. Sur 50 employés de la société forestière MMG, seulement sept personnes sont de Bidou, soit 14% des travailleurs.

#### 3.2.3. Le non paiement de la manne forestière

Le système de répartition des retombées de l'exploitation forestière mis en place par l'arrêté conjoint N° 0076/MINATD/MINFI/MINFOF du 26 juin 2012 prévoit deux contributions principales de la fiscalité forestière au développement local, comme le récapitule le tableau 7:

- une contribution au budget de la commune, représentant 20% de la fiscalité (RFA et TA) versée par l'exploitant forestier;
- une contribution aux communautés, représentant 10% de la RFA et la TA.

D'après le tableau 7, une fiscalité (RFA et TA) respective de 1 390 785,758 FCFA et 695392,879 FCFA, soit une somme totale de 2 086 410,637 FCFA aurait pu être versée pour le compte de la commune de Lokoundje et de la communauté de Bidou. Malheureusement, aucun franc n'a été versé à ces dernières pour le développement local. C'est une perte considérable pour ceux qui auraient pu éventuellement bénéficier de cette manne forestière.

### 3.3. Facteurs favorisant l'exploitation forestière illégale

La tendance du secteur forestier d'être accusé de mauvaise gestion, voire d'exploitation illégale, vient d'un certain nombre de caractéristiques liées à l'exploitation des forêts, notamment le trafic d'influence, l'ignorance des droits et devoirs des populations riveraines et le besoin d'argent.

#### 3.3.1. Trafic d'influence

Le secteur forestier est enclin à l'illégalité parce que l'exploitation forestière s'effectue dans des zones isolées. L'accès au chantier est strictement interdit à tout usager extérieur à la société forestière. Comme cette exploitation a lieu sur les terres publiques, des arrangements sont faites au préalable. Lorsque ces opérateurs arrivent dans les villages pour couper du bois, il leur suffit de dire qu'ils viennent de la part du MINFOF pour exploiter le bois de cette localité comme ils veulent. Certaines élites résidant en ville telles que les Députés, les Maires, les Généraux d'Armées, les grands Directeurs Généraux et même

certaines Ministres usent de leurs pouvoirs pour influencer la légalité dans le secteur forestier. Il suffit de passer quelques coups de fils pour obtenir le laissez passer auprès de l'administration forestière ou des populations locales.

### **3.3.2. Ignorance de la loi par les populations locales**

L'ignorance de la loi est un des facteurs de la pratique de l'exploitation forestière illégale. Dans le village Bidou, 90% des personnes enquêtées ignorent complètement leurs droits et devoirs face aux exploitants forestiers. C'est la principale raison pour laquelle elles sont vulnérables lorsqu'elles sont en face des opérateurs économiques. Elles ne savent pas comment s'y prendre face à ces exploitants. Par conséquent, elles obéissent à tout ce qu'on leur dit.

### **3.3.3. La pauvreté**

Des millions de FCFA sont emportés des forêts à travers l'exploitation forestière. Cependant, les populations riveraines sont toujours dans la pauvreté. Ce contraste pousse souvent ces populations à se révolter. Face aux gros bras des exploitants, leurs efforts sont très souvent vite maîtrisés. Compte tenu de leur état de pauvreté extrême, 85% personnes enquêtées acceptent de vendre du bois dans leurs propriétés pour avoir un peu d'argent. Signalons qu'à Bidou, le prix d'une essence coupée est compris entre 5 000 et 25 000 FCFA selon la qualité et la valeur de l'essence.

## **4. Discussion**

L'exploitation illégale a entraîné des manques significatifs pour la population et l'Etat. Force est de constater que cette exploitation illicite a été faite à Bidou parce que la population est naïve sur les questions de légalité d'exploitation forestière. En plus, elles sont victimes du trafic d'influence de la part des exploitants qui traitent avec des personnalités influentes du village à l'instar du chef ou même de certains personnels de l'administration forestière qui facilitent la coupe et l'évacuation du bois. Dans le même ordre d'idée, l'étude menée par Auzel et al. (2001) dans l'UFA 10 030 a révélée une perte fiscale importante pour l'Etat, la commune de Lomié et les communautés riveraines.

Comme l'exploitation du bois dans ce village s'est effectuée dans l'illégalité, l'exploitant a fait venir son équipe pour réaliser les différentes phases de l'exploitation forestière. Ce qui ne permet pas aux

habitants de Bidou d'avoir du travail comme dans les sociétés qui sont certifiées et qui exercent en respectant les normes d'exploitation forestière légale. Cette situation ne permet pas aux habitants de cette localité de s'épanouir et de développer leur village, par ricochet, la pauvreté perdure. L'étude menée par Samfu (2002) cité par Brown et al. (2009) stipule que les preuves de l'exploitation illégale se multiplient, mettant en évidence les effets négatifs sur les moyens de subsistance des populations pauvres qui dépendent des forêts.

Pendant la période d'exploitation, des présents (pots de vin et argent) ont été offerts à la population par l'intermédiaire du chef pour calmer les ardeurs des uns et des autres. Les remerciements ont été également adressés à certains hommes politiques et personnels par la remise des enveloppes pour les motiver à coopérer pour l'exploitation illégale. Ce résultat va dans le même sens que les travaux de Brown et al. (2009) rapportant que la préoccupation internationale liée à l'exploitation illicite des forêts se concentre sur un certain nombre de problèmes. L'illégalité est considérée en partie comme une évidence tangible de la gouvernance défaillante qui assaille le secteur forestier dans de nombreux pays et se manifeste entre autres par l'indiscipline de l'industrie et par le caractère non durable de ses pratiques. Une autre question, à savoir, les coûts sociaux élevés de l'illégalité en ce qui concerne les revenus auxquels le producteur se voit obliger de renoncer a également été soulevée. Dans certains cas (comme le Cameroun), elle a jeté la base d'un plus grand intérêt national pour l'exploitation forestière illégale pour inclure, outre les ministères sectoriels, des services importants tels que les finances et la planification nationale.

Les contrôleurs forestiers ont pour principaux rôle la surveillance de nos forêts. Cependant, compte tenu du mauvais équipement pour les missions de terrain, de la démotivation à sillonner effectivement les limites des différents massifs forestiers attribués aux exploitants forestiers, certains d'entre eux tombent dans la facilité et la corruption en coopérant avec l'exploitant qui leur propose de l'argent pour qu'ils ne réalisent pas effectivement leurs missions de contrôle. Le contrôle forestier est devenu pour plusieurs forestiers un moyen de prélever de l'argent auprès de l'exploitant forestier et non comme un moyen de gérer efficacement le domaine forestier.

REM (2007) soutient que l'inefficacité des méthodes d'application de la loi qui en résulte ainsi que les faibles amendes infligées aux contrevenants signifient que l'illégalité continue à être profitable, même lorsque les infractions sont répétées et punies.

## 5. Conclusion

La présente étude a eu pour objectifs spécifiques d'identifier les formes des pertes de l'exploitation forestière illégale; de déterminer les manques à gagner en terme de RFA et de TA; de déterminer l'incidence des pertes de l'exploitation forestière illégale du point de vue du développement local et d'identifier les facteurs favorisant l'exploitation illégale des forêts de production.

Au terme de cette étude, les principales conclusions sont:

L'exploitation forestière s'est effectuée en dehors des limites de la VC 09 03 210 concédée à la société forestière MMG sur 105 ha. Des pertes considérables ont été enregistrées suite au prélèvement des essences sollicitées par l'exploitant forestier à l'instar de la perturbation de l'habitat faunique et par ricochet la diminution de la faune sauvage. Cette exploitation forestière frauduleuse a entraîné un gaspillage du bois très important et l'exploitation en dessous du DME de 25 tiges. L'absence des semenciers a aussi été notée, ce qui peut entraîner la diminution des essences exploitées.

Comme la récolte s'est faite de façon illicite sur 15 essences, les travaux d'inventaire forestiers ont révélé que 200 tiges ont été coupées pour un équivalent en volume total de 2175 m<sup>3</sup>. Ce volume correspond à une perte en valeur FOB de 186 237 000 FCFA enregistrée par l'Etat Camerounais. Pour l'exploitation de ce volume, une TA de 6 692 000 FCFA devait être versée par l'exploitant. Ce manque à gagner a engendré des incidences très graves à savoir la non réalisation des œuvres sociales comme le prévoit le cahier des charges des exploitants dans le cadre d'exploitation forestière légale, le manque et le non paiement des différentes taxes forestières à l'Etat, au FEICOM, à la commune concernée et à la population riveraine. Une fiscalité (RFA et TA) respective de 1 390 785,758 FCFA et 695 624,879 FCFA, pour une somme totale de 2 086 410,637 FCFA, aurait pu être versée pour le compte respectif de la commune de Lokoundje et de la communauté de Bidou. Cette situation pousse les populations à recourir aux sciages sauvages. Le trafic d'influence de la part des élites locales et

certaines personnels de la DDMINFOF, l'ignorance des droits et devoirs des populations riveraines et le besoin d'argent (pauvreté) sont autant de facteurs qui encouragent l'exploitation forestière illégale dans cette partie du pays.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet OE/FLEGT de l'ONG FODER. Les auteurs tiennent à remercier l'équipe du projet pour leur contribution à la réalisation de ce document. Les auteurs remercient également les relecteurs pour toutes les remarques et suggestions apportées.

## Références

**Arrete Conjoint N° 0076/MINATD/MINFI/MINFOF (2013).** Fixant les modalités d'application, d'emploi et de suivi de la gestion des revenus provenant de l'exploitation des ressources forestières et fauniques destinées aux communes et aux communautés villageoises riveraines. Yaoundé-Cameroun. 58p.

**Arrete N° 012/000133/CF/MINFI (2012).** Portant constatations des valeurs FOB à l'exploitation des grumes pour le second trimestre 2012. Yaoundé, Cameroun. 5p.

**Auer, M., R., C., Ingram, D. et Farley, C. (2003).** Towards an Improved Understanding of Illegal Logging and Associated Trade. p28.

**Auzel, P., Feteke, F., Fomete, T., Nguiffo, A.S. et Djeukam, R. (2001).** Impact de l'exploitation forestière illégale sur la fiscalité, sur l'aménagement et le développement local : cas l'UFA 10 030 dans l'arrondissement de Messok, Province de l'Est, Cameroun. *Rapport intermédiaire d'étude, Université de Dschang.* 60p.

**Brown, D., Schreckenber, K., Bird, N., Cerutti, P., Del Gatto, F., Diaw, C., Fome, T., Luttrell, C., Navarro, G., Oberndorf R., Thiel, H. et Wells, A. (2009).** Bois légal : vérification et gouvernance dans le secteur forestier. *CIFOR et ODI, Bogor, Indonésie.* 384p.

**Cerutti, P.O., Ingram, V. et Sonwa, D. (2008).** Les forêts du Cameroun en 2008. *Observatoire des forêts d'Afrique.* Pp45-59.

**Fond Alimentaire Mondial (FAO) (2006).** Situation des forêts du monde 2006. *Rome.* p157.

**Green Facts (2007).** Consensus scientifique sur les forêts. Tiré du rapport scientifique de consensus (FAO 2006). [www.greenfacts.org/fr](http://www.greenfacts.org/fr).

**Observateur Indépendant (2010a).** Rapport technique N° 001/OI/AGRECO-CEW. Yaoundé-Cameroun. 54p.

**Observateur Indépendant (2010b).** Rapport mission N° 001/OI/AGRECO-CEW. Yaoundé-Cameroun. 64p.

**Office National De Développement Des Forêts (ONADEF) (1991).** Inventaire d'aménagement de la forêt de Kienké-sud. Ministère d'agriculture. Yaoundé-Cameroun. 48p.

**Ressource Extraction Monitoring (REM) (2007).** Observation Indépendante: Evolution du contrôle et des sanctions de l'exploitation forestière illégale au Cameroun, *Rapport annuel mars 2006–février 2007*. Yaoundé, Cameroun, 32p.

## Étude comparative de la productivité en pépinière de 2 variétés de cacaoyers dans la Léké (Région du Centre au Cameroun)

Youbi P.H.<sup>1</sup>, Mbolo M.<sup>1</sup>, Ngoufo R.<sup>2</sup>, Kaho F.<sup>3</sup> et Edoa F.<sup>3</sup>

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

(2) Département de Géographie, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines, Université de Yaoundé I. Cameroun

(3) Institut de Recherche Agricole pour le Développement du Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737791>

### Résumé

Le programme de relance de la filière cacao initié par le Gouvernement camerounais afin d'accroître la production de cacao dans le but d'atteindre 600 000 tonnes à l'horizon 2020, consiste à distribuer gratuitement des plants hybrides considérés comme très productifs aux paysans. Mais la croissance de certains hybrides en pépinière reste mal connue.

La présente étude qui concerne un bassin de production de cacao dans la Région du Centre au Cameroun s'est déroulée de juin 2012 à novembre 2015 dans les localités

du Département de la Léké. L'objectif principal a été de comparer la croissance d'un hybride (SNK 413) à celle d'une espèce locale (Bat 1). Cette évaluation a permis d'améliorer les connaissances sur la croissance de cet hybride en pépinière.

La mesure de la taille et du diamètre des tiges a été effectuée tous les jours à l'aide d'un ruban gradué pour la taille et d'un pied à coulisse pour le diamètre. La variété SNK 413 présente une tige plus longue et un diamètre plus grand que Bat 1.

**Mots clés :** Hybride, espèce, cacao, croissance

### Abstract

The cocoa project launch by the cameroonian Government to increase production of cocoa in the goal to reach 600 000 tons at 2020, consist of giving free of charge hybrid plants which are supposed very productive to farmers. But the growth of this hybrid is not well known.

This study which concerns the cocoa production area of the Centre Region of Cameroon started in June 2012 until November 2015 in many localities of Léké Division. The

main objective of this study was to compare the growth of the hybrid production (SNK 413) to the local specie (Bat 1). This evaluation allowed one to improve the knowledge on the growth of this hybrid in a seed-bed.

The measure of length and diameter of stems have been done every day using a graduated waist tape for length and vernier caliper for diameter. The SNK 413 specie has the longest stem and largest diameter compare to Bat 1.

**Keywords :** Hybrid, specie, cacao, growth

### 1. Introduction

L'introduction du cacaoyer en Afrique est relativement récente. Elle s'est faite en deux vagues principales : une première vague d'introduction qui s'est produite en Afrique Centrale et de l'Ouest, et une deuxième vague qui s'est produite au Cameroun. Après les années 1950, du matériel végétal issu de croisements entre des cacaoyers haut-Amazoniens (UA) a été diffusé dans le monde, notamment en Afrique, par l'intermédiaire des Instituts de Recherches (Motamayor, 2001).

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est un arbre

originnaire d'Amérique tropicale. Anciennement classé dans la famille des sterculiaceae, il est depuis quelques années, classé dans celle des Malvaceae (classification phylogénique). Il mesure alors 4 à 6 mètres de hauteur en plantation et entre en production à 2 ans (variétés sélectionnées) ou 3 ans (variétés non sélectionnées). Il 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 fait vivre plus d'un million d'habitants de la zone forestière (Sonwa, 2004). Le rendement moyen des plantations camerounaises est faible puisqu'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 (Toxopeus, 1985). Ces rendements médiocres s'expliquent par plusieurs facteurs, parmi lesquels le vieillissement du verger, le faible recours aux variétés améliorées et aux intrants agricoles et la forte pression parasitaire qui en découle (Sonwa, 2004).

La majeure partie des connaissances sur la productivité du cacaoyer provient d'essais en station de recherche et en milieu contrôlé (Somarriba et Beer, 2011). L'insuffisance de la production cacaoyère mondiale qui, malgré une forte expansion depuis la fin de la seconde guerre mondiale, ne parvient pas à satisfaire la demande croissante (Hanak et al., 2003). Le cacaoyer produit ses premiers fruits entre 2,5 et 4 ans d'âge lorsqu'il est issu de semis, directement en champ ou en pépinière. Il atteint son plein rendement entre 6 et

7 ans puis son plein développement et son rendement maximum autour de 8 à 10 années. La variabilité de rendement des cacaoyers d'une année à l'autre est affectée d'avantage par la pluviosité que par tout autre facteur climatique. Le cacaoyer est très sensible à une différence hydrique, tout particulièrement lorsqu'il est en concurrence avec d'autres plantes, d'ombrage ou adventices (Hanak et al., 2003). Une cabosse moyenne contient 100 à 120 g de fèves fraîches. Le poids d'une cabosse varie de 200 à 1000 g et est en moyenne de 450 g. Sa taille à maturité varie de 10 à 35 cm, avec une moyenne de 17,5 cm. Il existe très peu de littérature sur la croissance de l'hybride SNK 413 et de Bat 1 en pépinière. Dans le monde, aucune étude n'a encore été menée sur le comportement de cet hybride en pépinière du fait de son origine camerounaise et de son apparition très récente. Sa productivité en pépinière n'a pas encore été étudiée dans la Région du Centre au Cameroun d'où l'objet de cette étude. Ce travail a pour objectif principal de comparer la croissance d'un hybride (SNK 413) à celle d'une variété locale (Bat 1).

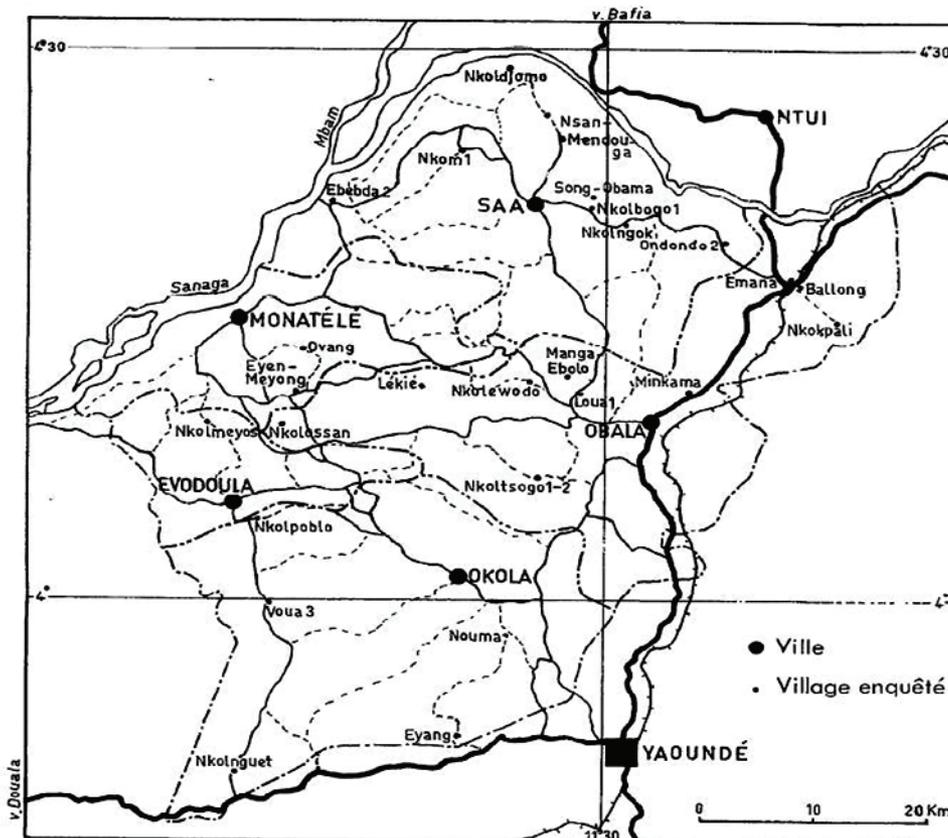


Figure 1 : Carte de la zone d'étude. (Anonyme, 2012)

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans 4 localités du Département de la Lékié, Région du Centre au 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 Lékié situé entre 4°12'0"N, 11°24'0"E, est un Département de la Région du Centre Cameroun. L'altitude moyenne est comprise entre 500 m et 1 000 m au dessus de la mer. Le climat est chaud et humide, de type «guinéen», avec des températures moyennes de 25°C et une pluviométrie de 1 500 à 2 000 mm par an répartie en deux saisons humides bien distinctes (régime pluviométrique bimodal) permettant 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 et la prolifération des animaux contribuent aussi à la difficulté de séchage et de stockage traditionnels des récoltes (Anonyme, 2008).

Les sols sont en majorité ferralitiques, acides, argileux et de couleur rouge ou jaune selon la durée de la saison humide. Ils ont une faible capacité de rétention des éléments nutritifs et s'épuisent rapidement après une mise en culture, ce qui explique la pratique traditionnelle de l'agriculture itinérante sur brûlis suivie de jachères pour la restauration de la fertilité des sols (Anonyme, 2008).

#### 2.1.2. Appareillage et outils

Pour mener à bien ces travaux, le matériel suivant a été utilisé:

- fond de carte topographique du Département de la Lékié qui a servi de document de base pour situer les localités d'étude ;
- ruban gradué pour mesurer la hauteur et le diamètre des cacaoyers ;
- sécateur pour couper les tiges et branches ;
- GPS pour prendre les coordonnées géographiques de différents points importants ;
- porte document, crayon, marqueurs, bloc note, bande adhésive pour prendre des notes sur le terrain ;
- des machettes, limes, houe pour le nettoyage de la pépinière et la plantation ;



Figure 2 : Cabosses des variétés utilisées : (a) Bat 1, (b) SNK 413

- brouette pour transporter la terre, les plants et les cabosses ;
- pulvérisateur pour pulvériser les insecticides et fongicides sur les plants et pieds de cacaoyers ;
- ficelle pour le quadrage des parcelles ;
- échelle pour prendre de la hauteur lors de la récolte.

#### 2.1.3. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé pour l'expérimentation appartient à deux groupes génétiques: Forastero et Trinitario (figure 2). Il est prélevé au Cameroun sur des cacaoyers du champ expérimental de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Yaoundé (Nkolbisson) et sur des cacaoyers des champs de certains paysans de l'Arrondissement de Sa'a.

Deux géotypes différents de cacaoyer ont été choisis. Ils constituent des variétés en cours d'étude en vue d'évaluer leur productivité. Il s'agit de :

1. Bat 1 (Batchenga), variété locale appartenant au groupe de Forastero prélevée à Batschenga ;
2. SNK 413 (Sélection NKOemvone), variété hybride qui fait partie du groupe des Trinitario prélevée à Yaoundé (IRAD).

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Obtention des cabosses

Environ 60 cabosses mûres d'environ 30 cm de longueur ont été utilisées. 30 cabosses de SNK 413 ont été prélevées des cacaoyers présents dans les champs d'expérimentation de l'IRAD. Ces cabosses de SNK 413 ont été cueillies des arbres âgés de 6 ans. 30 autres cabosses de la variété Bat 1 ont été récoltées dans des champs paysans des agriculteurs de la localité de Batschenga. Les cacaoyers sur lesquels ont été effectués les prélèvements sont âgés de 18 ans. Selon Sonwa (2004), la productivité des fèves d'une variété est dépendante des facteurs génétiques et environnementaux. Ainsi l'âge des cacaoyers n'a pas d'influence significative sur la productivité des

fèves d'une variété d'où l'utilisation des fèves des cacaoyers d'âges différents.

Les prélèvements des cabosses ont été effectués le même jour sur les deux sites, le matin à Batschenga et l'après midi à l'IRAD de Nkolbisson. Les cabosses ont été conservées pendant 1 jour à l'ombre dans un magasin à la température ambiante (30-38°C). Après écabossage, les fèves ont été trempées pendant une heure dans 10 litres d'eau contenant 50 g d'un antifongique systémique: l'oxyquinoléine afin de les protéger de l'action des rongeurs et des insectes. Seules les graines saines ont été utilisées.

### 2.2.2. Mise en place de la pépinière

Une ombrière de 30 m<sup>2</sup> et de 2 m de hauteur a été construite dans un champ d'expérimentation de l'IRAD à Nkolbisson (Yaoundé) sur un terrain plat pour éviter l'influence de la pente sur la croissance des plants. L'ombrière construite en bambous a été recouverte de toile d'ombrière noire à petites mailles. La structure de la toile d'ombrière a permis d'avoir un ombrage homogène (absence d'ouverture de la canopée). Selon Lachenaud et al. (2007), la croissance des plants est optimale sous ombrage homogène.

Des sachets noirs en matière plastique de dimension 15 x 25 x 10 cm perforés dans leur moitié inférieure ont été remplis de terre humifère sablo-argileuse, puis disposées et alignés sous l'ombrière (figure 3). Ces sachets remplis de terre sont communément appelés pots. Ils ont été disposés en deux rangées de 30 pots chacune, une rangée de SNK 413 et une autre de Bat 1 : une rangée constituée de 6 lignes renfermant 5 pots par ligne; sur chaque ligne, les pots sont serrés. Les lignes sont distantes de 60 cm et les rangées de 1,40 m. Lorsque les pots ont été installés, le niveau de terre a été complété.

Il a été semé une fève par sachet, à 1 cm de profondeur, disposé à plat ou verticale (le gros bout en bas). Les pots ont été arrosés tous les jours, de préférence le matin tous les 2 jours à partir du 15<sup>ième</sup> jour. Les pots ont été désherbés et les allées sarclées régulièrement. Dès le premier jour de la germination les jeunes plantules ont été de nouveau traitées avec l'oxyquinoléine (antifongique systémique) suivant la dose de 50 g de matière active pour 10 litres d'eau et au thiaclopride (insecticide systémique) à la dose de 150 g pour 1 litre d'eau. Ce traitement préventif a été renouvelé tous les 15 jours soit 6 fois pour les 90 jours d'observation. Les mesures des paramètres

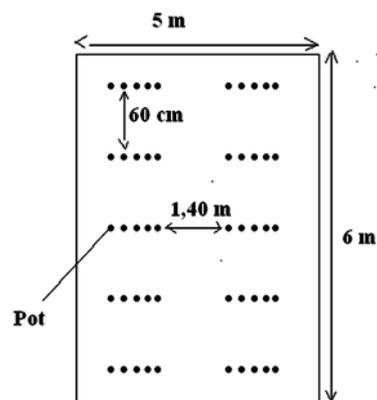


Figure 3 : Disposition des pots sous l'ombrière

de croissance ont été effectuées tous les jours sur les plants dès la germination survenue en moyenne au 14<sup>ième</sup> jour après les semis.

### 2.2.3. Techniques de mesure des paramètres de croissance

#### 2.2.3.1. Mesure de la taille et diamètre des tiges

Les pots ont été numérotés de 1 à 60. Les trente premiers numéros sont de SNK 413 et les trente autres de Bat 1. La mesure de la taille et le diamètre des tiges a été effectuée tous les jours (matins) à l'aide d'un ruban gradué pour la taille et d'un pied à coulisse pour le diamètre. La taille a été prise à partir de la couche superficielle de terre jusqu'au point d'apparition du bourgeon apical. Le diamètre a été pris au collet afin de déterminer la vigueur des souches.

#### 2.2.3.2. Mesure de la longueur et de la largeur des feuilles

Les feuilles ont été numérotées avec un marqueur à encre bleu au fur et à mesure qu'elles apparaissent pour un meilleur suivi. Pour chaque pied, les feuilles ont été comptées quotidiennement afin d'évaluer l'évolution du nombre. La longueur de la feuille a été mesurée le long de la nervure principale. Selon Sonwa (2004), la largeur de chacune des feuilles a été mesurée à partir du centre. Pour chaque feuille, la longueur et la largeur mesurées ont été notées en couples (X,Y), avec X correspondant à la largeur et Y à la longueur. Dans le souci d'évaluer l'évolution de ces paramètres sur 90 jours, les premières feuilles de chaque pied ont été particulièrement suivies.

#### 2.2.3.3. Nombre de feuilles tombées

Lors du comptage du nombre de feuilles présentes sur chaque pied, celles qui numérotées, étaient

absentes ont été considérées comme tombées. Le nombre de feuilles tombées a été déterminé par la relation suivante :

$$N_t = N_i - N_p$$

$N_t$  = Nombre de feuilles tombées ;  $N_i$  = Nombre de feuilles initiales ;  $N_p$  = Nombre de feuilles présentes

### 2.2.3.4. Analyse de la variance

L'analyse des données a été faite avec le logiciel SAS version 9.2. L'analyse de la variance a été effectuée en utilisant la procédure GLM (Generalized Linear Models ou Modèle Linéaire Général) qui permet d'évaluer les effets d'une ou de plusieurs variables prédictives, de type numérique continue ou de type catégoriel, sur des réponses de type comptage, de type binaire ou encore des proportions. Pour comparer les différentes moyennes des paramètres de croissance des plants en pépinière, le test de Student-Newman-Keuls au seuil de probabilité de 5% a été utilisé.

## 3. Résultats

### 3.1. Paramètres de croissance des variétés en pépinière

#### 3.1.1. Taille et diamètre des tiges

Les tailles moyennes des tiges sont différentes mais cette différence n'est pas significative ( $p = 5\%$ ). La longueur moyenne de la tige de SNK 413 est de 33,23 cm et celle de Bat 1 est de 32,37 cm. La variété SNK 413 présente la tige la plus longue que Bat 1 (tableau 1). Le rapport des tailles est proche de 1.

Les diamètres moyens des tiges sont différents mais cette différence n'est pas significative ( $p = 5\%$ ). Le diamètre moyen de SNK 413 est de 1,24 cm et celui de Bat 1 est de 1,18 cm. La variété SNK 413 présente un grand diamètre par rapport à Bat 1. Le rapport des diamètres SNK / Bat 1 est proche de 1.

#### 3.1.2. Evolution de la taille et du diamètre des tiges

##### 3.1.2.1. Evolution de la taille

La taille des tiges présente une évolution qui n'est pas continue. Cette évolution est variable d'une semaine à l'autre et d'une variété à l'autre. Dans le souci d'observer les périodes d'évolutions significatives, les jours ont été regroupés en semaines. La tige de l'hybride SNK 413 évolue plus vite que celle de Bat 1 (figure 4). Ces deux tiges présentent à certaines semaines des évolutions similaires.

Ces deux variétés présentent deux périodes d'évolution significative : de la première à la troisième

semaine et de la dixième à la douzième semaine où il est observé une croissance rapide. A la troisième semaine, la taille des tiges atteint 15 cm pour Bat 1 et 17 cm pour SNK 413. De la troisième à la neuvième semaine la croissance est ralentie, la taille des tiges atteint 18 cm pour Bat 1 et de 22 cm pour SNK 413. A la douzième semaine, la taille des tiges atteint 33 cm pour Bat 1 et 40 cm pour SNK 413.

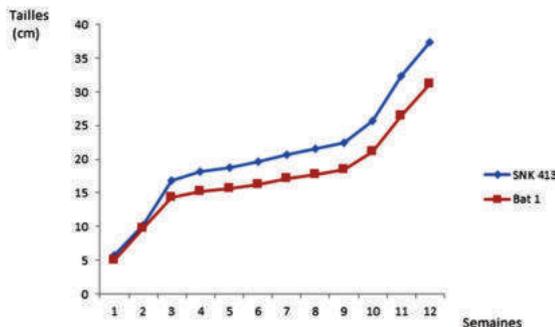
##### 3.1.2.2. Evolution du diamètre

Le diamètre des tiges de ces variétés présente la même évolution (figure 5). Il est constaté une accélération de la croissance en épaisseur des tiges des deux variétés à la cinquième semaine. Ces deux variétés

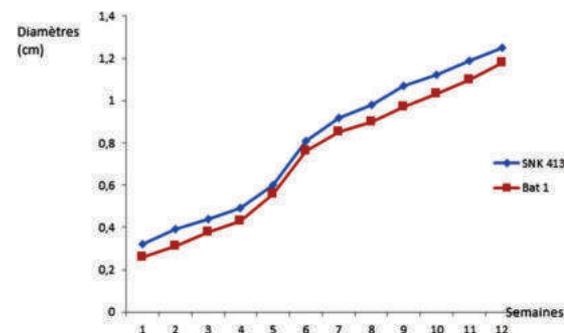
**Tableau 1 : Taille et diamètre des tiges des plants**

Paramètres	SNK 413	Bat 1
Taille moyenne (cm)	33,23 ± 0,17 a	32,37 ± 0,21 a
Diamètre moyen (cm)	1,24 ± 0,14 a	1,18 ± 0,19 a

Moyennes ± écarts types; Séparation des moyennes par le test Student-Newman Keuls à  $p = 0.05$ . Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes



**Figure 4 : Evolution de la taille des tiges**



**Figure 5 : Evolution du diamètre des tiges**

présentent trois périodes d'évolution significative : de la première à la cinquième semaine et de la sixième à la douzième semaine où il est observé une croissance lente. A la cinquième semaine, le diamètre des tiges atteint 0,51 cm pour Bat 1 et 0,57 cm pour SNK 413. De la cinquième à la sixième semaine, la croissance est accélérée. Le diamètre des tiges atteint 0,76 cm pour Bat 1 et 0,83 cm pour SNK 413. A la douzième semaine, le diamètre des tiges atteint 1,20 cm pour Bat 1 et 1,32 cm pour SNK 413.

**Tableau 2 : Nombre de feuilles formées**

Semaine	Nombre de feuilles formées	
	SNK 413	Bat 1
1	3	3
2	2	2
3	1	0
4	3	2
5	4	2
6	2	1
7	1	1
8	8	8
9	2	1
10	0	1
11	5	2
12	2	2
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>25</b>

**Tableau 3 : Longueur et largeur des feuilles**

Semaine	SNK 413 (cm)		Bat 1 (cm)	
	X	Y	X	Y
1	0,50 ± 0,15 a	1,50 ± 0,08 a	0,49 ± 0,18 a	1,51 ± 0,12 a
2	3,71 ± 0,11 a	9,00 ± 0,14 a	2,32 ± 0,16 a	8,60 ± 0,10 a
3	4,60 ± 0,09 a	10,11 ± 0,32 a	4,00 ± 0,11 a	9,10 ± 0,23 a
4	4,90 ± 0,20 a	10,22 ± 0,37 a	4,20 ± 0,14 a	12,31 ± 0,30 a
5	5,82 ± 0,13 a	14,00 ± 0,26 a	5,22 ± 0,15 a	13,10 ± 0,18 a
6	6,13 ± 0,22 a	14,20 ± 0,18 a	5,70 ± 0,19 a	14,12 ± 0,11 a
7	6,30 ± 0,24 a	14,31 ± 0,35 a	5,90 ± 0,21 a	15,33 ± 0,31 a
8	6,52 ± 0,31 a	14,73 ± 0,10 a	6,34 ± 0,34 a	16,70 ± 0,19 a
9	8,34 ± 0,05 a	22,32 ± 0,16 a	7,10 ± 0,09 a	18,72 ± 0,12 a
10	8,51 ± 0,42 a	23,00 ± 0,27 a	7,33 ± 0,33 a	19,96 ± 0,22 a
11	8,73 ± 0,12 a	23,40 ± 0,14 a	7,80 ± 0,18 a	21,34 ± 0,10 a
12	8,90 ± 0,23 a	23,71 ± 0,08 a	8,12 ± 0,20 a	22,62 ± 0,13 a

Moyennes ± écarts types; X correspond à la largeur et Y à la longueur. Séparation des moyennes par le test Student-Newman Keuls à  $p = 0.05$ . Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

### 3.1.3. Nombre de feuilles formées

Les différentes variétés n'ont pas le même nombre de feuilles formées. La variété SNK 413 présente plus de feuilles (33) que Bat 1 (25). Ces deux variétés présentent le même nombre de nouvelles feuilles formées pour les semaines 1, 2, 7, 8 et 12 (tableau 2). Au bout de 12 semaines, la différence du nombre de feuilles formées entre ces deux variétés est de 8. Le rapport du nombre de feuilles formées de SNK 413 sur Bat 1 est égal à 1,32. Ce rapport est supérieur à 2 à la 11<sup>ème</sup> semaine et inférieur à 1 à la 10<sup>ème</sup> semaine. SNK 13 présente deux fois plus de nouvelles feuilles formées à la 11<sup>ème</sup> semaine que Bat 1.

Le nombre moyen de feuilles formées par semaine est de 2,75 pour SNK 413 et de 2,08 pour Bat 1. Il ne se forme aucune nouvelle feuille chez ces deux variétés à la semaine 10 pour SNK 413 et à la semaine 3 pour Bat 1. En revanche, à la semaine 8 pour ces deux variétés, le nombre de feuilles formées est élevé, se situant autour de 8. Les deux variétés ne présentent pas la même évolution du nombre de nouvelles feuilles formées. Elles présentent deux périodes de forte d'évolution : les 5<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> semaines.

### 3.1.4. Longueur et largeur moyennes des feuilles

Les feuilles des deux variétés ne présentent pas les mêmes dimensions, mais cette différence n'est pas significative (tableau 3). SNK 413 présente les feuilles les plus longues (23,71 cm) et plus larges (8,90 cm) que Bat 1 (22,62 cm) respectivement (8,12 cm).

**Tableau 5 : Nombre moyen de feuilles tombées**

Période	SNK 413	Bat 1
Au 71 <sup>ème</sup> jour	0	0
Au 77 <sup>ème</sup> jour	0	0
Au 83 <sup>ème</sup> jour	0	0
Au 85 <sup>ème</sup> jour	0	0
Au 87 <sup>ème</sup> jour	0	1
Total	0	1

Les écarts observés entre les longueurs moyennes des deux variétés sont de 1,09 cm et de 0,78 cm pour les largeurs. Les rapports des longueurs de SNK 413 / Bat 1 est de 1,05 et des largeurs de 1,10.

Ces deux variétés présentent des semaines marquées par de fortes croissances en longueur et en largeur. La deuxième semaine est marquée par une forte croissance pour les deux variétés. La croissance de SNK 413 atteint 9,00 cm pour la longueur, et de 3,71 cm pour la largeur. Quant à Bat 1, la croissance atteint 8,60 cm pour la longueur et 2,32 cm pour la largeur. Pour ces deux variétés, la longueur augmente plus vite que la largeur. Le rapport de la longueur sur la largeur est de 2,66 pour SNK 413 et de 2,79 pour Bat 1. La longueur des feuilles des deux variétés est 2 fois supérieure à la largeur.

### 3.1.5. Nombre de feuilles tombées

Au cours de la croissance, ces plants ne perdent pas le même nombre de feuilles. La perte de feuilles est observée à partir du 87<sup>ème</sup> jour pour Bat 1. En revanche SNK 413 ne perd aucune feuille au 87<sup>ème</sup> jour. Le nombre total moyen de feuilles tombées de SNK 413 est nul au bout de 90 jours. Celui de Bat 1 est de 1 feuille (tableau 4). SNK 413 perd moins de feuilles que Bat 1.

Le nombre moyen de feuilles perdues chaque semaine par les deux variétés est nul. Aucune variété ne perd plus d'une feuille au bout de 90 jours. Le rapport du nombre moyen de feuilles tombées de SNK 413 / Bat 1 est nul.

## 4. Discussion

Au Cameroun, le cacaoyer est traditionnellement cultivé au sein de systèmes agroforestiers renfermant une grande diversité d'espèces végétales. Ces systèmes présentent un intérêt certain dans l'optique de la préservation de la biodiversité mais ils doivent être largement améliorés dans le but d'augmenter la productivité des cacaoyers par un meilleur contrôle des bioagresseurs. Le cacaoyer est une plante qui,

dans sa zone écologique, peut s'adapter à une très grande variété de milieux biophysiques, sur des types de sols et dans des conditions de luminosité et de pluviométrie extrêmement variés. Braudeau en 1969 constate que plus certains facteurs écologiques s'éloignent de leur optimum (pluviométrie, qualité du sol), plus l'attention est portée sur les facteurs dont la régulation est possible (fumure, fertilisation minérale, régulation de l'ombrage).

La croissance des tiges et des feuilles du cacaoyer se fait par des pousses successives dans le temps. Les périodes de croissance intense alternent avec des périodes de faible croissance (Lachenaud et al. 2007). L'initiation des poussées foliaires est provoquée par une augmentation de la température. Braudeau (1969) indique que les poussées foliaires sont plus intenses lorsque la température est plus élevée, particulièrement en journée. Selon Alvim (1965), la variation de la teneur en eau de la plante initierait les poussées de croissance des tiges et des feuilles. Le passage d'une période sèche à une période humide provoque la variation de la teneur en eau de la plante, ce qui initierait les poussées de croissance de la tige et des feuilles. Le bilan hydrique serait donc le principal facteur qui contrôle le rythme de croissance du cacaoyer.

La variété améliorée a une croissance légèrement plus rapide que la variété locale en pépinière. Là où la disponibilité de l'eau n'est pas un problème, les jeunes cacaoyers peuvent se développer assez rapidement en l'absence d'ombrage si un apport en éléments fertilisants leur est fourni (Alvim, 1965). Les travaux menés par Braudeau (1969) à Trinidad sur une variété améliorée (IFC 12) rapportent que la croissance en diamètre des jeunes cacaoyers est meilleure lorsque ceux-ci reçoivent 50% de la lumière totale avec apport ou non de fertilisants. Il trouve qu'à 90 jours, le jeune cacaoyer a une tige de longueur moyenne 38 cm et de diamètre moyen de 1,26 cm. Ces résultats sont proches de ceux obtenus dans les présents travaux avec la variété améliorée SNK 413 qui a présenté une longueur moyenne de 37,23 cm et un diamètre moyen de 1,24 cm.

Dans les présents travaux, le nombre total moyen de feuilles formées au bout de 90 jours par la variété améliorée SNK 413 est de 33. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Lachenaud et al. (2007) sur une variété hybride (BBK 64) en Côte d'Ivoire qui étaient de 33 feuilles.

## 5. Conclusion

Les tiges des deux variétés de cacaoyers présentent une évolution qui n'est pas continue. Cette évolution est variable d'une semaine à l'autre et d'une variété à l'autre. Ces tiges présentent à certaines semaines des évolutions similaires. SNK 413 semble être une variété à croissance plus rapide que Bat 1. Les deux variétés ne présentent pas la même évolution du nombre de feuilles formées. Leurs feuilles présentent quatre périodes d'évolution significative. De la première à la deuxième semaine, de la deuxième à la septième semaine et de la huitième à la douzième semaine où il est observé une évolution lente. De la septième à la huitième semaine, l'évolution est rapide.

Au Cameroun, le cacaoyer est traditionnellement cultivé au sein de systèmes agroforestiers refermant une grande diversité d'espèces végétales. Ces systèmes présentent un intérêt certain dans l'optique de la préservation de la biodiversité mais ils doivent être largement améliorés dans le but d'augmenter la productivité des cacaoyers par un meilleur contrôle des bioagresseurs notamment.

## Références

- Anonyme (2008).** Programme de relance des filières Cacao/Café. Manuel de travail. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)*. Yaoundé, Cameroun. 26p.
- Anonyme (2010).** Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Cocoa year 2009 / 2010. Londres, Grande Bretagne, *International Cocoa Organization*, 36 (2), 40 p.
- Anonyme (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable: cas du Cameroun, *ONCC*. 14p.
- Anonyme (2015).** Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Cocoa year 2015 / 2016. Londres, Grande Bretagne, *International Cocoa Organization*, 23 (2), 34 p.
- Affou, S. (1997).** Renforcement des organisations paysannes et progrès agricoles : obstacles ou atouts pour le progrès agricole. In: Le modèle ivoirien en questions. Crises, ajustements, recompositions. Contamin B., Memêl-Fotê H. Eds. Paris, France, *Karthala/Orstom* : Pp. 555-571.
- Arc, L. et Atanda, O. (1972).** Seasonal influences on some yield factors in four varieties of Theobroma cacao L. *Tropical Agriculture* 2 (1). 161-170.
- Babin, R. (2009).** Contribution à l'amélioration de la lutte contre les mirides du cacaoyer sahlbergella singularis: influence des facteurs agro-écologiques sur la dynamique des populations du ravageur. Montpellier, France : *Université III - Paul Valéry*.
- Barrel, M., Battini, J., Duris, D., Hekimian, L. et Trocmé, O. (2006).** Les plantes Stimulantes. Paris, France : *CIRAD-GRET*.
- Bos, M., Steffan, D. et Tschardtke, T. (2006).** Shade tree management affects fruit abortion, insects pests and pathogens of cacao. London, Grande Bretagne: *Agriculture Environment*.
- Braudeau, J. (1969).** Le cacaoyer. Paris, France : *Maisonneuve et Larousse*.
- Clay, J. (2004).** World agriculture and the environment. Washington, Etats-Unis, *Island Press*, 570 p.
- Decazy, B. et Lotodé, R. (1975).** Comportement de familles hybrides de cacaoyers soumis aux attaques de Helopeltis Sign. *Café Cacao Thé 19* : Pp. 303-306.
- Despreaux, D. (1988).** Etude de la pourriture brune des cabosses du cacaoyer au Cameroun. Deuxième partie: contribution à l'étude de la maladie, groupe de recherche sur les maladies à Phytophthora sp. du cacaoyer. In: IRA (ed.) *10<sup>ème</sup> Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère*. Santo Domingo, République Dominicaine. Pp. 67-90.
- Edwards, D. (1972).** Seasonal variations in pod and bean characters. *Cocoa Research Institute*, 3 (2). 172-174.
- Franzen, M. et Borgerhoff, M. (2007).** Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide. *Biodiversity and Conservation* 16. Pp. 383-384.
- Hanak, F., Petithuguenin, P. et Richard, J. (2003).** Les champs du cacao. Un défi de compétitivité Afrique Asie. Ed. *Karthala*. Pp. 92-99.
- Hutcheon, W. (1981).** Physiological studies on cocoa (Theobroma cacao L.) in Ghana. Aberdeen, Grande Bretagne: University of Aberdeen.
- 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.
- Lachenaud, P. (1984).** Une méthode d'évaluation de la production de fèves fraîches applicable aux essais entièrement randomisés. *Café Cacao Thé*, 1 (2), 21-30.

- Lachenaud, P. (1991).** Facteurs de la fructification chez le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) : influence sur le nombre de graines par fruit (*Thèse de doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France*).
- Lachenaud, P. et Mossu, G. (1985).** Etude comparative de l'influence de deux modes de conduite sur les facteurs du rendement d'une cacaoyère. *Café Cacao Thé*, 3 (1), 21-30.
- Laporte, B. (1992).** Les réformes des systèmes de commercialisation et de stabilisation des filières café et cacao au Cameroun et en Côte d'Ivoire. Paris, France, *Ministère de la Coopération*. 174 p.
- Lavabre, E., Decelle, J. et Debord, P. (1962).** Recherches sur les variations des populations de Mirides en Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé* 6. Pp. 287-295.
- Leplaideur, A. (1985).** Les systèmes agricoles en zone forestière, les paysans du Centre et du Sud Cameroun. *IRAT, Yaoundé, Cameroun*. 615 p.
- Lotodé, R. et Lachenaud, P. (1988).** Méthodologie destinée aux essais de sélection du cacaoyer. *Café Cacao Thé*, 3 (2), 25-29.
- Mbolo, M. (2001).** Etude détaillée de la collecte et l'analyse des données statistiques sur les produits forestiers non ligneux au Cameroun. *Rapport préliminaire FAO*. 56p.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2008).** Programme de relance des filières Cacao/Café : *Manuel de travail*. Yaoundé, Cameroun : MINADER.
- Motamayor, J. (2001).** Etude de la diversité génétique et de la domestication des cacaoyers du groupe Criollo (*Theobroma cacao* L.) à l'aide de marqueurs moléculaires. *Thèse de doctorat, Université Paris XI, Orsay, France*. Pp. 65-78.
- Nerlove, M., 1958.** The dynamics of supply estimation of farmer's response to price. Baltimore, *Johns Hopkins University press, USA*. Pp. 77-89.
- Nyassé, S. (1997).** Etude de la diversité de *Phytophthora megakarya* et caractérisation de la résistance du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) à cet agent pathogène. *Thèse de Doctorat, Institut national polytechnique, Toulouse, France*. 133p.
- 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.
- Somarriba, E. et Beer, J. (2011).** Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees. *Agroforest. Syst.*, (81). Pp. 19–21.
- 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*).
- Sonwa, D., Weise, S., Tchatat, M., Nkongmeneck, B., Adesina, A., Ndoeye, 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 : *2nd Panafrican Symposium on the Sustainable Use of Natural Resources in Africa*. Ouagadougou, Burkina Faso. Pp. 10-12.
- Tahi, G., Ngoran, J., Sounigo, O. et Eskès, A. (2003).** Mise au point d'une méthode d'évaluation simplifiée de la productivité du cacaoyer en Côte d'Ivoire. *Cocoa Producers Alliance*, 1 (1), 67-74.
- Toxopeus, H. (1985).** Botany, types and populations. *Longman*, 1 (2), 11-37.
- Toxopeus, H. et Wessel, M. (1970).** Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria.: environmental effects on west african Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 2 (2), 32-39.
- Young, A. (1994).** The chocolate tree: a natural history of cacao. Ed. *Smithsonian Institution Press, Washington DC*. 200 p.
- Willson, K. (1999).** Coffee, cocoa and tea. *Wallingford, Grande Bretagne: Cabi*.
- Wood, G. et Lass, R. (1985).** Cocoa. Londres, Grande Bretagne : *Tropical Agriculture*.

## Evaluation du carbone des systèmes agroforestiers des pentes orientales des monts Bamboutos

Fogaing J.R.<sup>1</sup> et Tsalefac M.<sup>2</sup>

- (1) **Etablissement** : Université de Dschang, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines ; Département de Géographie Aménagement et Environnement, Cameroun / e-mail : jr\_fogaing@yahoo.fr  
(2) **Superviseur Académique** : Professeur Titulaire des Universités, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines ; Département de Géographie Aménagement et Environnement, Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3737793>

### 1. Objectif Principal

Contribuer à l'évaluation des stocks de carbone et du maintien des bénéfices non-carbones des Systèmes Agroforestiers (SAFs) en milieu montagnard tropical humide.

### 2. Objectifs Spécifiques (OS)

**OS1** : Dresser un état des lieux des SAFs du versant oriental des monts Bamboutos ;

**OS2** : Evaluer les stocks de carbone ainsi que les bénéfices non-carbones des SAFs identifiés ;

**OS3** : Proposer une meilleure démarche pour l'élaboration des projets REDD en Afrique Centrale.

### 3. Hypothèses

Les SAFs séquestrent le carbone, rétablissent la diversité biologique et maintiennent les bénéfices non-carbones.

### 4. Méthodologie

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude se réfère à celle préconisée par les lignes directrices du GIEC en matière d'évaluation du carbone dans le cadre du processus REDD. Elle a consisté en la détermination des données d'activités en termes d'étude de la dynamique spatiotemporelle du couvert végétal du versant oriental des monts Bamboutos sur les périodes 1980-2001 et 2001-2017. Il s'en est suivi la détermination des facteurs d'émissions en termes d'évaluation du carbone dans les formes d'occupation des terres issues des données d'activités. Par la suite, les aspects sociaux de la REDD ont été évalués en termes de bénéfices non-carbones qui découlent des pratiques paysagères sur les pentes Est des monts Bamboutos. Afin d'y parvenir, la méthodologie adoptée passe par cinq

(5) étapes dont (i) l'exploitation des documents d'archives et échantillonnage, (ii) l'analyse des images satellitaires, (iii) les entretiens, les enquêtes de terrain et l'évaluation des bénéfices non-carbones, (iv) des relevés botaniques, dendrométriques et l'évaluation du carbone des différents systèmes agraires identifiés.

### - Exploitation des documents d'archives et échantillonnage

Les bibliothèques virtuelles et physiques ont permis de documenter les périodes fortes relatives à l'occupation des terres sur les Hautes Terres de l'Ouest du Cameroun et spécifiquement sur le versant oriental des monts Bamboutos. Elles ont permis de ressortir les formes d'occupation de terres existantes, de comprendre leurs utilités agro-écologiques en ce qui concerne leur potentiel de séquestration de carbone et de bénéfices non-carbones.

La méthode d'échantillonnage orienté (échantillonnage à choix raisonné) a été adoptée. Il a permis de calibrer le modèle agro-écologique existant et d'évaluer la structure spatiale sur la base d'une analyse diachronique des cartes satellitaires de la zone d'étude entre les années 1980-2001 et 2001-2017. 3 focus groups ont été organisés avec les chefs traditionnels, en présence de personnes ressources (Chefs de postes agricoles, Chefs de postes forestiers) dans les 3 localités (Fongo-Tongo, Nkong-Ni et Batcham) constitutives de la zone d'étude. Le but était d'avoir des informations sur les producteurs de caféiers, ainsi que sur les itinéraires techniques utilisés dans la caféiculture. Une enquête a été par la suite menée auprès de 117 paysans cultivateurs de café ou non (soit 39 par niveau d'altitude) au moyen d'un questionnaire semi-structuré permettant

de recenser les activités du calendrier annuel de production et de ressortir les différents types de SAFCs (intensifié, maintenu, abandonné).

Un premier niveau d'échantillonnage ayant pour base l'activité caféicole a permis d'orienter l'étude sur le versant oriental des monts Bamboutos. En effet, dans cette zone agro-écologique, cette façade des monts Bamboutos a été le second bassin de production du café après la plaine du Noun.

A partir d'un second niveau d'échantillonnage, corrélé à l'orientation géographique et aux niveaux d'altitude, les arrondissements de Fongo-Tongo et de Nkong-Ni dans le Département de la Menoua, ainsi que l'arrondissement de Batcham dans le Département des Bamboutos ont été retenus comme zones expérimentales. Inspirés des études de Mbarga et al., (2013) sur la structure et la composition floristique des agroforêts à base de caféiers arabica (*Coffea arabica L.*) dans les hauts plateaux de l'Ouest du Cameroun, la zone d'étude a été stratifiée en trois Niveaux d'altitude (Na). Il s'agit de (i) la basse altitude qui va de 1 400 m à 1 600 m ou niveau Na1 situé au pied du mont; (ii) la moyenne altitude comprise entre 1 600 m et 1 800 m ou niveau Na2 situé sur le flanc du mont et (iii) la haute altitude au delà de 1 800 m ou niveau Na3 situé vers le sommet de la montagne. Il a été par ailleurs démontré par Gomadje et al. (2017) que l'altitude influence significativement sur la variation de la densité moyenne des végétaux associés dans les SAFs et d'autre part que le potentiel de séquestration de carbone par les arbres est fortement influencé par l'altitude.

L'exploitation des cartes issues des traitements d'images a permis d'identifier quatre unités paysagères. Il s'agit de la classe forêt/agroforêt, la classe forêt claire, la classe non forêt et la classe culture. 24 points de repérages ont été identifiés sur le terrain suivant la topo-séquence pour la discrimination des unités paysagères observées, soit 6 points par classe de végétation. Une troisième étape d'échantillonnage a été réalisée pour la collecte des données dendrométriques.

Les critères retenus ont été non seulement les trois topos séquences, mais aussi les trois formations végétales issues de la caféiculture (les formations caféicoles abandonnées ou SAFCs convertis, les formations caféicoles intensifiées ou SAFCs intensifiés et les formations caféicoles stabilisées ou SAFCs maintenus). 36 Parcelles Permanentes d'Observation (PPO) ont été mises en place à raison de 4 PPO par

formation végétale, soit 12 PPO par topo séquence. Ce choix est basé sur l'importance de la superficie des SAFs, celle-ci devant avoir au moins 0,5 hectare, afin de faciliter l'installation des transects.

Les placettes ont été mises en place suivant la méthode de Winrock International (2005). Elles ont consistées à ouvrir deux (2) layons principaux orientés Nord-Sud et Est-Ouest qui forment un repère orthonormé dont l'axe X-Y est central à la placette et sous-placettes et l'axe Y-Z la limite Est-Ouest. Huit (8) layons secondaires dont quatre (4) sont perpendiculaires à l'axe des abscisses et quatre (4) autres perpendiculaires à l'axe des ordonnées et équidistants de 10 m permettent de constituer la placette et les différentes sous-placettes. Il en résulte un total de 36 parcelles de 40m x 40 m, 36 sous-placettes de 20m x 20m et 180 quadrats de 1m x 1m dont au total 60 quadrats par niveau d'altitude et 20 par type de SAFCs.

#### - Analyse des images satellitaires

Une analyse plurichronique des formes d'occupation des terres entre les périodes de 1980 à 2001 et 2001 à 2017 est réalisée afin de ressortir les changements opérés sur les différentes formes d'occupation des terres du fait de l'activité anthropique. Les images LANDSAT de saison sèche et de saison pluvieuse pour chacune des trois dates ont servi de base pour l'analyse et le traitement à partir des logiciels Envi 5.3, ARCGIS 10.3 et Excel 2013. Le choix de l'imagerie LANDSAT s'explique par sa disponibilité sur toute la période d'étude. En effet, les satellites LANDSAT ont été mis en orbite à partir de 1972 et perfectionnés au fil du temps contrairement aux autres capteurs tels SPOT, Sentinel, Alos, etc, qui sont postérieurs à 1980, année de référence choisie pour la présente étude.

Le choix de ces données spatiales s'appuie sur la méthodologie VCS VM0015 du GIEC qui exige une prise en compte des images sur de longue date (au moins 10 ans d'écart) et une résolution comprise entre 30 m et 100 m. Une mosaïque des différentes feuilles a été ainsi faite et a permis d'extraire la zone d'étude. Six (6) feuilles d'images, soit deux (2) par date sont nécessaires pour couvrir le versant oriental des monts Bamboutos. Les changements observés (données d'activités) sont mis en évidence par croisement des différentes séries temporelles tout en prenant en compte la topo séquence.

La caractérisation de la structure des systèmes a permis de faire une typologie des SAFs en fonction de critères appropriés définis dont la

localisation géographique, le type de SAF, le degré d'intensification, l'évolution (complexification ou dégradation). L'objectif de ces enquêtes était de discriminer les informations obtenues de l'analyse des images. Ainsi, dix huit (18) sites correspondant à dix-neuf (19) localités/villages ont été échantillonnés à raison de six (6) sites par classe d'occupation du sol (forêts/agroforêts, forêt claire et cultures) répartis en deux (2) par gradient d'altitude sur la base des changements majeurs observés durant la période 2001-2017.

#### **- Entretiens, enquêtes de terrain et bénéfices non carbonés**

Une étude socio économique a été réalisée sur la base d'un questionnaire administré à 117 caféiculteurs (soit 39 par niveau d'altitude) et des focus groups organisés dans dix-neuf (19) localités/villages de la zone d'études. C'est ainsi qu'une évaluation des stratégies d'intervention des acteurs face à l'évolution de la caféiculture et leur potentiel pour la REDD est fait. Il en va de même des déterminants des mutations engendrées ainsi que les bénéfices non carbonés en termes de productivité des différentes catégories de systèmes agroforestiers issues de l'adaptation des caféiculteurs de la zone à la déprise caféier.

Les régressions logistiques sont utilisées pour mieux caractériser les variables qui induisent ou non les différentes stratégies, ainsi que leurs forces et faiblesses. Il s'en est suivi une analyse des contraintes et opportunités des stratégies d'intervention suivant la méthode utilisée est adaptée de Sanchez, (2002). La caractérisation des nouvelles formes d'utilisation des terres issues des anciens SAFs Caféiers (SAFCs) met ainsi en exergue d'anciens SAFCs convertis-en d'autres formes d'utilisation, ainsi que les bénéfices non carbonés qui y sont liés. Les principales informations collectées portent sur (i) la structure des nouvelles formes d'utilisation agricole des SAFCs, (ii) les contraintes et les motivations des acteurs pour la conversion des caféiers et (iii) la caractérisation structurale de ses SAFCs suivant les paramètres de Nair (1985).

#### **- Relevés botaniques et évaluation du carbone dans les SAFCs**

Ils se sont appuyés sur les techniques de placettes imbriquées. La méthode utilisée pour l'évaluation de la biodiversité est adaptée de Hairiah et al. (2010), Mbarga et al. (2013) et Ajonina et al. (2014). Un inventaire systématique est effectué dans le PPO et permet le positionnement des arbres sur la carte parcellaire. Les paramètres relevés sont (i) le Dhp

mesuré sur écorce pour tout individu supérieur ou égal à 10 cm, afin d'estimer la surface terrière des arbres et de déterminer à terme leurs volumes et leurs biomasses. Le cas échéant, le Diamètre de référence (Dr) était relevé ; (ii) la hauteur (H) en mètre (m) pour déterminer le volume des arbres sur pieds, ainsi que la surface terrière (G) de tous les arbres dans la parcelle, au moyen de relations allométriques ; (iii) l'indice foliaire ( $m^2/m^2$ ) estimé pour connaître la structure du couvert végétal. La position géographique de chaque arbre de la parcelle était aussi relevée. Ces différentes données dendrométriques sont couplées à la méthode destructive pour l'évaluation de la biomasse caféière d'autant plus qu'une équation allométrique du caféier a été élaborée dans le cadre de l'étude. Cependant, le stock de carbone de l'ensemble du système est estimé suivant la méthode non destructive préconisée par le GIEC (2006).

Pour le traitement et l'analyse des données dendrométriques, SPSS version 21.0 (DUNCAN) au seuil de signification  $\alpha = 0,05$  est utilisé pour comparer les moyennes. Le logiciel EXCEL 2013 a permis d'estimer la densité, la surface terrière, les biomasses des espèces associées dans les SAFs échantillonnés et de faire une statistique descriptive au moyen des tableaux et graphiques. Ces données sont par la suite transférées sous le logiciel SPSS, afin de déterminer si les variables étudiées sont statistiquement significatives ou non. Ces variables consistent en la population végétale (strate verticale, densité, surface terrière), les stocks de carbone entre les pools de séquestration, les facteurs de production et leurs productivités. L'analyse de variances est faite à partir de Kuskal-Walis Test, suivant les différents types de SAFCs (convertis, intensifiés, maintenus) et les Niveaux d'altitude (Na1, Na2 et Na3), le Test de Fischer a été utilisé pour montrer l'influence de l'altitude sur la répartition des groupes végétaux et celui Student-Newman-keuls (SNK) pour la comparaison des moyennes des différentes variables.

La comparaison entre les différents paramètres est faite verticalement entre niveaux d'altitude et en fonction des catégories de systèmes. Cette comparaison permet de montrer l'influence de l'altitude sur la variable étudiée. La comparaison faite horizontalement entre les différentes catégories de systèmes à la même altitude permet de montrer l'évolution de la diversité et du stock de carbone des ligneux, en fonction des différentes catégories de systèmes. L'évaluation de la richesse spécifique (abondance relative, fréquence relative, dominance relative), l'analyse structurale des peuplements

et l'estimation des stocks de carbone des ligneux est fonction des catégories de systèmes et leurs moyennes permettent d'obtenir une valeur relative suivant l'altitude. Par ailleurs, des tests de corrélation ont été également effectués et permettent d'observer l'influence d'un facteur sur le capital, la production, la main d'œuvre et la superficie des SAFCs afin de mieux adresser les bénéfices non carbonés générés par les SAFs.

## 5. Résultats

**R.1.1.** : Sur les 16 années couvertes (2001 à 2017), il est noté une afforestation de 1,8%, soit une superficie de 810,8 ha. Ceci équivaut à un taux de reboisement annuel de 0,09 % (48,6 ha /an) sur le versant oriental des monts Bamboutos. Les agroforêts qui en découlent sont susceptibles de contribuer à l'élaboration d'un NER dans le cadre d'un potentiel projet REDD, en ce sens qu'elles obéissent aux recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF.

**R.1.2.** : Cette afforestation est marquée par l'introduction de LUM (divers fruitiers et biofertilisants), par l'introduction des essences ligneuses dans les parcelles caféières et par la mise en place de plantations d'eucalyptus sur les flancs et sommet des monts Bamboutos, faisant des planteurs de cette zone agro écologique, de «véritables planteurs d'arbres».

**R.1.3** : Il se distingue sur le versant oriental des monts Bamboutos, trois (3) catégories de nouvelles formes d'utilisation de terres dont :

- Les systèmes agroforestiers à base de caféiers de type intensifié (systèmes intensifiés) qui sont des systèmes caféiers anciens ou nouvellement mis en place (en production) ou encore des systèmes qui bénéficient d'un suivi tant en apport en engrais ou en soin phytosanitaire qu'en renouvellement des vieux vergers de café ;
- Les systèmes agroforestiers à base de caféiers de type maintenu (systèmes maintenus) qui sont des systèmes tendant à être convertis par le fait qu'ils ne bénéficient plus pleinement des entretiens de la part du producteur et dont les vieilles tiges ne sont plus remplacées ;
- Les systèmes agroforestiers à base de caféiers de type converti (systèmes convertis) qui sont des systèmes dans lesquels le café est progressivement ou totalement arraché et substitué par d'autres cultures, à l'exemple des cultures maraîchères et vivrières.

**R.2.1** : Sur le versant oriental des monts Bamboutos, l'équation allométrique spécifique à *Café sp* et dont les déterminants permettent une meilleure prédiction de la biomasse ligneuse est  $\text{LnABG} = 1,429\text{LnDr} + 0,245$ . Cette régression tient uniquement compte du déterminant diamètre de référence comme paramètre explicatif. Par ailleurs, plus l'altitude augmente, moins les SAFCs sont denses, aussi bien en termes de densité à l'hectare de caféiers. Il en ressort que l'élaboration du modèle spécifique pour le caféier offre plusieurs atouts qui sont entre autres, la prise en compte des conditions du milieu dans la séquestration du carbone.

**R.2.2.** : La contribution des SAFCs à l'atténuation des changements climatiques étant assujettie à leurs potentiels avérés de séquestration de carbone. Ces derniers séquestrent en effet une moyenne de 448,79 tC/ha. Le caractère de puits de carbone attribuable au versant oriental des monts Bamboutos est la résultante de son paysage actuel de forêt secondaire issue de la dynamique de sa savane humide originelle sous l'influence de l'historique de la caféiculture quia fait et défait les pratiques agraires de cette écozone.

**R.2.3** : Les SAFCs du versant oriental des monts Bamboutos sont constitués de 4 groupes dont les Rubiaceae, les Musaceae, les ligneux forestiers et les fruitiers. Les Rubiaceae et les Musaceae y sont plus denses avec des moyennes de 246 et 236 individus/ha. Par contre, les surfaces terrières les plus importantes sont occupées par les arbres forestiers et les fruitiers, soit respectivement 505,33 et 431 m<sup>2</sup>/ha. Ceci justifie la différence significative des moyennes de stocks de carbone entre les arbres forestiers et les autres pools de séquestration de carbone, entre les fruitiers et les pools Musaceae et *coffea sp*.

**R.2.4** : Kuskal-Walis Test indique que la moyenne de stock de carbone des SAFs convertis (1 120,21±1 891,45 tC/ha) est significativement supérieure à ceux des SAFs intensifiés (173,97±262,75 tC/ha) et maintenus (52,20±10,03 tC/ha). Cette différence a été tout aussi significative entre la moyenne de stock de carbone du niveau d'altitude 2 (1 277,18 ± 1 768,46 tC/ha) et les deux autres niveaux d'altitude dont Na3 (34,87±8,21 tC/ha) et Na1 (34,34±25,08 tC/ha). Ces stocks croissent lorsqu'on va des Musaceae vers les arbres forestiers, des SAFs maintenus vers les SAFs convertis et des basses altitudes vers les altitudes moyennes, mais décroissent à partir des altitudes moyennes vers les altitudes supérieures.

**R.3.1.** : Les facteurs de production des SAFs caféiers sont variables suivant les catégories de systèmes

et le gradient d'altitude. En général, sur le versant oriental des monts Bamboutos, la production est en moyenne de  $121\ 818,18 \pm 109\ 127,80$  FCFA pour une moyenne de  $46,87 \pm 31,30$  h/j, sur une superficie d'environ  $1,16 \pm 0,76$  ha, avec un investissement d'environ  $102\ 306,82 \pm 87\ 326,75$  FCFA.

**R.3.2** : L'évaluation de la productivité des SAFCs, en fonction des facteurs de production a montré que pour obtenir une production en valeur de  $115\ 378,93 \pm 98\ 972,54$  FCFA, il faut en moyenne un hectare. De plus, un h/j produit en moyenne  $3\ 049,33 \pm 2\ 840,68$  FCFA. Toutefois, une unité de capital produit en moyenne  $1,38 \pm 0,88$  FCFA. Sur le versant oriental des monts Bamboutos, l'altitude 1 est la plus productive en termes de main d'œuvre utilisée, de capital investi et de superficie exploitée. En fonction des types de systèmes, la productivité de la terre et du capital des systèmes convertis est significative par rapport aux systèmes maintenus et intensifiés.

## 6. Discussion

A l'issue de cette étude qui vise à apporter une contribution à la conquête d'un développement durable à travers le processus REDD sur les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun, nous pensons qu'il aurait été judicieux, d'étendre la collecte des données sur l'ensemble des versants des monts Bamboutos, voire la globalité de la zone agro-écologique des Hauts Plateaux de l'Ouest-Cameroun. En effet, ceci permettrait d'avoir une base de données plus robuste qui assurerait non seulement la viabilité de l'équation allométrique proposée, mais de la tester à une échelle plus grande. Par ailleurs, dans le souci de proposer un Niveau de Référence des Emissions (NRE) pour l'ensemble de la zone agro-écologique, une répartition des données de stocks de carbone s'avère nécessaire suivant la classe forêt/agroforêt, la classe forêt claire, la classe culture (bien que négligeable si l'on exclut la composante ligneuse agricole) et la classe déforestation qui comprend les affleurements rocheux, sols nus et habitats (bien que leurs stocks de carbone soient nuls, mais peuvent faire objet de plantations forestières et valoriseraient ainsi certaines terres marginales). Cette réorganisation des données de stocks de carbone permettrait de proposer des facteurs d'émission sur les mêmes périodes que celles des données d'activités (périodes 1980 à 2001 et 2001 à 2017) et d'avoir un NRE représentatif de la zone agro-écologique. Cette approche donnera alors lieu de tirer partie de la ré-végétalisation ou

l'afforestation de ces paysages agraires caféiers, de profiter de ces pratiques agroforestières qui se veulent innovantes, où les paysans, anciens caféiculteurs, se sont constitués en véritables planteurs d'arbres dans leurs espaces agraires, soit pour des raisons cadastrales, soit pour des raisons de diversification de revenus afin de s'adapter à la déprise caféière. Cette approche paysanne se veut donc être une opportunité dans le scénario d'atténuation des changements climatiques qui est devenu un plébiscite tout au long des différentes CoP et réaffirmée le 12 décembre 2017 à Paris au Sommet International sur l'Urgence Climatique. Par ailleurs les SAFCs des pentes orientales des monts Bamboutos se sont avérés être de véritables puits de carbone et se distinguent dans le cadre de la mise en œuvre du processus REDD par leurs aptitudes à générer un nombre de bénéfices non-carbones aussi bien sur le plan environnemental, économique que social. La prise en compte de ces nouvelles formes d'utilisation des terres dans les scénarios de préservation de la biodiversité, d'atténuation des effets des changements climatiques et d'améliorations des conditions socioéconomiques semblent être affirmés. Ces résultats s'alignent aussi aux objectifs 1 et 2 du Plan stratégique 2017-2030 des Nations Unies sur les forêts qui stipulent de « mettre fin à la réduction du couvert forestier dans le monde en pratiquant une gestion forestière durable, notamment grâce à la protection des forêts, à leur régénération, au boisement et au reboisement, et à des efforts accrus en vue de prévenir la dégradation des forêts et de contribuer aux efforts mondiaux de lutte contre les changements climatiques » et de « renforcer les avantages économiques, sociaux et écologiques dérivés des forêts, y compris en améliorant les moyens de subsistance des populations tributaires des forêts ». Aussi, la REDD en Afrique Centrale devrait non pas privilégier les forêts denses de production qui sont pour la plupart à un stade de climax mais a contrario les nouvelles formes d'occupation des terres et spécifiquement les formations agroforestières où les paysans ont intentionnellement ou non plantés des arbres dans leurs espaces agraires.

## 7. Recommandations

- Les SAFs du versant oriental des monts Bamboutos sont des formations végétales types à prendre en compte dans les projets REDD, en raison des

bénéfices carbonés et des bénéfices non-carbonés qu'elles procurent.

- Réhabiliter les vergers caféiers vieillissants, car l'analyse descriptive montre que 95,6% des SAFCs ont dépassé la durée de vie économique et les opérations de replantation et de recépage sont très peu pratiquées, avec pour conséquence une baisse de rendement.

**Mots clés :** *Système Agroforestier, stock de carbone, REDD, versant oriental des monts Bamboutos*

**Thèse de Doctorat de l'Université de Dschang dans la spécialité «Climatologie et Etudes Environnementales» soutenue le 16 décembre 2019 à la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Département de Géographie, avec « Mention Très Honorable » 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 PERSONNES



DES FORMATIONS ADAPTEES POUR UNE  
INSERTION SOCIOPROFESSIONNELLE REUSSIE

### Bulletin mensuel Parc National De Nouabalé- Ndoki

Janvier 2020

Inauguration de la stèle qui inscrit le TNS comme patrimoine mondial de l'humanité, réalisée par l'UNESCO avec l'appui de WCS et grâce au financement de l'Union européenne. La cérémonie a eu lieu en présence de la Ministre du Tourisme et de l'Environnement, du Ministre de la Culture et des Arts, du directeur de cabinet du Ministère de l'Economie Forestière, du représentant de l'UNESCO, et des chargés d'affaires des ambassadeurs du Cameroun et de la RCA au Congo.

Une mission d'évaluation finale a eu lieu dans le TNS dans le cadre du projet CAWFHI, financé par l'U.E., pour renforcer la protection de la biodiversité exceptionnelle de la région grâce à la mise en œuvre

de la Convention du patrimoine mondial.

Les travaux de réhabilitation du réseau de pistes forestières en périphérie du PNNN ont bien avancé. Au total, ce sont 80Km de pistes qui seront ainsi re-profilés et stabilisés afin de permettre un accès plus aisé au Parc et à ses différents campements.

Pour d'amples informations, bien vouloir télécharger le document ci-dessous :

[https://pfbc-cbfp.org/actualites/items/PND-202001.html?file=docs/news/Mars%202020/202001\\_Parc%20National%20Nouabale-Ndoki%20bulletin%20mensuel\\_JANVIER2020.pdf](https://pfbc-cbfp.org/actualites/items/PND-202001.html?file=docs/news/Mars%202020/202001_Parc%20National%20Nouabale-Ndoki%20bulletin%20mensuel_JANVIER2020.pdf)

### Les forêts africaines absorbent davantage de carbone que l'Amazonie

16 mars 2020

Sous l'effet du changement climatique et de la déforestation, les forêts tropicales deviennent des puits de carbone de moins en moins efficaces.

Jusqu'à présent, de toutes les forêts tropicales, l'Amazonie était considérée comme le plus puissant puits de carbone. Mais les forêts africaines viennent de la détrôner : elles absorbent désormais une partie plus importante de l'augmentation des émissions mondiales de CO<sup>2</sup>.

C'est ce que révèle une étude publiée dans la revue Nature, jeudi 5 mars, qui alerte sur l'affaiblissement de ces puits naturels, essentiels pour atténuer la hausse des concentrations de CO<sup>2</sup> dans l'atmosphère. « Le pic de séquestration du carbone par les forêts tropicales a eu lieu dans les années 1990 et, depuis, leur capacité diminue », explique le docteur Wannes Hubau, chercheur au Musée royal de l'Afrique centrale (Bruxelles) et premier auteur de l'article.

L'Amazonie, dont la capacité de séquestration a baissé d'un tiers en vingt ans, pourrait même rejeter davantage de CO<sup>2</sup> qu'elle n'en absorbe d'ici à 2040.

Ce déclin s'explique d'abord par la déforestation, mais la dynamique interne des écosystèmes forestiers sous l'effet du réchauffement entre aussi en jeu. C'est l'originalité de cette étude d'avoir concentré ses observations sur des « forêts intactes », afin d'y mesurer l'impact du dérèglement climatique sur la croissance et le dépérissement des arbres. 565 parcelles, d'une superficie moyenne d'un hectare, réparties en Amazonie et en Afrique ont été suivies à intervalles réguliers sur une trentaine d'années.

[https://www.lemonde.fr/afrique/article/2020/03/09/les-forets-africaines-absorbent-davantage-de-carbone-que-l-amazonie\\_6032385\\_3212.html](https://www.lemonde.fr/afrique/article/2020/03/09/les-forets-africaines-absorbent-davantage-de-carbone-que-l-amazonie_6032385_3212.html)

### Fern-Un pacte vert pour l'Europe au service des partenariats internationaux

16 mars 2020

Le pacte vert pour l'Europe peut aider à répondre aux urgences concernant le climat et la biodiversité, mais celui-ci ne pourra être couronné de succès que s'il concilie durabilité de l'environnement, résilience face aux défis résultant des changements climatiques et développement durable.

La présente note, signée par 14 organisations non gouvernementales (ONG) examine de quelle

manière la commissaire chargée des partenariats internationaux, Jutta Urpilainen, pourrait s'appuyer sur le pacte vert pour l'Europe pour contribuer à la lutte contre le changement climatique et soutenir des politiques de développement durable qui veillent à ne négliger personne.

Les recommandations des ONG incluent notamment de :

- Relever le niveau d'ambition de l'Accord de Paris

- en vue d'atteindre une réduction de ses émissions et son impact environnemental global ;
- Promouvoir une architecture financière axée sur les populations et la planète et un soutien pour aider les pays à constituer des bases de ressources nationales durables ;
- Définir le nouveau partenariat et de la stratégie globale pour l'Afrique de sorte qu'il place les droits humains et les besoins des populations vulnérables au coeur des initiatives en faveur de la protection de l'environnement et du développement ;

- Accroître la participation de la société civile dans l'ensemble des initiatives de développement de l'UE.

Pour d'amples informations, bien vouloir télécharger le document ci-dessous :

[https://pfbc-cbfp.org/actualites/items/Fern-pacte.html?file=docs/news/Mars%2020/EGD\\_-\\_Pacte\\_vert\\_et\\_partenariats\\_internationaux.pdf](https://pfbc-cbfp.org/actualites/items/Fern-pacte.html?file=docs/news/Mars%2020/EGD_-_Pacte_vert_et_partenariats_internationaux.pdf)

### Globalwitness-Ce qui se cache sous terre

18 mars 2020

On ne peut qu'être surpris par la présence d'une plateforme pétrolière au bord de la Likoualau-Herbes, cette rivière qui traverse les savanes inondables et forêts marécageuses avant de se jeter dans le fleuve Congo. Il s'agit d'une zone arpentée par des éléphants de forêt et des gorilles de plaine, deux espèces menacées, et qu'un guide touristique décrit comme étant « de loin l'une des régions les plus sauvages et les plus reculées de la planète ». Les dirigeants de la République du Congo affirment que sous les eaux sombres de ce site idyllique, sur lesquelles circulent des pêcheurs en pirogue, se trouvent de vastes réserves de pétrole qui permettront d'attirer des investissements internationaux et métamorphoseront la situation financière de ce pays criblé de dettes. Mais une enquête de grande ampleur menée par Global Witness, Mediapart et Der Spiegel, et consacrée au bloc pétrolier de Ngoki (qui signifie « crocodile » en lingala, la langue locale) apporte un nouvel éclairage sur ce projet pétrolier. Global Witness est en mesure de révéler de sérieux risques de corruption et l'inadéquation des études environnementales réalisées, et de démontrer que les annonces de considérables réserves de pétrole semblent tout aussi creuses. Une production pétrolière dans cette région serait non seulement néfaste pour l'environnement, mais elle représenterait un investissement aussi dangereux que les crocodiles qui habitent ces eaux.

La Cuvette centrale est une vaste zone de forêts et de marécages en plein cœur du bassin du Congo. Elle joue un rôle critique pour la biodiversité et le climat mondial, faisant partie intégrante de la deuxième plus vaste forêt humide tropicale du monde. En 2014, des scientifiques britanniques et congolais ont fait

une découverte saisissante : la région abrite aussi les plus importantes tourbières tropicales du monde. Les tourbières du bassin du Congo sont cruciales pour la lutte mondiale contre le changement climatique. D'après les estimations, elles stockeraient 30 milliards de tonnes de carbone, soit l'équivalent de trois années d'émissions mondiales de combustibles fossiles. Si cette région venait à être pleinement exploitée par des compagnies pétrolières, une grande partie des tourbières devrait être drainée pour aménager des routes et d'autres infrastructures. La Cuvette constitue de fait l'une des plus importantes bombes à retardement de la planète en termes de carbone.

La région est également l'une des dernières au monde à avoir été découvertes à des fins d'exploration pétrolière. Les gouvernements de la République du Congo et de la République démocratique du Congo ont tous les deux signé différents accords d'exploration avec de grandes compagnies pétrolières dans la Cuvette. Jusqu'à présent, l'extrême isolement de la région couplé à une conjoncture économique difficile au Congo ont fait que les réserves de pétrole du pays sont restées en grande partie indéterminées et inexplorées. Le gouvernement congolais souhaite développer le secteur pétrolier dans cette région depuis longtemps. L'année 2019 a d'ailleurs été marquée par le lancement régulier d'appels d'offres invitant de nouveaux investisseurs pétroliers pour cette zone.

#### Une « découverte » pétrolière stupéfiante

En août 2019, des dignitaires se sont réunis à Oyo, la paisible ville natale du Président Sassou-Nguesso, pour écouter l'annonce d'une gigantesque découverte de pétrole. Le gisement Ngoki permettrait de quadrupler la production pétrolière du pays, faisant

de la région de la Cuvette une zone pétrolière indéniable.

Quelques jours plus tard, le Président Sassou-Nguesso claironnait la nouvelle de cette découverte lors d'une allocution télévisée à la nation, affirmant : « Notre pays n'a jamais enfreint l'obligation de protéger les tourbières dans ses zones lacustres. Il n'a nullement l'intention de le faire à l'avenir. » Et ce, alors que « les contreparties financières ... continuent à se faire attendre », a-t-il précisé. Le président a tenu à souligner que Ngoki ne se trouvait pas sur des terres de tourbières mais en « périphérie », insistant sur le fait que des « innovations » permettraient au pétrole d'être produit de manière à « limiter l'impact sur l'environnement ».

Trois semaines plus tard, le Président Sassou-Nguesso se rendait à Paris pour rencontrer le Président français Emmanuel Macron et signer un accord de

65 millions de dollars visant la protection des forêts et des tourbières de la République du Congo, dans le cadre de l'Initiative pour la forêt de l'Afrique centrale (CAFI). CAFI est soutenu par des bailleurs de fonds dont la Norvège, la France et l'Allemagne. Cette visite a défrayé la chronique, Sassou-Nguesso s'étant rendu à cette réunion sur le climat en jet privé loué pour 456 000 euros, d'après les estimations. Pourtant, l'accord n'a pas exclu la possibilité de lancer des activités pétrolières ou minières dans les zones de tourbières du Congo, se contentant de leur affecter un « statut juridique spécial » d'ici 2025. Les bailleurs du Congo ne se sont manifestement pas grandement souciés de la menace posée par une exploration pétrolière dans la Cuvette.

*Pour d'amples informations, lire la suite : <https://www.globalwitness.org/fr/what-lies-beneath-fr/>*

## Alain Karsenty, CIRAD : Du bon usage de la fiscalité pour protéger les forêts

13 mars 2020

La fiscalité écologique a pour objectif exclusif de changer les comportements en incitant producteurs et consommateurs à adopter des pratiques favorables à l'environnement. L'exemple emblématique est la taxation des émissions de gaz à effet de serre. Puisque le but est de les réduire, la fiscalité écologique va rapporter beaucoup d'argent au début, puis son rendement va décliner au fur et à mesure que les émissions vont diminuer.

Une taxe écologique « parfaite » est une taxe dont les recettes s'éteignent progressivement. Mais les producteurs et les consommateurs ne seront en mesure de modifier leurs pratiques que s'il existe des alternatives à leur portée (par exemple, des transports en commun efficaces). Les revenus issus de la fiscalité écologique doivent précisément servir à épauler l'investissement public et privé pour construire ces solutions. Plus les alternatives seront disponibles, plus les taxes pourront s'accroître pour accélérer les changements.

Cette problématique est bien connue dans les domaines de l'énergie et des transports. Mais la fiscalité écologique n'a pas encore été mise au service de la protection des forêts, soumises à des pressions croissantes du fait de l'agriculture et de l'exploitation anarchique du bois. Pourtant, les enjeux en matière de perte de biodiversité, d'émissions de carbone et de

ressources pour les communautés qui dépendent des forêts sont immenses. Et les écosystèmes forestiers constituent des atouts inestimables pour l'adaptation aux changements climatiques, du fait notamment de leur rôle dans le cycle de l'eau.

Des propositions originales pour mobiliser la fiscalité en appui à la lutte contre la déforestation peuvent être avancées. L'une concerne l'exploitation du bois dans les grandes forêts équatoriales, une autre vise à favoriser l'agriculture « zéro déforestation ».

La troisième suggère de moduler les droits de douane à l'importation des produits agricoles sur le marché européen. Ces trois mesures s'appuient sur l'existence de certifications indépendantes apportant des garanties jugées suffisantes sur les pratiques de production. Les certifications ne sont pas une panacée, mais elles évoluent avec les nouvelles exigences des consommateurs. Et elles s'appuient sur des vérifications par des tierces parties.

Pour d'amples informations, bien vouloir télécharger le document ci-dessous :

<https://pfb-cbfp.org/actualites/items/Alain-Karsenty-fiscalit%C3%A9.html?file=docs/news/Mars%202020/Tribune%20JA%20fiscalit%C3%A9%20mars%202020.pdf>

### Planter pour un air sain

Le XXI<sup>e</sup> siècle sera le siècle de l'urbanisation puisque plus de deux milliards de nouveaux habitants vont s'établir en ville partout dans le monde. La rapidité de cette urbanisation est inédite dans l'histoire de l'humanité, et d'ici 2050, la majeure partie de l'humanité vivra dans des villes et des zones urbaines. Pourtant, à l'ère de la « ville triomphante », les zones urbaines des quatre coins du monde doivent relever de nombreux défis de taille : fournir des emplois et des services publics à une population en plein essor, mettre les résidents à l'abri de la criminalité et de la violence, et préserver les ressources environnementales urbaines.

Parmi les enjeux des environnements urbains dans le monde l'un des plus pressants est celui de la qualité de l'air. Dans la plupart des villes, le polluant atmosphérique le plus nuisible, ce sont les particules qu'émettent différentes sources, notamment la combustion de déchets agricoles, de bois de chauffage et de combustibles fossiles. Les particules fines (également dites PM<sub>2,5</sub>, pour leur

diamètre inférieur à 2,5 microns [ $\mu\text{m}$ ]) peuvent être inspirées profondément dans les poumons. On les estime responsables de 3,2 millions de décès par an (soit 4 % de la charge mondiale de morbidité) essentiellement par le développement d'une pathologie cérébrovasculaire (p. ex. un AVC) ou d'une maladie cardiaque ischémique (p. ex. l'infarctus).

L'exposition aux PM<sub>2,5</sub> contribue par ailleurs au développement de maladies respiratoires chroniques et aiguës, notamment l'asthme ; Et le problème risque fort de s'aggraver : une étude prévoit que d'ici 2050, les particules fines pourraient causer la mort de 6,2 millions de personnes par an. Bien conscients de la menace que représentent les PM<sub>2,5</sub>, les gouvernements municipaux et nationaux cherchent de toute urgence des moyens de les réduire.

Pour d'amples informations, bien vouloir télécharger le document ci-dessous : [https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/PHA\\_ExSummary\\_French\\_PlanterPourUnAirSain.pdf](https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/PHA_ExSummary_French_PlanterPourUnAirSain.pdf)

### Madagascar lance une opération visant à planter 60 millions d'arbres

- Le 19 janvier, Madagascar a lancé une opération nationale qui vise à planter 60 millions d'arbres au cours des mois à venir afin de marquer 60 ans d'indépendance du pays et dans l'espoir de restaurer les forêts de l'île.
- Madagascar, la quatrième plus grande île, et la plus ancienne, du monde abrite une variété incroyable de plantes et d'animaux.
- Selon Global Forest Watch, entre 2001 et 2008, Madagascar a perdu environ un cinquième de sa couverture forestière en raison de l'expansion de l'agriculture itinérante.
- D'après les experts, le vrai défi de cette campagne consiste à sauvegarder les jeunes arbres en éloignant les populations malgaches des pratiques agricoles non durables et en réduisant leur dépendance au bois pour le charbon.

Madagascar a lancé son opération de plantation d'arbres la plus ambitieuse jusqu'à présent, visant à planter 60 millions d'arbres au cours des mois à venir. La nation insulaire célèbre 60 ans d'indépendance cette année et le début de la campagne de plantation

le 19 janvier a marqué le premier anniversaire de l'investiture du président Andry Rajoelina, qui a promis de restaurer les forêts perdues de Madagascar.

«Le gouvernement fait face au défi de reverdir Madagascar. J'encourage le peuple à protéger l'environnement et reboiser pour le bien des futures générations», a déclaré M. Rajoelina à des centaines de personnes venues participer à l'inauguration de l'événement dans le district d'Ankazobe, 100 kilomètres au nord-ouest de la capitale, Antananarivo. Selon le ministère de l'Environnement, en quelques heures, environ 1 million d'arbres et de pousses ont été plantés sur 500 hectares, soit une fois et demie la taille de Central Park à New York.

Madagascar, la quatrième plus grande île, et la plus ancienne, du monde s'étend sur 59 millions d'hectares et abrite une variété incroyable de plantes et d'animaux. Selon Global Forest Watch, entre 2001 et 2008, Madagascar a perdu environ un cinquième de sa couverture forestière en raison de l'expansion de l'agriculture itinérante, appelée tavy. La destruction des forêts de Madagascar pourrait sonner le glas pour

## Nouvelles

---

de nombreuses espèces endémiques, qu'on ne trouve nulle part ailleurs sur la planète.

Des mois de préparatifs et un effort national énorme pour amasser des plants et peupler les pépinières ont culminé avec l'inauguration très médiatisée de cet événement auquel ont participé des ONG, des écoles, des ministères officiels et l'armée. M. Rajoelina, en t-shirt et en jean, a lancé la saison de plantation en mettant un jeune plant en terre. Plus tard, il a prêté main-forte aux enfants, pris des selfies avec des bébés et s'est même fait prendre en photo, houe en main, à ameublir le sol. Toutefois, les experts s'accordent à dire que le plus gros de la tâche viendra lorsque les jeunes arbres seront en terre.

«Pour l'instant, nous sommes dans la phase de plantation des arbres, mais il reste une question importante : et ensuite? Comment protéger ces jeunes arbres, pour qu'ils ne soient pas plantés en janvier pour être détruits en juillet», s'interroge Jonah Ratsimbazafy, un éminent primatologue malgache qui dirige le Groupe d'Étude et de Recherche sur les Primates (GERP).

Pour la saison de plantation qui dure jusqu'en avril, le gouvernement de M. Rajoelina veut que 60 millions de jeunes pousses soient plantées sur 40 000 hectares. Les experts interviewés par Mongabay en novembre 2019 affirmaient que ce serait une réalisation formidable, en particulier dans un pays où presque 80 % de la population n'a pas accès à un réseau électrique, et où abattre des arbres afin de fabriquer du charbon servant à cuisiner est une pratique courante. Les observateurs confirment que réconcilier les besoins immédiats de la population pauvre du pays et l'objectif à long terme de la source de la déforestation afin d'inverser la tendance sera compliqué. Reste à voir si M. Rajoelina a la volonté d'atteindre l'objectif fixé, étant donné son parcours versatile.

Madagascar a organisé trois opérations de plantation d'arbres par le passé, mais l'impulsion du cabinet du président cette fois-ci devrait faire la différence. Nirina Rakotonanahary, 30 ans, qui a participé au lancement a confié que c'était la première fois qu'il participait à une opération de plantation, qui, selon lui, a été popularisée par le président. Près de 200 000 jeunes pousses ont été récoltées dans des pépinières avant l'inauguration et transportées sur le site d'Ankazobe par camions. Pour la campagne

nationale, environ 100 millions de plants ont été recueillis par les centres régionaux du ministère de l'Environnement et ses partenaires. Les pousses ont été distribuées gratuitement à des institutions et des organisations par les pépinières du gouvernement.

L'inauguration a clairement indiqué que le gouvernement tente de trouver un équilibre entre planter des espèces endémiques et des espèces d'agroforesterie, certaines d'entre elles étant exotiques et invasives. Les 50 espèces disponibles dans les pépinières incluent des acacias, des eucalyptus, des arbres fruitiers et des arbres à épices, toutes étant exotiques. Rakotonanahary a confirmé avoir planté des arbres fruitiers, car si le rendement est bon, ils pourraient être en mesure d'exporter le produit.

Sécuriser les arbres, en particulier ceux que la population considère comme utiles, sera une lourde tâche. «Nous voulons encourager les gens à planter et non consommer les fruits des arbres dans les parcs ou encore les couper pour en faire du charbon», insiste Mamy Rakotoarijaona, directeur des Opérations de Madagascar National Parks. Bien que ces zones soient protégées, les parcs nationaux de Madagascar ont également connu un déboisement considérable; ils sont maintenant devenus des sites importants pour la campagne de reboisement.

Afin d'étendre l'opération à des zones isolées, le gouvernement prévoit d'utiliser des drones et des avions. Pendant l'inauguration, environ 5 tonnes de plants sous forme de boules ont été lâchées d'un avion au-dessus de 500 hectares de terrain. Chaque boule de terre contient 25 graines. Selon un communiqué du gouvernement qui cite un projet pilote réalisé en 2018, le taux de réussite, qui se mesure en nombre de plants qui survivent et germent, est d'environ 60 %. Le ministère de l'Environnement a également indiqué que cette pratique permettrait d'économiser sur le coût en sacs plastiques qui contiennent les plants avant qu'ils soient mis en terre.

Dans l'immédiat, il s'agit de poursuivre le mouvement de plantation d'arbres, et à long terme, il faudra garantir que les gains ne sont pas gaspillés. Dans son discours, le président a affirmé qu'atteindre des objectifs concrets et assurer un suivi seraient au centre de cette campagne. «Cette fois-ci, l'action sera continue, et il y aura des mesures de suivi. L'État recrutera des gardes pour surveiller et protéger les jeunes plants», a souligné Alexandre Georget, le

ministre de l'Environnement lors de l'inauguration.

À Ankazobe, on prévoit de recruter 50 personnes pour surveiller les jeunes arbres, car la région est vulnérable aux feux de forêt, ceux-ci pouvant anéantir en quelques jours les gains d'une campagne de plantation qui aurait duré des mois. D'après Ratsimbazafy of GERP, impliquer les communautés locales est indispensable pour planter les arbres, mais également pour les surveiller et les protéger. «Si les autorités ne déploient pas une stratégie claire et efficace pour lutter contre la déforestation et les feux, Madagascar ne récupérera jamais ses forêts», conclut-il.

C'est un avis partagé par Alliance Voahary Gasy (AVG), une coalition d'ONG malgaches pour l'environnement. Dans une publication sur les réseaux sociaux, AVG a exprimé son soutien à l'effort de grande envergure, mais a remarqué que si le gouvernement n'adoptait pas des sanctions

strictes contre les violations des règlements sur l'environnement, y compris commises par les autorités gouvernementales, la campagne ne parviendrait pas à atteindre ses objectifs.

Alors que des millions de plants pourraient germer dans les sols rouges de Madagascar au cours des mois à venir, un sentiment d'optimisme pour cette campagne d'écologisation reste encore à s'enraciner. Rakotonanahary, qui a aidé à planter des arbres fruitiers à Ankazobe, fait également part de ses doutes. «Je ne suis pas sûr qu'ils survivront tous», a-t-il ajouté en parlant des arbres qui viennent d'être plantés. « Le problème, c'est qu'à Madagascar, nous mettons un coup de collier un jour, mais nous ne poursuivons pas les efforts ensuite. »

*Article original: <https://news.mongabay.com/2020/01/madagascar-launches-massive-planting-drive-eyes-60-million-trees/>*

## La mise à jour de la Convention sur la diversité biologique propose de protéger au moins 30 % de la Terre

Les responsables politiques mondiaux ont proposé d'étendre la protection à au moins 30 % des écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce dans le monde.

La prochaine décennie de protection de la biodiversité devrait s'inspirer de l'Accord de Paris sur le climat en fixant les objectifs suivants : protéger les écosystèmes intacts, limiter la propagation des espèces envahissantes et réduire de 50% la pollution causée par les sources organiques et les déchets plastiques.

En ce qui concerne les zones de haute diversité biologique, la Convention sur la diversité biologique (CDB) appelle à la sauvegarde de 60 % de ces zones en les faisant entrer dans le cadre des zones protégées ou d'autres mécanismes de gestion.

Certains se sont demandé si le fait d'offrir une protection à 30 % des zones et une protection stricte à seulement 10 % suffirait à freiner la perte dramatique de biodiversité constatée à l'échelle mondiale.

Une proposition de mise à jour du traité international régissant la vie végétale et animale sur Terre prévoit que près d'un tiers de la planète soit protégé d'ici 2030. Cette proposition sera soumise lors du sommet

de la Convention sur la diversité biologique (CDB) qui se tiendra en Chine en octobre prochain, où les gouvernements définiront un cadre pour la protection de la biodiversité au cours de la prochaine décennie et détermineront le sort d'une myriade d'espèces menacées.

Le ministre de l'Energie et de l'Environnement du Costa Rica, H.W Carlos Manuel Rodriguez a déclaré : « c'est une année cruciale pour lutter contre la crise environnementale et climatique. Ces éléments représentent les deux faces d'une même médaille, et nous devons affronter les deux crises de manière agressive, dans tous les secteurs, et avec le même objectif ».

La planète est déjà en proie à une « sixième extinction de masse », affirment certains scientifiques, faisant référence à une perte généralisée d'espèces due aux activités humaines. Selon la plateforme intergouvernementale scientifique et politique des Nations unies sur la biodiversité et les services écosystémiques, près d'un million d'espèces sont menacées d'extinction. Ne sont prises en compte que les espèces connues ; beaucoup d'autres espèces restent encore inconnues de l'Homme, mais leur

survie est également en jeu, car la population humaine mondiale devrait passer de 7,5 milliards aujourd'hui à 10 milliards d'ici 2050, ce qui exercera une pression constante et sans précédent sur les ressources naturelles.

Le 13 janvier, la CDB a publié une première ébauche de texte suggérant que des objectifs quantifiés seront au cœur de la mise à jour. Tout comme l'objectif des 2°C de l'Accord de Paris a galvanisé les efforts pour la lutte contre le changement climatique, la CDB vise à fixer des objectifs clairs pour ce nouveau cadre, autour desquels les pays et les autres parties prenantes pourront se rallier.

Mais l'accord propose plus qu'une protection de 30 % de la planète ; il met également l'accent sur la préservation des zones intactes. En ce qui concerne les zones de haute diversité biologique, le projet prévoit de sauvegarder 60 % de ces zones en les faisant entrer dans le cadre des zones protégées ou d'autres mécanismes de gestion. La lutte contre les espèces envahissantes est également une priorité ; elle implique notamment une réduction de 50% du taux d'introduction d'espèces non endémiques et une limitation de leurs impacts dans la moitié des zones prioritaires. Pour sauver la biodiversité, un contrôle plus strict des prélèvements d'espèces sauvages est nécessaire. Il est également proposé de réduire de 50% la pollution causée par des sources organiques et des déchets plastiques.

Atténuer et s'adapter au changement climatique, et promouvoir des solutions fondées sur la nature pour faire face à la crise climatique, sont autant de propositions qui sont mises sur la table.

Bien que l'intégration de ces objectifs soit soulignée, la Campaign for Nature, un partenariat entre la Wyss Campaign for Nature, la National Geographic Society et plus de 100 autres organisations de conservation

dans le monde, a noté que le projet ne réclame une protection stricte que dans 10 % des écosystèmes marins, d'eau douce et terrestres. « Le fait de ne « protéger strictement » que 10 % des terres et des mers de la planète laisse un doute sur ce que signifie la protection pour les 20 % restants, et amène à se demander si ces protections sont suffisantes ou non pour sauvegarder les terres, les eaux et la faune », a déclaré l'organisation dans un communiqué.

Elle a également déclaré que les projets de décisions négligent des questions telles que l'efficacité de la gestion et l'équité des efforts de conservation. Les organisations représentant les peuples autochtones, notamment le Forum international autochtone sur la biodiversité, ont spécifiquement demandé aux formulateurs de l'accord d'entendre leurs inquiétudes car ils sont les gardiens de certains des écosystèmes les plus fragiles au monde.

Près de 200 gouvernements nationaux sont signataires de la CDB, qui est entrée en vigueur en 1993. Le pacte fournit des principes directeurs généraux et contribue à l'élaboration de stratégies à l'échelle nationale pour mettre un terme à la perte de biodiversité et protéger les écosystèmes. Au cours des deux dernières années, les négociations entre les pays sur ce qui constituerait l'agenda post-2020 ont été agitées, et cette proposition constitue le premier document concret issu de ces discussions.

La décennie de 2011 à 2020 était la Décennie des Nations unies pour la biodiversité. La stratégie post-2020, bien qu'importante en soi, posera également les bases de la vision de l'ONU pour 2050 : « Vivre en harmonie avec la nature ».

*Article original: <https://news.mongabay.com/2020/01/update-to-biodiversity-treaty-proposes-protecting-at-least-30-of-earth/>*

## L'engagement de la communauté éradique le braconnage d'éléphants dans un parc zambien

- En 2018, aucun éléphant n'a été tué par le braconnage dans le parc national de Luangwa Nord en Zambie, et la zone environnante a connu une baisse de 50 % des carcasses trouvées.
- Le North Luangwa Conservation Programme, un partenariat entre la Société zoologique de

Francfort (Frankfurt Zoological Society – FZS) et le Département des parcs nationaux et de la faune sauvage, existe depuis la fin des années 1980 et a concentré ses activités sur l'engagement communautaire visant à empêcher les braconniers de s'attaquer aux éléphants, aux rhinocéros et autres animaux sauvages du parc.

- Le personnel du programme affirme que la participation des communautés habitant près des limites du parc est critique à la protection des éléphants de Luangwa Nord.
- L'écosystème global de Luangwa abrite plus de 63 % des éléphants de Zambie.

L'épidémie de braconnage d'éléphants continue à déferler sur le continent africain. Ces dernières années, elle a même atteint des refuges isolés, tels que la vallée de la Luangwa en Zambie, où les morts par braconnage ont commencé à augmenter brusquement en 2014.

Cependant en 2018, une équipe de protection de

l'environnement coopérant avec les communautés locales afin d'enrayer ces pertes a atteint une étape importante dans le parc national de Luangwa Nord.

« Nous n'avons perdu aucun éléphant à cause du braconnage en 2018 », déclare Solomon Chidunuka, le gardien de la province de Muchinga, qui travaille avec le North Luangwa Conservation Programme. C'est une réussite qui, selon Solomon Chidunuka et ses collègues, n'aurait pas été possible sans la participation et le soutien de dizaines de milliers de personnes qui vivent autour du parc.

*Article original: <https://news.mongabay.com/2019/04/community-buy-in-stamps-out-elephant-poaching-in-zambian-park/>*

### Soutenance de thèse

Le 16 décembre 2019 en République du Cameroun, le Département de Géographie (Faculté des Lettres et des Sciences Humaines) de l'Université de Dschang s'est enrichi d'un nouveau Docteur. M. Fogaing Roméo Jr a soutenu sa thèse dans la spécialité

"Climatologie et Etudes Environnementales" avec mention **TRES HONORABLE**.

Les félicitations de la Communauté Scientifique au Dr Fogaing Roméo Jr.

### Les barrages tropicaux existants ou en projet dévastateurs pour la pêche à travers le monde

Contrairement à la plupart des recherches qui se concentrent sur un seul barrage, une étude récente tente d'analyser plus globalement l'impact des barrages tropicaux sur les poissons d'eau douce, en analysant les informations issues des précédentes études à travers le monde.

L'étude s'étend sur une zone géographique comptant 10 000 espèces de poisson, ces dernières ayant été analysées au regard des 40 000 barrages existants et des 3 700 barrages en construction ou en projet.

Les scientifiques ont constaté que les points chauds de biodiversité, en particulier les bassins versants de l'Amazone, du Congo, de la Salouen et du Mékong risquaient d'être fortement affectés, puisque leur fragmentation pourrait atteindre en moyenne 25% à 40% en raison de l'actuelle expansion de l'énergie hydroélectrique dans les zones tropicales.

Les barrages nuisent à l'écologie des poissons en

fragmentant les rivières, en empêchant la migration des espèces, en réduisant le taux d'oxygène dans les réservoirs et les cours d'eau, en perturbant les flux saisonniers et en bloquant les sédiments nutritifs. Par ailleurs, les peuples indigènes et traditionnels pourraient également voir leurs moyens de subsistance et de commerce traditionnels mis à mal en raison de la diminution du nombre de poissons.

L'étude, récemment publiée dans le journal PNAS, cartographie l'impact des barrages tropicaux actuels et en projet sur des milliers d'espèces de poisson et montre que la construction de barrages accroît la fragmentation des habitats des rivières telles que l'Amazone, le Niger, le Congo, la Salouen et le Mékong d'au moins un quart.

*Article original: <https://news.mongabay.com/2020/02/past-and-future-tropical-dams-devastating-to-fish-the-world-over-study/>*

**Sources :** *Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC / [www.pfbc-cbfp.org](http://www.pfbc-cbfp.org)) Mongabay (<https://fr.mongabay.com>)*

### « Articles récents sur la REDD+ »

- Sunderlin, William D., Anne M. Larson, and Peter Cronkleton. 2009. Forest tenure rights and REDD+: From inertia to policy solutions. Chapter 11 in Arild Angelsen (ed.) *Realising REDD+: National strategy and policy options*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research. pp. 139-149. [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BAngelsen0902.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BAngelsen0902.pdf)
- Larson, Anne. 2010. Forest Tenure Reform in the Age of Climate Change: Lessons for REDD+. *Global Environmental Change*. <http://doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.11.008>
- Larson, Anne M., Maria Brockhaus and William D. Sunderlin. 2012. Tenure matters in REDD+: Lessons from the field. Chapter 9 in Arild Angelsen, Maria Brockhaus, William D. Sunderlin, and Louis V. Verchot (eds.). *Analyzing REDD+: Challenges and Choices*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research. Pp. 153-176. [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BAngelsen1201.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BAngelsen1201.pdf)
- Awono, Abdon, Olufunso A. Somorin, Richard Eba'a Atyi, and Patrice Levang. 2013. Tenure and participation in local REDD+ projects: Insights from southern Cameroon. *Environmental Science & Policy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.01.017>
- Duchelle, Amy E., Marina Cromberg, Maria Fernanda Gebara, Raissa Guerra, Tadeu Melo, Anne Larson, Peter Cronkleton, Jan Börner, Erin Sills, Sven Wunder, Simone Bauch, Peter May, Galia Selaya, William D. Sunderlin. 2013. Linking Forest Tenure Reform, Environmental Compliance, and Incentives: Lessons from REDD+ Initiatives in the Brazilian Amazon. *World Development*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.014>
- Resosudarmo, Ida Aju Pradnja, Stibniati Atmadja, Andini Desita Ekaputri, Dian Y. Intarini, Yayan Indriatmoko, and Pangestuti Astri. 2013. Does Tenure Security Lead to REDD+ Project Effectiveness? Reflections from Five Emerging Sites in Indonesia. *World Development*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.015>
- Sunderlin, William D., Anne Larson, Amy E. Duchelle, Ida Aju Pradnja Resosudarmo, Thu Ba Huynh, Abdon Awono, and Therese Dokken. 2013. How are REDD+ proponents addressing tenure problems? Evidence from Brazil, Cameroon, Tanzania, Indonesia, and Vietnam. *World Development*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.013>
- Anne M. Larson, Maria Brockhaus, William D. Sunderlin, Amy Duchelle, Andrea Babon, Therese Dokken, Thu Thuy Pham, I.A.P. Resosudarmo, Galia Selaya, Abdon Awono, and Thu Ba Huynh. 2013. Land Tenure and REDD+: The good, the bad and the ugly. *Global Environmental Change*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.014>

### Aires protégées, espaces durables ?

**Auteurs : Catherine Aubertin et Estienne Rodary ; ISBN (Édition imprimée) : 9782709916516 ; ISBN électronique : 9782709918084 DOI : 10.4000/books.irdeditions.5655**

*Éditeur : IRD Éditions ; Collection : Objectifs Suds ; Année d'édition : 2009 ; Nombre de pages : 260 p.*

Autrefois enclaves marginales de protection de la nature, les aires protégées, apparues dès la fin du XIXe siècle, représentent aujourd'hui 12 % des surfaces émergées et concernent l'ensemble des territoires de la planète. Dans le contexte du développement durable, on attend à présent qu'elles répondent à la fois à des objectifs de conservation de la biodiversité et de développement social. La « durabilité » de ces espaces est en effet au cœur des politiques actuelles de gestion de l'environnement.

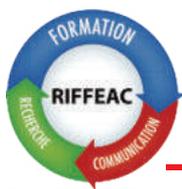
Quelles sont, dans ce contexte, les nouvelles formes juridiques et territoriales des aires protégées ?

Comment s'inscrivent-elles dans les infrastructures naturelles régionales et les réseaux écologiques transnationaux ?

Quels outils de valorisation économique peuvent-elles offrir ?

Autrement dit, dans quelle mesure les diverses aires protégées - parcs nationaux, réserves naturelles, réserves de biosphère, aires marines, corridors, terres indigènes, etc. - s'affirment-elles comme des espaces d'expérimentation du développement durable ?

Pour répondre à ces questions, cet ouvrage alliant études régionales et globales analyse les tendances actuelles de la conservation. À travers le regard d'économistes, d'écologues, de juristes, d'anthropologues et de géographes, il propose une approche inédite des tensions qui se cristallisent autour d'une nature à réinventer.



## 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 Rapports 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'accent 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

privilégiées) 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 :

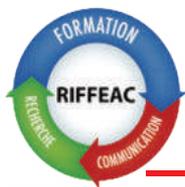
- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

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).



Revue Scientifique et Technique

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

## 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**

**Editor in Chief 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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





**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.cbf-fund.org](http://www.cbf-fund.org) / [www.afdb.org](http://www.afdb.org)  
[CBFFSecretariat@afdb.org](mailto:CBFFSecretariat@afdb.org)**