

Revue Scientifique et Technique

ISSN 2409-1693 / eISSN 2412-3005

Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Avril 2019

Volume 12





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 / Site web: 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 - www.revue.riffeac.org / B.P.: 2035 Yaoundé - Cameroun / Tél. : +237 222 20 80 65 / e-mail : 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

Les relations entre l'environnement et la croissance sont aujourd'hui considérées comme antinomiques. Il faut le rappeler qu'en 1992, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement à Rio de Janeiro appelée Sommet de la Terre à cause de la forte mobilisation, deux textes majeurs ont été adoptés. Ces documents avaient pour objectifs de lutter contre les changements climatiques en menant des actions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre qui sont à l'origine du réchauffement de la planète Terre.

Depuis là, des nombreuses conférences des parties se sont tenues, la dernière est la Cop 24.

La COP 21 a mis l'accent sur le climat et le développement;

La COP 22 a travaillé sur l'atténuation aux effets du changement climatique et l'innovation en matière d'adaptation;

La COP 23 a mis l'accent sur le concept de "dialogue de Talanoa";

La COP24 a mis l'accent sur le thème : « plan d'action de Katowice pour la transition juste» avec pour objectif d'établir un plan d'actions concrètes.

Le réchauffement de la planète est en partie lié au déstockage du Carbone fossile pour des usages des transports ou d'industrialisation ;

Le réchauffement de la planète est en partie lié à l'exploitation non durable des ressources naturelles particulièrement dans les deux poumons de régulation de la planète que sont la Forêt amazonienne et la Forêt du Bassin du Congo.

Quels bilans critiques pouvons-nous faire depuis la conférence de Rio jusqu'à la COP 24 ?

Quelles leçons l'humanité en a-t-elle tirées ? Utopie ou réalité ?

Quelles sont les grandes orientations stratégiques à adopter unanimement pour ralentir de manière significative le réchauffement de la planète ?

Concernant l'industrie du bois, nous nous rendons compte qu'en n'exportant que des produits finis à un point d'équilibre hygroscopique de 12% et en prenant comme point de saturation moyen des feuillus la valeur de 30%, nous économisons 18% de poids en eau des grumes transformées sur site et en scierie 40% de déchets de bois permettant donc de ne pas exporter 58% de poids d'eau et de déchets de bois.



Professeur Parisse AKOUANGO

*Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie et de Foresterie (ENSASF)
Université Marien N'gouabi du Congo
Coordonnateur de la Formation Doctorale Agronomie
et Foresterie / Chevalier de l'OIPA / CAMES*

Editorial

Toutes ces économies substantielles à faire sur le transport maritime ou aérien ne peuvent pas continuer à être ignorées dans cette lutte permanente contre le réchauffement de la planète dont une partie est due au déstockage du carbone fossile dans le transport des matières premières des pays du Sud vers les pays du Nord.

Concernant les forêts, il faut réactiver davantage le caractère urgent du renforcement des lois et conventions internationales et nationales d'aménagement et de gestion durable des ressources naturelles. Il faut accélérer le renforcement des capacités de toutes les parties prenantes intervenant dans la gestion durable des ressources naturelles.

La mécanisation et l'intensification de l'agriculture dans les pays en développement pour assurer l'alimentation et la nutrition est plus que jamais d'actualité. Ceci réduira l'importation des denrées alimentaires dont le transport maritime ou aérien augmente le déstockage du carbone fossile.

Ainsi, le Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale s'engage à travers la Formation, la Recherche et la Communication à apporter sa modeste contribution dans cet engagement mondial de réduction des émissions des gaz à effets de serre.

Professeur Parisse AKOUANGO
Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie
et de Foresterie (ENSAF)
Université Marien N'gouabi du Congo
Coordonateur de la Formation Doctorale Agronomie et
Foresterie / Chevalier de l'OIPA / CAMES

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 e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca
2	<i>RIERA Bernard</i>	(2) - Agro-écologie	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE e-mail : riera@mnhn.fr
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 e-mail nzaladon@yahoo.fr
4	<i>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</i>	(4) - Biologie de la conservation	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD e-mail : mbailaoj@yahoo.fr
5	<i>WABOLOU François</i>	(5) - Biotechnologie forestière	Maître assistant des Universités	Institut Supérieur de Développement Rural, RCA e-mail : wabolouf@yahoo.fr
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 e-mail : drsaliou@gmail.com
7	<i>BOBDA Athanase</i>	(7) - Droit forestier	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE e-mail :bopda20001@yahoo.com
8	<i>POSSO Paul Darius</i>	(8) - Ecologie forestière	Professeur Titulaire	Ecole Nationale des Eaux et Forêts Cap-Estérias, GABON e-mail : possopauldarius@yahoo.fr
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 e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr
10	<i>NANCY Gélinas</i>	(10) - Economie environnementale	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA e-mail :nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca
11	<i>RIERA Bernard</i>	(11) - Foresterie communautaire	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE e-mail : riera@mnhn.fr
12	<i>TCHOUNDJEU Zacharie</i>	(12) - Génétique et génomique forestières	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org

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 e-mail : malkakuva@gmail.com
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 e-mail : chapoyolo@yahoo.fr
15	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	(15) - Pédologie et fertilité des sols tropicaux	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques Université de Kinshasa RD CONGO e-mail : marbitijula@gmail.com
16	<i>GOURDON Paul Rémy</i>	(16) - Modélisation des phénomènes environnementaux	Professeur des Universités	Université de Lyon, FRANCE e-mail : remy.gourdon@insa-lyon.fr
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. e-mail : efoudjet@yahoo.fr
18	<i>NZALA Donatien</i>	(18) - Sylviculture	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO e-mail nzaladon@yahoo.fr
19	<i>TCHAMBA NGANKAM Martin</i>	(19) - Faune et aires protégées	Maître de Conférences	Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : mtchamba@yahoo.fr
20	<i>LALAYE Philippe</i>	(20) - Pisciculture et pêche	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Abomey-Calavi, BENIN. e-mail : laleyphilippe@gmail.com

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 e-mail : rjassako@yahoo.fr
2	<i>AVANA TIENTCHEU Marie Louise</i>	Maître Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : avanatic@yahoo.fr
3	<i>AZIZ LAGHDIR</i>	Professeur Associé, Université Laval	SEREX (Service de Recherche et d'Expertise en Transformation des Produits Forestiers), QUEBEC e-mail : aziz.laghdir@serex.qc.ca
4	<i>BELL Jean Marcial</i>	Maitre Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : jmbell237@hotmail.com
5	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques / Université de Kinshasa, RD CONGO e-mail : marbitijula@gmail.com
6	<i>BITONDO Dieudonné</i>	Maître de Conférences	Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN e-mail: bitondodieudonne@yahoo.fr
7	<i>BOBDA Athanase</i>	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE e-mail : bopda20001@yahoo.com
8	<i>BOUKOULOU Henri</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie, Université Marien Nguabi Brazzaville, CONGO e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr
9	<i>CROS David</i>	Chercheur (Ph.D)	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD) e-mail : david.cros@cirad.fr
10	<i>DAN LANSSANA KOUROUMA</i>	Enseignant / Chercheur au Centre d'Etude et de Recherche en Environnement de l'Université de Conakry ; Professeur associé à l'Université de Québec à Montréal	Université de Conakry, GUINÉE e-mail : dan_lansana@yahoo.fr
11	<i>DJEUGAP FOVO Joseph</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté Agronomique des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : joseph.djeugap@univ-dschang.org
12	<i>DOSSOU Odile</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi, BENIN e-mail : viliho2004@yahoo.fr
13	<i>FOUDJET Amos</i>	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN. e-mail : efoudjet@yahoo.fr

COMITE DE LECTURE

14	GIBIGAYE <i>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 e-mail : gibigaye_mohamed@yahoo.fr
15	GOURDON Paul <i>Rémy</i>	Professeur des Universités	Institut National des Sciences Appliquées Université de Lyon 1, FRANCE e-mail : Remy.Gourdon@insa-lyon.fr
16	HOUINATO Marcel <i>Romuald Benjamin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BENIN e-mail : mrhouinat@yahoo.fr
17	KHASA Damase	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca
18	IBRAHIM SAMBO <i>Soulemane</i>	Maître Assistant des Universités	Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Université Omar Bongo, GABON e-mail : si.sambo@riffecac.org
19	IKOGOU Samuel	Maître Assistant des Universités	Ecole Polytechnique de Masuku, Université des Sciences et Technique de Masuku, GABON e-mail : ikogousamuel@yahoo.fr
20	IYONGO WAYA <i>Mongo Leon</i>	Professeur Associé, Ingénieur Biologiste	Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables (GRNR), Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, RD CONGO e-mail : iyongoleon@yahoo.fr
21	MANFOUMBI BOUSSOUGOU <i>Nicaise</i>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique de Masuku / Université des Sciences et Techniques de Masuku, GABON e-mail : nicaise_manfoumbi@hotmail.com
22	MBAÏLAO MBAÏGUINAM <i>Jean Marie</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD e-mail : mbailaoj@yahoo.fr
23	MBADU ZEBE <i>Victorine</i>	Professeur	Institut Supérieur des Techniques Médicales, (ISTM), Kinshasa, RD CONGO e-mail : mbaduzebe@yahoo.fr
24	MENIKO TO HULU Jean Pierre <i>Pitchou</i>	Professeur Titulaire	Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, (IFA-Yangambi), Département Eaux et Forêts, Laboratoire d'Ecologie du Paysage et Foresterie Tropicale (LEPAFORT), RD Congo e-mail : menitop2000@yahoo.fr
25	MERIE M FOURNIER	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 e-mail : meriem.fournier@agroparistech.fr
26	MOUGOUE Benoit	Maitre de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr
27	MOUTOU PITTI <i>Rostand</i>	HDR ; Professeur des Universités	Polytech Clermont Ferrand - Institut Pascal (UCA-CNRS-SIGMA), Université Clermont Auvergne, FRANCE e-mail : rostand.moutoupitti@uca.fr

COMITE DE LECTURE

28	<i>MOUSAMBOTE Jean-Marie</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Unité Ecologie-Phytosociologie de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, CONGO e-mail : moutsambotej@gmail.com
29	<i>NANCY Gélinas</i>	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA e-mail :nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca
30	<i>NASSI Karl Martial</i>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts de l'Université Nationale d'Agriculture de Kétou, BENIN e-mail : martial2006@yahoo.fr
31	<i>NDIAYE Saliou</i>	Professeur des Universités ANAFE RAFT-Sahel Chair	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, SENEGAL e-mail : drsaliou@gmail.com
32	<i>NGNIKAM Emmanuel</i>	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 e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr
33	<i>NKOUATHIO David Guimolaire</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences, Université de Dschang, CAMEROUN. e-mail : nkouathio@yahoo.fr
34	<i>NSHIMBA SEYA WAMALALE Hippolyte</i>	Professeur des Universités	Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables Université de Kisangani, RD CONGO e-mail : hippolyteseya@yahoo.fr
35	<i>NZALA Donatien</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien Ngouabi Brazzaville, CONGO e-mail : nzaladon@yahoo.fr
36	<i>OLOUKOI Joseph</i>	Maitre Assistant (CAMES)	African Regional Institute for Geospatial Information Science and Technology, NIGERIA e-mail : chabijos@yahoo.fr
37	<i>OUELLET LAPOINTE Ugo</i>	Maîtrise en Ecologie Forestière	Cadre Autonome en relations faune et habitats forestiers aménagés, Laval, CANADA e-mail : lapointe.u@gmail.com
38	<i>PALUKU MUTIVITI Gilbert</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique du Graben, RD CONGO e-mail : malkakuva@gmail.com
39	<i>LEVANG Patrice</i>	Directeur de Recherche IRD	Unité Mixte de Recherche Gred Montpellier, FRANCE e-mail : levang.patrice@ird.org
40	<i>RIERA Bernard</i>	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE e-mail : riera@mnhn.fr

COMITE DE LECTURE

41	SONKE <i>Bonaventure</i>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure, Université de Yaounde I, CAMEROUN e-mail : bsonke_1999@yahoo.com
42	TALLA Pierre <i>Kisito</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : tpierrekisito@yahoo.com
43	TCHATAT <i>Mathurin</i>	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN. e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr
44	TCHEBAYOU <i>Sébastien</i>	Master of Science in Natural Resource Management ; Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses Coordonnateur FODER	ONG Forêts et Développement Rural, CAMEROUN. e-mail : setchebayou@yahoo.fr
45	TCHEHOUALI <i>DEFODJI Adolphe</i>	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN e-mail : tchehoua@yahoo.fr
46	TCHINDJANG <i>Mesmin</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN e-mail : mtchind@yahoo.fr
47	TCHOUNDJEU <i>Zacharie</i>	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org
48	TSAGUE Louis	Maître Assistant des Universités Membre du Conseil Scientifique et Technique du RAPAC	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : tsaguel@yahoo.fr
49	TUMWESIGYE <i>Wycliffe</i>	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA e-mail : wtum2012@gmail.com
50	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences des Universités	Faculty of Science, Department of Plant Biology, University of Yaounde I, CAMEROON e-mail : lzapfack@yahoo.fr

SOMMAIRE

EDITORIAL	P. 3-4	<i>Etude comparative de la sensibilité aux mirides de deux variétés de cacaoyers dans la Lékié (Région du Centre au Cameroun)</i>	P. 60-68
COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	P. 5-6		
COMITE DE LECTURE	P. 7-10		
ARTICLES SCIENTIFIQUES			
<i>Study of the mechanical properties of raffia bamboo <i>Vinifera L. Areceaceae</i></i>	P. 12-21	<i>Contribution de la filière rotin au développement économique de la commune de Dzeng</i>	P. 69-71
<i>Relation précipitations et croissances des arbres tropicaux dans les forêts semi-décidues de la région de Kisangani en RD Congo: Cas de <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg et <i>Pericopsis elata</i> (Harms) Meuwen</i>	P. 22-34	<i>Contribution à la réduction de l'exploitation forestière sur la végétation ligneuse et sur le sol : Cas de la forêt communale de Minta, AAC 1-4 au Cameroun</i>	P. 72-73
<i>Cartographie de la dynamique environnementale sur les parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou au Bénin</i>	P. 35-47	NOUVELLES	P. 75-77
NOTES TECHNIQUES		SUGGESTIONS DE LECTURE	P. 78-82
<i>Contribution des organisations de producteurs de champignons comestibles pour assurer la sécurité alimentaire des populations au Cameroun (Cas de la CoopSDEM COOP-CA)</i>	P. 48-59	DIRECTIVES AUX AUTEURS	P. 83-87
		AUTHORS GUIDELINES	P. 88-92



Prof., Dr. h.c. Wangari Muta MAATHAI

Fondatrice de Green Belt Movement, Prix Nobel de la Paix 2004

« Lorsque nous plantons des arbres, nous plantons des graines pour la paix et des graines d'espoir. »



Study of the mechanical properties of raffia bamboo *Vinifera L. Arecaceae*

Foadieng E.^{1,2,3}, Talla P.K.¹, Fogue M.²

- (1) Laboratoire de Mécanique et de Modélisation des systèmes physiques, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun / e-mail : foadieng@yahoo.fr
(2) Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Industriels et de l'Environnement, IUT-Fotso Victor, Université de Dschang, Cameroun
(3) Department of Civil Engineering, HTTTC, Kumba, University of Buea

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.2610534>

Abstract

Raffia Vinifera L. Arecacea is a type of fast-growing palm, which is found in marshy environments and along rivers. In this study, the "Raffia Bamboo" is the stalk of a Raffia palm widely used in the West Region of Cameroon as a building material. From the literature review, few informations about its elastic properties are available. Our investigations focused on the elastic moduli and strengths of raffia bamboo and the consequent analysis. The raffia bamboo is a composite material, consisting of a fragile marrow (matrix) inside a thin shell (reinforcement), smooth and hard which protects the marrow. The experimental determination of its elastic

*properties at 13% moisture content allowed us to evaluate: the shear modulus of the marrow (about 5.8 MPa); the respective longitudinal elastic moduli of the shell, the marrow and the raffia bamboo (17 043 MPa; 959 MPa; 13 008 MPa); the transverse elasticity modulus of the raffia bamboo (about 3 149) ; and finally, the tensile strength of the shell (247 MPa), the respective bending strengths of the marrow and raffia bamboo (738 MPa; 5943 MPa) . From the analysis of the results, the elastic properties of the raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* allow us to classify this material among the light woods, useful for construction and decoration.*

Keywords : *Raffia bamboo, marrow, shell, Composite material, modulus of elasticity, shear, strength*

Résumé

*La raphia est un genre de palmier à croissance rapide, de la famille des Arecaceae que l'on rencontre dans les milieux marécageux et le long des fleuves. Dans cette étude, le « bambou de Raphia » est le pétiole d'une palme de *Raphia Vinifera L. Arecacea* largement utilisé dans la Région de l'Ouest Cameroun comme matériau de construction. La revue de la littérature montre que très peu d'informations sont disponibles sur ses propriétés élastiques. Dans ce travail, nous présentons des résultats sur les propriétés élastiques du bambou de raphia et l'analyse conséquente. Le bambou de raphia est constitué d'une moelle fragile à l'intérieur d'une coque mince, lisse et dure qui protège cette dernière. Il peut donc être assimilé à un matériau composite dont le renfort*

*est constitué de fibres. La détermination expérimentale des propriétés élastiques à 13% d'humidité a permis de trouver: un module de cisaillement de la moelle d'environ 5,8 MPa, un module d'élasticité longitudinal de l'ordre de 17 043 MPa pour la coque, 959 MPa pour la moelle, 13 008 MPa pour le bambou de raphia ; un module d'élasticité transversale de l'ordre de 3 149 MPa pour le bambou de raphia; et en fin, une résistance en traction de l'ordre de 247 MPa pour la coque, une résistance en flexion 738 MPa pour la moelle et 5 943 MPa pour le bambou de raphia . Il ressort de l'analyse des résultats que les propriétés élastiques du bambou de raphia *Vinifera L. Arecacea* nous permettent de le classer parmi les bois légers utiles pour la construction et la décoration.*

Mots clés : *bambou de Raphia ; coque, moelle, matériau composite, module d'élasticité, cisaillement, résistance*

1. Introduction

The «raffia bamboo» is one of the oldest building materials used by humans in the West Region of Cameroon. The raffia palm, often under-exploited, is present in the intertropical zone. It is a palm whose petiole designated «raffia bamboo» used as building materials, insulation, decoration and the manufacture

of art objects (Chambost J. et al., 2001).

Investigation lead to the conclusion that there is unfortunately no study on the determination of the elastic properties of raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea*. In addition, the production and uses of raffia bamboo are based solely on ancestral ability. In the West Region of Cameroon, raffia bamboo

offers a real opportunity the poor local population, to build the houses with that cheap, abundant and fast growing material that can meet the need of economic housing (Ingram et al., 2010).

Some information on the basic properties of raffia bamboo has been examined (Foadieng et al., 2014), but the study of its elastic properties and applications as raw material is very limited. Further studies are needed to assist and promote its application in the modern world. The optimization of the properties of raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* with a view to its valorization requires knowledge of its mechanical properties through tests such as near infrared spectroscopy (Carneiro and al., 2010, Kelley and al., 2004, Kothiyal and Raturi, 2011, Kohanand al., 2012), static-bending method, longitudinal and complex vibration tests (Chih-Lung Cho, 2007) used on some tropical woods. In this study, we propose to evaluate the elastic moduli and the strengths of raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea*.

2. Materials and Methods

2.1. Material

The Raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* is locally called «dink». Our survey concerns samples deducted at Mbieng quarter of Bandjoun village, subdivision of Poumougne, Koung-Khi Division, West Region of Cameroon. Mbieng is situated at 5°25' of North latitude, 10°25' of east longitude, and at 1509 m of altitude (Institut Géographique National, 1973). The Raffia *Vinifera L. Arecaceae* presents itself under

shape of a tuft constituted of several feet, themselves composed of palms. A raffia palm includes 4 parts; the leaflet, the rachis, the leafstalk and the basalt girdle. The leafstalk designated by «raffia bamboo» has a lucid green colour when it is fresh and greyish when it is dry. It is 5 to 10 meters height and its diameter varies from 2 to 10 cm. It is a low fund species; the leafstalk is smooth and the leaves are in opposite needles, and have a parallel nervation.

The selected samples don't present any macroscopically observable defect and have been harvested at the state of the dead wood. They have a length of 2 m at least and a medium-diameter of 38 mm. During about 3 months, these samples cut in pieces of about 1m long, have been exposed at the ambient temperature of the Laboratory of Mechanics and Modelling of Physical System (L2MSP) of the University of Dschang Cameroon. Such as wood, raffia palm petiole is known to be a heterogeneous and anisotropic material. The fragile marrow inside a hard and smooth shell. It can be modeled as an anisotropic material having three main directions (figure 1.b): radial (R), tangential (T) and longitudinal (L) direction.

2.1.1. Preparation of the specimens

After three months of drying and conditioning in the laboratory, specimens were sawn according to NF EN 408 (AFNOR, 2004). This standard recommends that for bending tests, the minimum span length of the specimen should be equal to 18 times its diameter (distance between the two furthest points of its cross-section), and if not, the span length of the beam shall be recorded in the test report. On each specimen, two

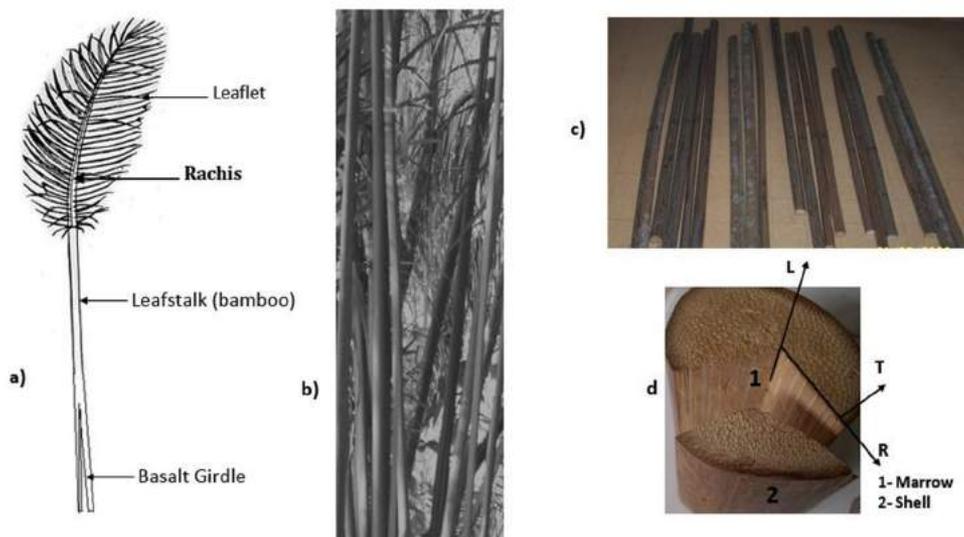


Figure 1: a) Raffia palm; b) Raffia Bamboos; c) pieces of raffia bamboo; d) Principal directions in a piece of raffia

electric strain gauges were fixed parallel to its axis and symmetrically on surfaces previously cleaned with sandpaper. For each sample to be tested, five specimens, cut in its immediate vicinity in the initial structure, are retained (figure 3), one for controlling the variation of the moisture content during the test, two for cutting the marrow beams (removed from the shell), and another for the strength test, the last to determine the yield load. Twelve samples were selected for testing; so 48 specimens for bending tests and 12 specimens of humidity test.

2.1.2 Test specimen for bending of raffia bamboo (marrow + shell)

The specimen has a length of 380 mm and a cross-section of 36 mm mean diameter. To minimize undesirable bending effects, two strain gauges of $(120 \pm 0.3\%) \Omega$ strength were stuck symmetrically on the specimen and parallel to its axis (Talla and al., 2007). They are connected so as to form a half Wheatstone bridge as shown in figure 4. Subsequently, ten samples were selected for each series of tests.

After sticking, we checked the value of the resistances of the gauges. The wiring resistance, close to 120Ω , must be measured with a fairly good accuracy, compared to typical values (0.02%). The sticking of these gauges was done with the Alteco 110 glue of Japanese manufacture. The strains are measured directly by means of a modern measuring strain gauge EI 616 by DELTALAB. Its use saves us to calculations since it displays strains with an accuracy of the order of 1 mm/m .

2.1.3 Specimen of the marrow

The specimen of the marrow of raffia bamboo has a length of 380 mm and a section of $20 \times 20 \text{ mm}^2$. The deflections are measured by an analog comparator of SEB mark (Anti-shock) and precision of 1% since its porosity state does not allow the use of strain gauges. During the tests, the temperature and the relative humidity of the laboratory are given by an electronic thermo-hygrometer, model ETHG913R of Oregon Scientific.

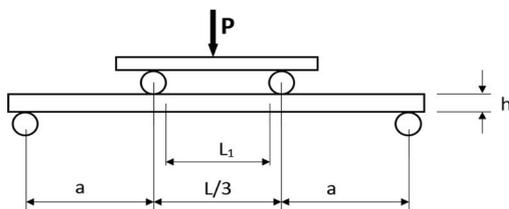


Figure 2: Testing device for measuring the elastic modulus and the bending strength

2.1.4 Bending device

The device used for the static bending test is illustrated by the diagram in figure 5. Each specimen is placed horizontally on two cylindrical supports provided on the device, one fixed and the other free in rotation. At the support points and loading points, a 30 mm diameter cylinder made of steel minimizes the perpendicular shear force. We chose 4-point bending because the polymers are relatively ductile and break in 3-point bending without reaching the maximum load. The loads are constituted by solid steel prisms each provided with a groove enabling it to be threaded onto the support rod (4). These loads sit on the plate (3) fixed by a screw on the end of the support rod. These loads are masses, with respective values of 10 kg, 5 kg, 2 kg, 1 kg and 0.5 kg.

2.2 Tensile testing of the shell

2.2.1 Description of the specimen

After conditioning samples for a period of 14 weeks in the laboratory, specimens were extracted with the following dimensions:

- Overall length 140 mm
- Working length of 80 mm
- Working section of $2 \times 4 \text{ mm}^2$

With the epoxy adhesive, we have fixed sandpaper on the ends of the specimens to prevent sliding during the test. Figures 6 and 7 show the structure of a specimen ready to test. The specimens shall be of full cross-section and of sufficient length to provide a test length of at least 10 times the largest dimension of the section NF EN 408.

The jaw system used here was designed to allow effective clamping of the specimen. It consists of a U-shaped container in which are housed four square plates of 30 mm. We have glued sandpaper on these plates to prevent sliding and thus increase the bonding between the heels and the tablets. When the specimen is correctly assembled, the failure occurs in the working area. Figure 8 illustrates the mounting under testing conditions with failure by bursting in the testing area of the specimen.

The force must be applied at constant speed. The loading system used shall be capable of measuring

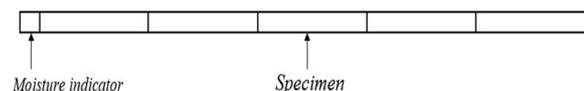


Figure 3: position of a specimen to be tested on a sample

force with an accuracy of 1% of the force applied to the specimen.

2.2.2 Tensile testing machine

It is a hydraulic press with: a dynamometer to estimate the forces applied and graduated in KN, two jaws, one of which is integral with the fixed cross-member and the other is integral with the mobile crossbeam (figure 9).

2.2.3 Operating principle

Since the specimen is fixed between the jaws, the operator acts on the lever of the pump. The oil pressure in the piston chamber induces the piston to move progressively. This puts the movable traverse in motion and consequently the displacement of the movable jaw tends to pull the specimen. In our

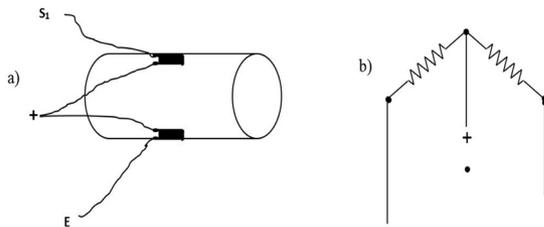


Figure 4: a) position of the gauges and their wiring in the half-bridge of Wheatstone; b) Standard wiring diagram

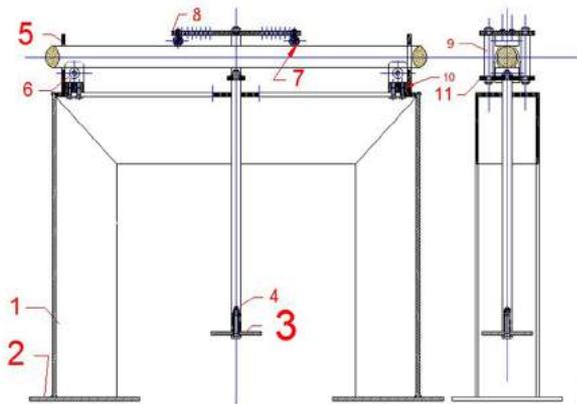


Figure 5: A device for bending test

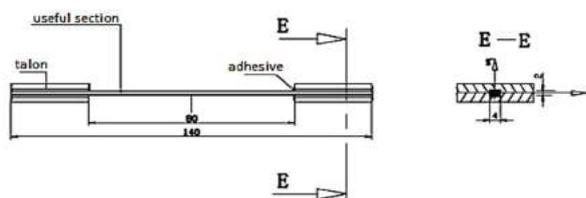


Figure 6: Diagram of the tensile test specimen

various tests, we have assimilated raffia bamboo to wood in order to use the laws and techniques applied to wood.

2.3 Methods

2.3.1. Tests

The tests are essentially the bending and tensile tests:

- 4-point bending for the determination of the modulus of elasticity. In this case, when the bamboo specimen is loaded, two strain gauges stuck intimately and in parallel to the axis of the specimen, undergo the same strain as the surfaces of the specimen on which they are stuck. This strain results in a variation ΔR of the resistance of the gauges which is proportional to the strain ϵ (Avril et al., 1984), and which is a function of the deflection.

- The measurement of ΔR makes it possible to calculate the strain. For greater accuracy, we used a DELTALAB brand strain gauge bridge which converts ΔR into strain and directly displays the deformations with accuracy about $1 \mu\text{m/m}$.
- 3-point bending for the determination of the shear modulus. When the specimen is loaded, an analog comparator with 1% accuracy indicating that the deflection is increasing with the load.
- Simple tensile tests are carried to determine the modulus of elasticity and the strength of the shell.

2.3.2 Experimental set up

In 4-point bending, the test consists of a beam simply placed on two cylindrical supports (Barkas et al., 1953) and loaded at two points placed respectively at one third and two-thirds of the span of the beam by a Perpendicular load P to its mean fiber. The span of the beam is denoted L and the deflection f is determined from the strains coming from the gauges. These electrical gauges are connected to a strain gauge bridge which directly gives the small strains in $\mu\text{m/m}$ (Hearmon et al., 1948). For the marrow of bamboo raffia, the deflections are given by an analog comparator. The force P is less than or equal to one third of the yield load so that the deflections remain within the elastic range. In each test, we have a beam of almost invariable diameter d according to ISO / TC165 N 315. We shall first study the effect of the intensity of the load P on the deflection by varying its Value for a fixed span. And then that of the length L of the span of the beam by varying its value for a fixed load.

In 3-point bending, the test consists of a beam placed on two supports, and loaded in the middle by a load P perpendicular to its mean fiber. The span of the beam is denoted L and the deflection f is given by an analog comparator of 1% precision. The force P is less or equal to one third of the yield load so that the deflections remain within the elastic range. In each test, we have a beam of characteristics described previously in this paragraph 2.2.2. This series of tests gives us data allowing to evaluate the shear modulus.

The axial tensile test involves placing a specimen between the jaws of a tensile testing machine and apply on the two ends a load P parallel to the fibers. A progressive loading is applied to the specimen until it



Figure 7: Photo of a shell specimen



Figure 8: illustration of the rupture of a specimen

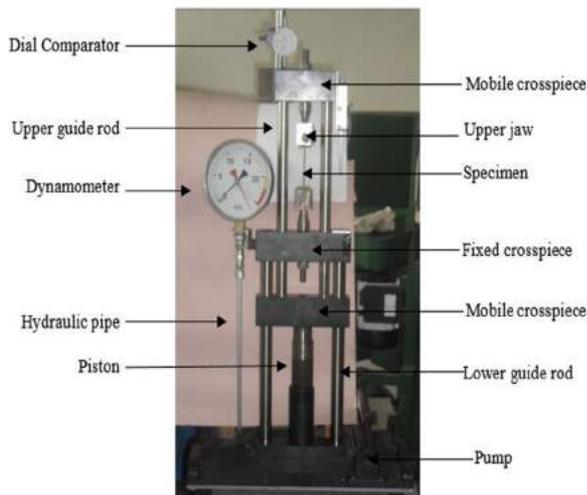


Figure 9: Tensile testing device

breaks in some cases. The deflections and the forces applied to the test piece are recorded progressively and then converted respectively into strain and stress. The forces P are less or equal to one third of the yield load.

2.3.3 Mechanical properties test: Modulus of elasticity and flexural strength

The specimen is loaded symmetrically in 4-point bending, on a span $L = 360$ mm as shown in figure 2. It receives the mechanical actions on simple supports consisting of steel cylinders of 30 mm of diameter which allow us to minimize the local shear. The supports of the ends can rotate and the others are fixed. If P_{max} is the yield force, the maximum force applied for the modulus of elasticity is less than $0.4 F_{max}$.

If h is the height or the diameter of the specimen, $L/3 = 6h$, and $L_1 = 5h = 5L/18$. The deflection f is measured at the center of the reference length L_1 . The elastic moduli are calculated according to the recommendations of the European Standard NF EN 408 (AFNOR 2004).

3. Results

3.1. Hygroscopy and density

Table 1 lists the densities and water content of the specimens during the tests.

3.2. Results of static tests

In this part, we worked under the internal laboratory temperature of 24°C and a relative humidity of 70%. Ten specimens were selected for this series of tests.

3.3. Mechanical properties of the marrow in bending test

3.3.1 Modulus of elasticity of the marrow and strength

The specimen is subjected to loads which induce small deflections. From the experimental data we have obtained the curves of figure 10.

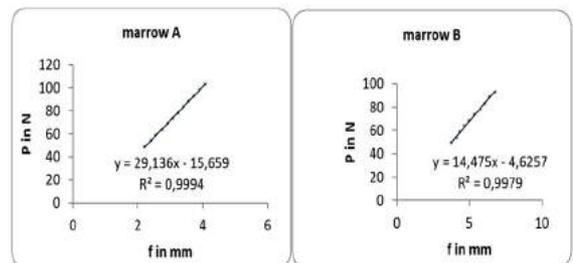


Figure 10 : load-deflection curve of the marrow

Tableau 1 : moisture content (H%), anhydrous density (ad), infra-density (Id)

Specimen	shell			marrow			raffia bamboo		
	H (%)	ad	Id	H (%)	ad	Id	H (%)	ad	Id
A	13.31	0.794	0.653	13.92	0.174	0.124	11.62	0.3	0.27
B	14.34	0.71	0.579	13.37	0.127	0.069	10.93	0.29	0.32
C	12.44	0.782	0.633	14.33	0.222	0.175	13.36	0.26	0.21
D	13.22	0.827	0.704	14.04	0.231	0.187	11.63	0.29	0.24
E	11.57	0.906	0.786	13.76	0.159	0.113	14.33	0.23	0.21
F	13.36	0.983	0.813	13.07	0.179	0.129	11.47	0.27	0.23
G	14.33	0.777	0.678	13.36	0.207	0.135	12.14	0.29	0.26
H	12.14	0.861	0.714	13.82	0.125	0.095	12.47	0.29	0.26
I	12.47	0.798	0.655	12.92	0.173	0.137	12.28	0.28	0.22
J	12.28	0.834	0.679	14.71	0.189	0.145	11.94	0.25	0.25
Average	12.946	0.8272	0.7104	13.73	0.1786	0.1309	12.22	0.28	0.25
Standard deviation	0.925	0.076	0.106	0.56	0.036	0.035	0.99	0.02	0.03

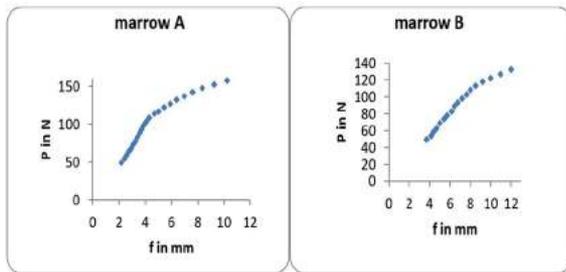


Figure 11: load-deflection curve for the strength of the marrow

This figure (10) shows 2 examples of curves that give the load as a function of the deflection.

The elastic properties of the marrow of raffia bamboo are estimated according to NF EN 408 standard and grouped in table 2. In the same table, we present the experimental value of the pore volume which significantly affects its mechanical behaviour.

From static tests, we evaluated the value of the 4-points bending strength of the marrow. The experimental data allowed us to represent the curves of the load as a function of the deflection to the yield load. We show in figure 11 the shape of these curves.

3.3.2. Shear modulus of the marrow

The specimen is subjected to 3-point bending loads according to the European standard NF EN 408. From the experimental data, we obtained deflection-load curves whose shape is given in figure 12. A linear regression analysis of the curves

Table 2: Load (F_m), longitudinal modulus of elasticity (E_m), marrow strength (F_m) and pore volume (γ)

Specimen	Ea (MPa)	G (MPa)
A	57,31	5,52
B	50,41	6,3
C	52,80	5,32
D	53,51	5,65
E	56,56	5,17
F	56,18	6,61
G	49,8	5,56
H	55,15	6,85
I	55,33	5,73
J	33,91	5,36
Average	52,096	5,807
Standard deviation	6,87	0,57

in figure 12 yields correlation coefficients $R^2 \geq 0.99$ as required by NF EN 408 for accuracy. According to this standard, we evaluated the apparent modulus of elasticity and then Shear modulus of the raffia bamboo marrow. Table 3 lists the different results obtained.

3.3.4 Elasticity modulus of the shell and its axial tensile strength

Ten samples were chosen for this series of tests. Twelve specimens are subjected to loads which induce small deflections. The experimental data allowed us to represent experimental strain-stress curves whose

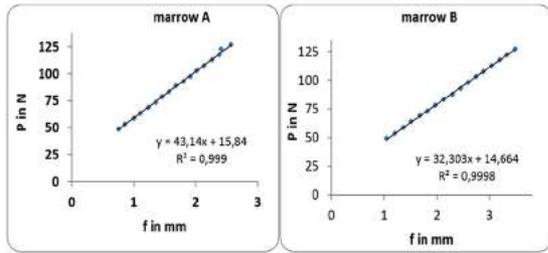


Figure 12: load-deflection curve for the shear of the marrow

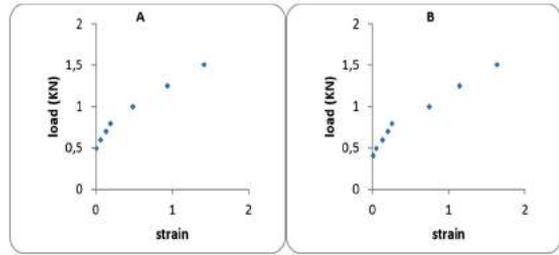


Figure 14: stress-strain curve for the strength of the shell in axial tension

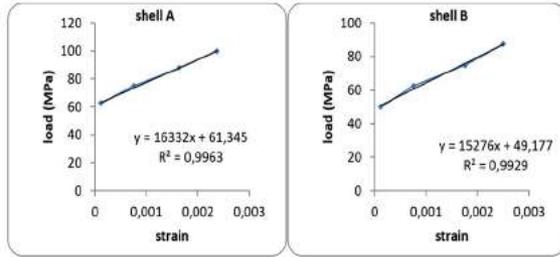


Figure 13: stress-strain curve for the shell in axial tension shape are deduced from load-deflection curves given in figure 13.

A linear regression analysis applied to these curves yields a correlation coefficient greater than 0.99 as required by NF EN 408 standard for accuracy. The elasticity modulus of the raffia bamboo shell was estimated and the void content evaluated. The results are summarized in table 4. Twelve shell specimens of the selected samples were each subjected to a static tensile test to the yield load.

The experimental data allowed us to represent the train-stress curves whose common shape is given in figure 14.

From the ultimate load to failure P_{max} , we deduced the tensile strength parallel to the fibers according to the European standard NF EN 408 of March 2004.

3.3.5 Overall elasticity modulus of raffia bamboo and its bending strength

Ten test specimens were chosen for this series of tests. The specimen is subjected to loads which induce small deformations. The experimental data allowed us to represent curves that give the load as a function of the deflection (Mohssine, 2006). A linear regression analysis applied to these curves gives a correlation coefficient greater than 0.99 as required by NF EN 408 standard for accuracy. Two examples of these curves are shown in figure 15. This test made it possible to estimate the overall elastic properties of

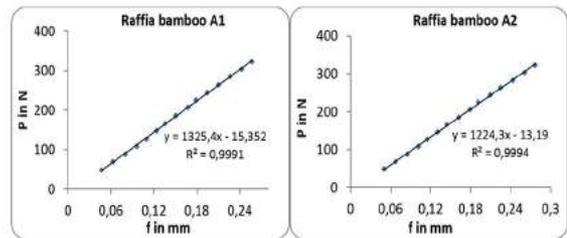


Figure 15: load-deflection curve for the strength of the shell in axial tension

Table 4: Elasticity Modulus (E_c), maximal load (P_{max}), tensile strength (F^m) and void content (γ)

Specimen	E_c (MPa)	P_{max} (KN)	F_m (Mpa)	γ %
A	16332	1.80	225.00	57.34
B	15276	1.70	212.50	60.17
C	16310	2.05	256.25	57.98
D	16819	2.00	250.00	48.21
E	18140	2,25	281.25	46.07
F	16630	2.00	250.00	46.88
G	17442	2.00	250.00	55.66
H	18417	2.00	250.00	53.40
I	17769	2.20	275.00	57.24
J	17299	2.1	262.50	55.38
Average	17043.4	2.01	246.88	53.83
Standard Deviation	852.47	0.10	12.50	4.82

raffia bamboo grouped in table 5.

We consider that this material is a composite of parallel fibers represented by the shell (reinforcement), and a resin represented by the marrow (matrix) (Sylvie, 2009-2010). Knowing the modulus of elasticity of the marrow and the shell we used the theory of homogenization to calculate that of raffia bamboo *vinifera L. arecaceae*. Thus, from

Table 5: E_{gL} is the experimental longitudinal elasticity modulus of the raffia bamboo, E_{gTcal} the calculated transversal elasticity modulus, E_{gLcal} the calculated longitudinal elasticity modulus, P_{max} the yield load and F_m the raffia bamboo strength.

Specimen	E (MPa)			P_{max} (N)	F_m (MPa)
	E_{gL}	E_{gLcal}	E_{gTcal}		
A	13488.82	12800.86	3247.25	1259.3	5666.85
B	12385.96	12593.96	2415.72	1254.4	5644.80
C	12956.36	12594.75	3199.17	1489.6	6703.20
D	14807.27	13192.00	3257.45	1548.4	6967.80
E	10820.7	11611.62	3293.45	1122.1	5049.45
F	11722.42	11242.79	3225.87	1215.2	5468.40
G	12256.52	12222.17	3205.48	1229.9	5534.55
H	12789.42	12816.39	3266.09	1445.5	6504.75
I	14957.11	13719.17	3254.56	1372.0	6174.00
J	13897.16	12605.01	3124.18	1455.3	6548.85
Average	13008.17	12383.92	3148.92	1339.17	5942.48
Standard deviation	1244.89	1006.08	261.84	134.26	687.35

the law of mixtures (equation 1), we have deduced the elastic modulus E_{gL} of the material (Guitard, 1987):

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\varepsilon}A = \boldsymbol{\varepsilon}B \tag{Eq. 1}$$

et

$$E_g = f_c E_c + f_m E_m \tag{Eq. 2}$$

Where E_c is the longitudinal modulus of elasticity of the shell and E_m that of the marrow, ε_m the strain of marrow and ε_c that of the shell.

f_c (eq. 2) is the volume fraction of the shell and f_m that of the marrow with $f_c + f_m = 1$

$$f_c = \frac{V_c(1 - (\gamma_c/100))}{V_T(1 - (\gamma_T/100))} \tag{Eq. 3}$$

Where V_c is the volume of the shell and V_T is the volume of the whole raffia bamboo (shell + marrow),

γ_c is the degree of porosity (void content) of the shell and γ_T is that of the whole raffia bamboo.

The transverse elastic modulus E_{gTcal} is always obtained from the law of mixtures (equation 4):

$$E_T = \frac{E_c \cdot E_m}{E_c \cdot f_m + E_m \cdot (1 - f_c)} \tag{Eq. 4}$$

In table 5 we presented the theoretical values of the moduli of elasticity of raffia bamboo (longitudinal and transverse) considered as a composite material with parallel fibers. These calculated longitudinal and transverse moduli are denoted respectively by E_{gLcal} and E_{gTcal} .

4. Discussion

The variability observed in the elastic properties is a characteristic of materials from vegetable origin. We obtained the average longitudinal modulus of elasticity of the marrow which has a value of 959 MPa, yet that of the most brittle coniferous and poplar with a density of 290 kg/m³ is 7 000 MPa (Natterer, 2004). Its mean bending strength is estimated at 738 MPa. We can conclude that the marrow of raffia bamboo is the weak link of this material, responsible of its great flexibility. The mean shear modulus is evaluated at 6 MPa much lower than that of conifers and poplar which is 440 MPa (Lemaitre, 1988). We can conclude that the marrow of raffia bamboo is comparable to the matrix of a composite material with parallel fibers.

The mean elasticity modulus of the shell has a value of about 17 043 MPa, close to that of Doussié which is 17 020 MPa (Bartosz, 2004). Its mean longitudinal fiber tensile strength is 247 MPa much higher than that of Azobe, with an average of 180 MPa with a density of 1 070 kg/m³ at 12% moisture (Bartosz, 2004). We can conclude that the shell of the raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* constitutes the strong link of this material and plays the role of reinforcement for this composite. It can be ranked among the heaviest timber. The global elasticity modulus of raffia bamboo has an mean value of 13 008 MPa close to that of oak which is about 13 000 MPa (Natterer, 2004). The strength of raffia bamboo in bending test is estimated at 17 MPa, higher than

that of Balsa which is 15 MPa (Bartosz, 2004). The raffia bamboo can therefore be classified as timber.

The modulus of elasticity obtained from the law of mixtures is close to the modulus of elasticity obtained experimentally. This confirms the fact that this material can be considered as a composite material with parallel fibers. Three of the main mechanical properties of raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* are thus determined. From the experimental study of the mechanical properties, it is deduced that the raffia bamboo *Vinifera L. Arecacea* is a building material that can be classified among the light woods.

5. Conclusion

The general objective of this study was to study the elastic properties of raffia bamboo under low bending load at internal laboratory temperature and relative humidity. In order to achieve this objective, the study was divided into two parts. The first part concerns the determination of modulus of elasticity, shear strength and flexural strength. Static bending tests were carried out on raffia bamboo beams with a diameter of about 36 mm and a span length of 360 mm and then on beams of the marrow (20 mm × 20 mm × 360 mm). These tests allowed us to evaluate the moduli of elasticity and shear, and the strengths of both raffia bamboo and its marrow. It emerges that the marrow is the weak link of the raffia bamboo responsible for its great flexibility since the shell can be classified among hardwoods. For whole bamboo, the elasticity modulus is similar to that of lumber, it can be classified as lightweight construction wood. Its properties allow its use in decoration and internal coating.

References

- April, J., Brule, J.C. (1984).** Encyclopedia of Stress Analysis, Published by *Micromesures*, 98, boul. Gabriel Péri, 92240 Molakof, France, 1984.
- AFNOR (2004).** Norme Européenne/ Norme Française 408 (NH NE 408), « Bois de structure et bois lamellé collé », ISSN 0335-3931, *Indice de classement* P 21-302, 1^{er} tirage 2004-03-F.
- Barkas, W.W. et Hearmon, R.F.S. (1953).** The mechanical properties of wood and their relation to moisture. Part A. In Mechanical properties of wood and paper, *Ed. R. Meredith. North. Holl. Publ. Co. Amsterdam.*
- Bartosz, P., Ryszard, P.B.P., Ryszard, P. (2004).** Bending creep behaviour of OSB loaded in the plane of the panel, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 7, n°1, Online.
- Carneiro, M., Magalhães, W., de Muñiz, G., Schimleck, L. (2010a).** Near infrared spectroscopy and chemometrics for predicting specific gravity and flexural modulus of elasticity of *Pinus* spp. Veneers. *J. Infrared Spectrosc.* 18, 481. <https://doi.org/10.1255/jnirs.911>
- Carneiro, M., Magalhães, W., de Muñiz, G., Schimleck, L. (2010b).** Near infrared spectroscopy and chemometrics for predicting specific gravity and flexural modulus of elasticity of *Pinus* spp. Veneers. *J. Infrared Spectrosc.* 18, 481. <https://doi.org/10.1255/jnirs.911>
- Chambost, J., Seguin and S. (2001).** The importance and future prospects of Raffia vegetation in the West Province of Cameroon. *Cipcre, Cameroon-ISARA, France.*
- Chih-Lung, Cho (2007).** Comparison of Three Methods for Determining Young's Modulus of Wood, *Taiwan Journal For Science* 22 (3): P 297-306
- Foadieng, E., Talla, P.K., Fogue, M., Mabekou S.T., and Sinju, A.F. (2014).** Contribution to the study of the anatomy and physical properties of raffia bamboo *vinifera L. Arecacea*, Scientific and Technical Review Forest and Environment of the Congo Basin, RIFFEAC, Vol. 3, pp. 22-31.
- Guitard, D. (1987).** Mechanics of wood and composites, *Cepadues-Editions*, Toulouse, France, (quoted by Moussine Moutee in 2006).
- Hearmon, R.F.S. (1948).** The elasticity of wood and plywood, *Forest Products Research, Dept. of Sci. Indust. Research*, Special report no.7, London.
- Ingram, V., Tieguhong, J.C., Nkamgnia, E.M., Eyebe, J.P. and Npawe M. (2010).** Bamboo production to consumption system, Cameroon. CIFOR (Center for International Forestry Research), Bogor, Indonesia
- Institut Géographique National, 2^e édition (1973).** 136 bis rue de Grenelle, 75 Paris 7, centre de Yaoundé.
- J., Natterer, J.L., Sandoz, Mr. Rey, Fiaux, M. (2004).** Wood construction, material, technology and design, Civil Treaty of the Federal Polytechnic School of Lausanne, vol 13, second revised and expanded edition, *Polytechnic University presses Romandes*, CH-1015 Lausannes.

- Kelley, S.S., Rials, T.G., Snell, R., Groom, L.H., Sluiter, A. (2004a).** Use of near infrared spectroscopy to measure the chemical and mechanical properties of solid wood. *Wood Sci. Technol.* 38, 257–276. <https://doi.org/10.1007/s00226-003-0213-5>
- Kelley, S.S., Rials, T.G., Snell, R., Groom, L.H., Sluiter, A. (2004b).** Use of near infrared spectroscopy to measure the chemical and mechanical properties of solid wood. *Wood Sci. Technol.* 38, 257–276. <https://doi.org/10.1007/s00226-003-0213-5>
- Kohan, N.J., Via, B.K., Taylor, S.E. (2012).** Prediction of strand feedstock mechanical properties with near infrared spectroscopy. *Bioresources* 7, 2996–3007.
- Kothiyal, V., Raturi, A. (2011a).** Estimating mechanical properties and specific gravity for five-year-old Eucalyptus tereticornis having broad moisture content range by NIR spectroscopy. *Holzforschung* 65, 757–762.
- ladik (1990).** Metrology of Thermophysical Properties of Materials, *MASSON Edition*.
- Lemaître J. and Chaboche J.L.** Mechanics of solid materials, *Dunod*, 1988
- Mohssine, Moutee (2006).** Modeling the behavior of wood during drying *Thesis submitted to the Faculty of Higher Sciences of the University of Laval for obtension grade of Philosophiae Doctor (Ph.D)*, Quebec.
- Mohssine, Moutee (2006).** Modélisation du comportement du bois au cours du séchage, *Thèse présentée à la faculté des sciences supérieures de l'université de Laval pour l'obtension du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D)*, Quebec.
- Sylvie, Pommier (2009-2010).** Mechanics of Materials, *Pierre and Marie Curie University, CNS-CACHAN*, Science in Paris.
- Talla, P.K., Pelap, F.B., Fogue, M., Fomethe, A., Bawe, G.N., Foadieng, E. and Foudjet, A. (2007).** Nonlinear Creep behaviour of *Raphia vinifera* L. (Arecaceae), *International Journal of Mechanics and solids*, Vol. 2, n° 3.

Relation précipitations et croissances des arbres tropicaux dans les forêts semi-décidues de la région de Kisangani en RD Congo: Cas de *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg et *Pericopsis elata* (Harms) Meuwen

Ilunga C.¹, Mbayu F.¹, Boyemba F.^{2,3}, Sabongo P.², Nshimba H.² et Ndjele L.²

(1) Département de Eaux et Forêts, Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo / e-mail : ilungawak@gmail.com

(2) Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Végétales, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo

(3) Laboratoire d'Ecologie et Aménagement Forestier (LECAFOR), Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.2610524>

Résumé

De par sa capacité à fournir les variations de croissance diamétrique sur toute la durée de la vie de l'arbre, la dendrochronologie est reconnue comme un outil important et efficace pour évaluer le lien possible entre la croissance et le climat. Dans cette étude, la croissance de deux espèces d'arbres tropicaux, *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg et *Pericopsis elata* (Harms) Meeuwen, a été analysée en réponse aux variations mensuelles de précipitations. La préparation des échantillons de bois ainsi que les mesures de cernes ont été effectuées suivant une approche particulière basée sur l'utilisation des outils SIG (Système d'Information Géographique). Pour chacune des espèces ciblées, une chronologie de croissance a été construite pour le site sur

base de la datation de séries individuelles d'arbres récoltés. La comparaison de séries temporelles de croissance avec les précipitations a révélé que les croissances annuelles des arbres sont positivement liées aux variations des précipitations, mais à de périodes différentes au cours de l'année : première période de pluies (avril à mai) corrélée à la croissance de *M. excelsa* et la seconde période de pluies (septembre à octobre) à celle de *P. elata*. Dans le contexte actuel d'aménagement durable des forêts, il serait très indiqué de réaliser les études de ce genre sur d'autres espèces pour mieux comprendre la réponse des écosystèmes forestiers aux possibles modifications climatiques.

Mots clés : *Milicia excelsa*, *Pericopsis elata*, dendrochronologie, Système d'Information Géographique (SIG), Forêts tropicales semi-décidues

Abstract

Due to its ability to provide rapid growth variations over the life of the tree, Dendrochronology is recognized as an important and effective tool to assess the link between growth and climate. In this study, response of two tropical species from tropical forest, *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg and *Pericopsis elata* (Harms) Meeuwen, to rainfall variations was analyzed. Wood sample preparation as well as ring measurement were carried out following a particular approach based on the use of GIS tools (Geographic Information System). The species-site chronology was constructed from the cross-dated individual

growth-ring series. The comparison of this chronology with time-series of local precipitations revealed that annual growth-ring is positively related to precipitation during the rainy season but at different months: precipitation during the early rainy season (april to may) associated to the growing for *M. excelsa* and precipitations at the end of the rainy season (september to october) for *P. elata*. In the current context of sustainable forests management, it would be highly recommended to develop such studies on other species in order to better understand the response of forest ecosystems to possible climate change.

Keywords : *Milicia excelsa*, *Pericopsis elata*, dendrochronology, Geographic Information System (GIS), Semi-deciduous tropical forest

1. Introduction

En Afrique Centrale, l'un des grands défis scientifiques est tout d'abord de fournir les informations précises

relatives à la croissance des espèces sur une période assez longue qui puisse permettre de les analyser avec les séries climatiques. En effet, la plupart des

données d'accroissement actuellement utilisées au sein des administrations forestières en Afrique Centrale sont issues des mesures répétées des arbres dans des dispositifs permanents sur des périodes de moins de 30 ans (Picard et Gourlet-fleury, 2008). Les essais d'analyses de relation « croissance-climat » à partir des données de dispositif permanent ou même des modèles statistiques ont fourni peu de résultats utiles et significatifs en raison du manque de données annuelles sur une période aussi longue que les données climatiques (Couralet et al., 2010).

La dendrochronologie est aujourd'hui présentée comme une alternative efficace aux méthodes classiques de mesure de suivi de la croissance des arbres. L'un des principaux avantages de la dendrochronologie est la capacité de fournir de manière rapide le taux de croissance et leurs variations sur toute la durée de la vie de l'arbre (Mariaux, 1967; Catinot, 1970 ; Worbes, 1995; Détienne et Mariaux, 1997; Détienne et al., 1998). Les potentialités de cette discipline ont été largement utilisées en zones tempérées et boréales et ont conduit à des applications dans divers domaines tels que la climatologie, la géologie, l'écologie, l'anthropologie. (Lebourgeois, 2010). Par contre, en régions tropicales, l'évolution de la dendrochronologie a cependant été lente notamment suite à une opinion très répandue affirmant qu'il n'y avait pas de variabilité saisonnière, capables d'imprimer dans le bois des cernes dénombrables (Catinot, 1970 ; Détienne et al., 1998; Hayden, 2008). Les premiers résultats de recherche de Catinot (1970) ont particulièrement contribué à poser les bases d'analyses de cernes sur les arbres de la forêt tropicale africaine. Ces dernières décennies, la plupart d'études ont beaucoup plus insisté sur l'intérêt de la dendrochronologie à améliorer les connaissances de croissance diamétrale des arbres tropicaux, la productivité annuelle de la biomasse ainsi que les analyses de relation cerne-climat (dendroclimatologie) (Brienen et Zuidema, 2005; Trouet et al., 2006; Schongart et al., 2006; Couralet et al., 2010; De Rider et al., 2010 ; Worbes et Raschke, 2012; Mbow et al., 2013; De Ridder et al., 2013; Groenendijk et al., 2014; De Ridder et al., 2014). Vu la diversité des écosystèmes tropicaux, les défis sont encore énormes et le potentiel dendrochronologique de la majorité d'essences reste à déterminer (Worbes, 2002).

Face aux problèmes actuels des changements climatiques aggravés par la déforestation, l'application de la dendroclimatologie est pressentie comme une

voie de réponse aux préoccupations majeures liées à l'état et à la dynamique des écosystèmes tropicaux du Bassin du Congo. Il est question de connaître comment les différents types de forêts se développent sous les contraintes de paramètres climatiques (température, précipitations, humidité, etc.) et éventuellement d'affiner ainsi les connaissances sur l'autoécologie des espèces. Dans le cadre du processus REDD (Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation), en particulier dans le processus de suivi de stockage de carbone, la connaissance de la dynamique forestière fournirait des informations essentielles à la prise de décisions (Mayaux et al., 2013). L'analyse de la réponse des forêts au climat et à ses variations dans le temps et dans l'espace s'avère en outre utile en raison de la nécessité croissante de prévoir les conséquences des changements climatiques.

Le présent travail analyse la relation entre la croissance des arbres tropicaux et les variations climatiques (les précipitations en particulier) dans les forêts tropicales semi-décidues du Nord-Est de la République Démocratique du Congo (RDC). Ces analyses ont essentiellement porté sur les cernes de deux espèces tropicales : *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg (Iroko) et *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Afromosia). L'objectif de cette étude est de décrire la dynamique de la croissance à travers une chronologie des séries des largeurs de cernes et de connaître comment les rythmes de croissance de ces espèces réagissent-ils face aux variations de précipitations. Deux principales questions de recherche sont abordées dans cette étude, à savoir: les variations de précipitations influent de la même manière sur les rythmes de croissance saisonnière des espèces héliophiles? La synchronisation de séries temporelles de cerne et celles de précipitations confirme-t-elle les caractères annuels de cernes de ces espèces ?

2. Matériel et Méthodes

2.1. Espèces en étude

M. excelsa (Welw.) C.C. Berg (Moraceae) et *P. elata* (Harms) Meeuwen (Fabaceae/Caesalpinioideae) sont comptés parmi les essences commerciales de forêts africaines, appréciées pour la qualité de leurs bois. Les questions d'écologie de ces espèces ont été largement abordées en Afrique Occidentale et Centrale. Les deux espèces ont été presque partout décrites comme des espèces héliophiles, nécessitant

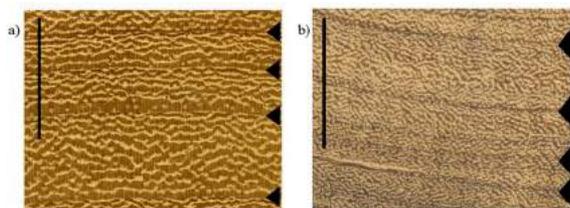


Figure 1 : Illustration de limites de cernes sur l'image de la section transversale de la rondelle : a) *Milicia excelsa* (2500 dpi, barre d'échelle= 5 mm) et b) *Pericopsis elata* (1600 dpi, barre d'échelle=5 mm). Les flèches indiquent les limites de cernes

un ensoleillement dans une certaine mesure pour leur croissance, à différents stades de développement. L'espèce *M. excelsa* (Iroko) est largement distribuée dans l'ensemble des forêts tropicales d'Afrique Occidentale, Centrale, Australe (Bizoux et al., 2009; Ouinsavi et Sokpon, 2010; Daïnou et al., 2012; Onefeli et Agwu, 2015 ; Fayolle et al., 2015). Par contre, *P. elata* (Assamela/Afrormosia) est une espèce grégaire avec une aire de distribution limitée aux forêts denses humides semi-caducifoliées s'étendant de la Côte d'Ivoire à la RD Congo (Boyemba, 2011; Bourlands et al., 2012). A cause de la surexploitation dans certains pays, *M. excelsa* et *P. elata* figurent à ce jour parmi les espèces menacées d'extinction (liste rouge des essences ligneuses de l'UICN et/ou CITES) (Abensperg-Traun, 2009). Si l'importance économique de bois de ces deux espèces a retenu l'attention scientifique de plusieurs chercheurs, les données décrivant la nature et la périodicité de cernes n'ont fait l'objet que de quelques rares études en Afrique et/ou dans le Bassin du Congo (Détienne, 1976 ; Normand et Paquis, 1976 ; De Ridder et al., 2014). Plus récemment, quelques travaux réalisés en préparation de la présente étude ont tenté d'apporter quelques contributions sur la description des cernes de ces deux espèces en étude, tel qu'illustré sur la figure 1 (Ilunga et al., 2017a; 2017b).

2.2. Site d'échantillonnage

La collecte des échantillons a été réalisée, entre juin et décembre 2014, au sein de la concession 046/11 de la Compagnie Forestière et de Transformation (CFT) située au Sud de la ville de la Kisangani, entre les latitudes 0°30' Nord et 0°10' Sud et les longitudes 25°00' Ouest et 25°35' Est (figure 2b). Cette concession comprend un massif forestier recelant une grande diversité de formations végétales, parmi lesquelles on peut citer les forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (Limballi), les forêts à forte abondance de *Brachystegia laurentii*

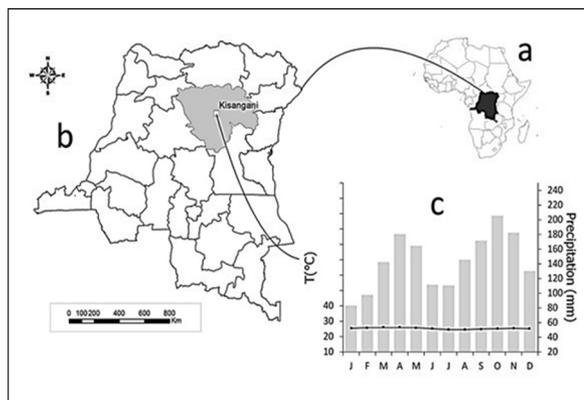


Figure 2 : Localisation du site d'étude en Afrique (a) et en RDC (b). Le diagramme climatique (c) a été construit à partir des données météorologiques de l'aéroport de Kisangani pour la période de 1976-2005 (Source : Kahindo, 2011).

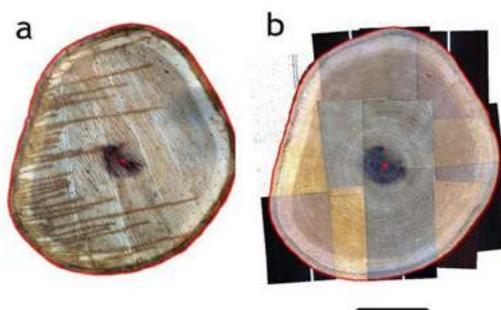


Figure 3: Principales phases de préparation des échantillons de bois illustrée sur une rondelle de *M. excelsa* : (a) Ortho-image de la rondelle fraîche construite à partir des photos avec les points de calage (trous) ; (b) Mosaïque des scans issue du géoréférencement des scans sur l'ortho-image (échelle :400 mm).

(De Wild.) Louis ex Hoyle (Bomanga) et de jeunes formations caractérisées par des essences telles que *Khaya anthothea* (Welw.) C. D (Acajou d'Afrique), *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague (Sapeli), *Pericopsis elata* (Afrormosia/Assamela) ou *Milicia excelsa* (Iroko) (FRM, 2008). Le relief de la zone d'étude est relativement plat et correspond à la morphologie générale du Bassin versant du fleuve Congo, dominé par un réseau hydrographique très diffus qui donne naissance à de nombreux terrains hydromorphes. De par sa position géographique, la concession 46/11 se situe dans une zone dominée par un climat de type Af de Koppen, où il pleut pratiquement tous les mois de l'année (± 1700 mm par an). Une très légère baisse des précipitations est cependant observée en deux périodes sèches (entre janvier-février, puis juin-juillet), mais il n'existe pas de saison sèche proprement dite si l'on se réfère au

Tableau 1 : Principaux paramètres statistiques calculés sur les séries temporelles

Paramètre statistique	Définition	Réf. (*)
Largeur moyenne de cernes (LC)	Somme de toutes les épaisseurs de cernes d'une chronologie divisée par le nombre total de cernes. Classiquement, on associe à cette valeur moyenne les mesures de dispersion : Ecart-type (ET) et le coefficient de variation (CV).	(1)
Sensitivité moyenne (MSb)	Calculé selon l'équation de Biondi et de Qeadan (2008), ce paramètre donne le pourcentage moyen de variation de largeur entre deux cernes consécutifs. Elle exprime l'ampleur des changements affectant à court-terme la largeur de cernes et sa valeur oscille entre 0, pour deux cernes successifs égaux, à 2 lorsque l'épaisseur de l'un d'entre eux est nulle.	(1), (2), (3)
Autocorrélation d'ordre 1 (Ar)	Elle correspond à un coefficient de corrélation de la régression linéaire simple entre la série de largeur de cerne d'un arbre donné et cette même série décalée d'une année. Le coefficient Ar estime donc l'interdépendance entre deux séries successives de la même série chronologie, c'est-à-dire l'effet de la persistance liée aux conditions conduisant à l'élaboration du cerne de l'année (t-1) sur la mise en place du cerne de l'année suivante (t).	(1), (3)
Expressed population signal (EPS)	EPS quantifie la force relative du signal commun (ri) par rapport au signal total (signal commun et bruit). Ce ratio oscille entre la valeur de ri et 1, où valeur 1 traduit un bruit nul et une estimation « parfaite » du signal commun à tous les arbres de la population échantillonnée. Bref, La valeur d'EPS est d'autant plus élevée que le signal contenu dans les séries d'indices de croissance est homogène	(1), (4)

(*) : les références mentionnés dans le tableau correspondent respectivement à (1) Lebourgeois et Merian, 2012 ; (2) Biondi et Qeadan (2008) ; (3) Mérian, 2013 et (4) Wigley et al.(1984).

diagramme climatique de la région (Boyemba, 2011 ; Kahindo, 2011 ; Mbayu, 2017) (voir figure 2c). Selon les données climatiques de la ville de Kisangani (Kahindo, 2011), la température moyenne annuelle oscille autour de 25°C, avec de faibles amplitudes.

2.3. Préparation des échantillons de bois et mesures de cernes

Au total 16 rondelles, dont 11 pour *M. excelsa* et 5 pour *P. elata*, ont été prélevées sur des arbres abattus au sein des blocs sous exploitation en 2014. Les échantillons collectés ont été préparés suivant l'approche d'analyses de cernes qui combine les principes de photographie, les outils SIG et les images haute-résolution issues du scannage de la section transversale des disques (Latte et al., 2015). La première étape de la préparation a consisté à prendre des photos de la surface des disques de tige avec un appareil photo. Ces photos ont ensuite été assemblées, à l'aide du logiciel Photoscan v1.0 (Agisoft, Carshalton, UK), pour générer l'ortho-image de la rondelle fraîche (figure 3a). Puis, les disques ont été séchés à l'air libre (pendant 72 heures, température de l'air ambiant autour de 25°C) et poncés en utilisant de papiers abrasifs de différents grains. Les sections transversales de disques poncés ont été scannées à une résolution moyenne de 1600 dpi. Le géoréférencement des scans sur l'ortho-image

a permis de produire une mosaïque d'images (figure 3b) correspondant à la section transversale entière du disque poncé. Suivant ces différentes phases de préparation, les dimensions réelles de la rondelle fraîche sont ainsi intégrées sur la mosaïque des scans où la visibilité des cernes est particulièrement améliorée.

Sur la mosaïque de scans (figure 3b), les limites de cernes ont été matérialisées par des points (un point par cerne) à l'aide des outils d'édition disponibles dans ArcMap. Pour chaque disque, trois à quatre rayons ont été pris en compte pour le calcul des largeurs des cernes. Le long des rayons considérés, le calcul des largeurs des cernes a été réalisé automatiquement de la moelle à l'écorce, en suivant une direction perpendiculaire aux cernes, sous l'interface de ArcMap (cf. fonction «point distance» dans ArcToolbox, Esri ArcGis 10.3) (Ilunga et al., 2017a ; Ilunga et al., 2017b). Ces mesures ont été effectuées avec une précision d'ordre supérieure au centième de millimètre (soit 1/100000 mm). Toutes les séries des largeurs des cernes obtenues ont été stockées sous forme de tables dans des géodatabases.

Une fois les séries de largeurs de cernes produites, il a été question d'attribuer à chaque cerne, son année de formation connaissant l'année d'abattage (ici, 2014) de l'arbre. Cette opération, appelée « interdatation »,

n'a pas été aisée à cause de problèmes d'anomalies des cernes. On note les cas des cernes nuls (wedging rings) ou encore des cernes manquants (Ilunga et al., 2017a ; De Ridder et al., 2014). Dans la plupart de cas, les cernes nuls ont particulièrement engendré un décalage de séries élémentaires issues d'un même arbre. Un contrôle visuel était obligatoirement nécessaire pour corriger les différences des cernes entre séries et ce pour aboutir à un calage parfait des séries de croissance dans le temps. L'inspection visuelle de données a été rendue possible en plaçant les séries élémentaires sous de graphiques présentant les largeurs de cernes en logarithme en fonction du temps. Par la suite, les séries élémentaires ont été moyennées afin d'obtenir la série individuelle caractérisant l'arbre échantillonné. Il convient de signaler que lorsque les différences entre les séries élémentaires étaient trop importantes pour être moyennées, la série la plus longue était considérée comme représentative de l'arbre échantillonné. En perspective d'analyses climatiques, les séries individuelles de largeur de cernes ont été standardisées pour produire des séries d'indices de croissance où seul le signal climatique est conservé (Fritts et Dean, 1992 ; Lebourgeois and Merian, 2012). Cette standardisation a été effectuée suivant l'approche de division (Cook et Peters, 1981). Finalement, deux courbes moyennes de chronologie ont été construites en considérant respectivement les séries individuelles brutes et celles standardisées. Quelques statistiques dendrochronologiques de base qui ont été calculés sont repris dans le tableau 1.

2.4. Analyse de la relation cerne-climat

L'analyse de relation cerne-climat a consisté en une série de corrélations de Pearson entre la chronologie maîtresse de croissance (courbe standardisée) et les précipitations (mensuelles, saisonnières et années) pour une période commune de 100 ans (soit de 1910-2010). Les saisons ont été particulièrement définies par rapport aux fluctuations de niveaux de précipitations. Les données de précipitations ont été extraites à partir du site KNMI Climate Explorer (<http://climexp.knmi.nl/start.cgi>), une base internationale des données climatiques, exploitée dans le cadre de nombreuses études récentes (Mazza et al., 2014 ; De Ridder et al., 2014 ; Feteke et al., 2016). Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2012) en utilisant les extensions (ou packages) dédiées à la dendrochronologie (Bunn, 2008 ; Bunn, 2010 ; Campelo et al., 2012 ; Zang et Biondi, 2015) ainsi que les scripts développés sous l'application DENDRO (Merian, 2012).

3. Résultats

3.1. Statistiques de chronologies de croissance de deux espèces

La courbe chronologique de croissance de *M. excelsa*, établie à partir d'un échantillon de 11 arbres de diamètre moyen de 90 cm, couvre une période maximale de 129 ans (1885-2014) (figure 4). En ce qui concerne *P. elata*, la chronologie de croissance construite s'étend de 1885 à 2014, couvrant une période maximale de 116 ans, commune à l'ensemble de 5 arbres échantillonnés (figure 4). Les paramètres statistiques décrivant les chronologies construites et les séries temporelles utilisées sont présentées dans le tableau 2. La largeur moyenne de cerne estimée pour *M. excelsa* est de 3,75 mm avec une variabilité plus ou moins forte (Ecart-type de 0,90). Visuellement, la courbe sur la figure 4a indique une croissance soutenue au premier stade de développement qui tend à diminuer avec l'âge (lire la courbe dans le sens inverse de 1885 à 2014). Une forte variabilité est ainsi observée dans la largeur de cernes. Le coefficient d'autocorrélation (Ar) calculé sur la série chronologie brute donne une valeur moyenne égale à 0,57. Cette valeur indique, dans l'ensemble, un faible effet de persistance, c'est-à-dire, la largeur de cerne à l'année t dépend moins de celles des années précédentes ($t-n$). La valeur moyenne de la sensibilité de la même chronologie des séries brutes est de 0,43 (inférieur à 1), indique que la largeur de cerne varie considérablement d'une année à l'autre et s'explique par la variabilité des largeurs des cernes de *M. excelsa* comme décrit ci-haut. Le paramètre EPS « Expressed Population Signal » de la courbe standardisée (figure 4b et 4e) a été estimée à 0,63 (valeur inférieure au seuil de 0,85), ce qui correspond à un signal commun moyen.

Les largeurs de cernes oscillent autour de la valeur moyenne de 2,25 mm avec un écartype de 0,25 mm pour les séries temporelles brutes de *P. elata*. Pour l'ensemble de 5 arbres échantillonnés, une faible variabilité des largeurs de cerne a été observée (figure 4b). Comparée à *M. excelsa*, la valeur de la sensibilité moyenne obtenue (0,38) est faible et explique que la largeur de cernes varie peu d'une année à l'autre. Le calcul sur la chronologie a donné une valeur légèrement élevée du coefficient d'autocorrélation (0,62), cela traduit un effet de persistance du signal environnemental d'une année à la suivante dans l'élaboration du cerne. Enfin, l'estimation du paramètre EPS a indiqué un signal commun faible 0,52 pour les arbres de *P. elata*.

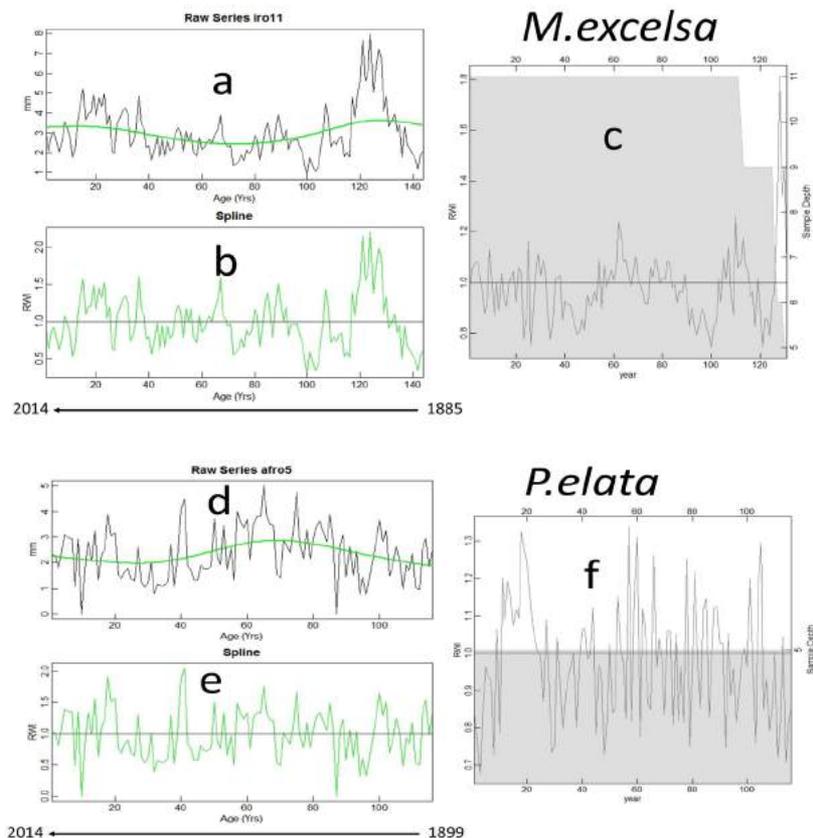


Figure 4 : Courbes chronologiques de croissance de *M. excelsa* et *P. elata*: (a-d) Série brute de largeurs de cerne (Raw, mm) avec la courbe représentant l’ajustement d’une spline (Cook et Peters, 1981) utilisée pour la standardisation ; (b-e) Série chronologique standardisée avec les indices de croissance (RWI) obtenus par division, pour chaque année, de la largeur de cerne brute par la valeur de la spline cubique avec la barre indiquant la valeur moyenne ; (c-f) Nombre d’échantillons (Sample depth) inclus dans la chronologie à travers le temps

3.2. Réponses des croissances des arbres aux précipitations

La série d’analyses de corrélation réalisée entre les indices de croissance (chronologie bootstrapped) et les précipitations sur la période de 1910 à 2010, a permis de générer le graphique (figure 5) qui laisse apparaître les valeurs de coefficients de Pearson (r) pour les variations mensuelles, saisonnières et annuelles de précipitations. A l’échelle de notre zone d’étude, les résultats ont révélé qu’il n’y a pas de corrélation significative entre les chronologies de croissance de deux espèces (*M. excelsa* et *P. elata*) et le total annuel de précipitations, ce qui indique que les rythmes de croissance de ces espèces ne sont pas contrôlés à long terme par ce paramètre climatique. Il en est de même, en considérant les précipitations mensuelles de janvier à décembre pour la période de 1910 à 2010. Le seuil de corrélation

acceptable (95%) n’ayant pas été atteint, il est à ce stade difficile d’expliquer le lien qui existe entre les niveaux de précipitations et les indices de croissance annuels obtenus (figure 4b-e).

La chronologie de croissance de *M. excelsa* a été négativement corrélée avec les précipitations de mois de janvier, mars, juin et octobre et des valeurs de r positifs pour le reste des mois. Une tendance différente a été cependant observée pour *P. elata* : des corrélations positives ont été observées entre la croissance des arbres de cette espèce et les précipitations pour les mois de février, septembre, octobre et novembre. Des tendances contraires ont été observées pour le reste de mois. Par ailleurs, en analysant les deux périodes de pics de précipitations observés habituellement au cours de l’année (cf. figure 2c), il apparaît une corrélation significative au seuil de 95% entre la somme de

Tableau 2 : Caractéristiques statistiques générales de chronologies et séries de *M.excelsa* et de *P. elata* dans les forêts semi-caducifoliées de la région de Kisangani (Nord-Est de la RD Congo)

Caractéristiques générales	Espèce	
	<i>M. excelsa</i>	<i>P. elata</i>
Nombre d'arbres échantillonnés (N)	11	5
Diamètre moyen (cm, ±Ec)	90±10	86±10
Période maximale (an)	1885-2014	1889-2014
Largeur moyenne de cernes (LC) (mm, ±Ec)	3,75±0,90	2,25±0,25
Sensibilité moyenne (Msb)	0,43	0,38
Autocorrélation d'ordre 1 (Ar)	0,57	0,62
Expressed Population Signal (EPS) *	0,63	0,52

Ec- Ecartype et () - Paramètres statistiques calculés seulement sur la chronologie standardisée*

précipitations de la première vague de pluies (avril-mai) et la chronologie de croissance de *M. excelsa* ($r=0,211$; $p\leq 0,05$). La chronologie de *P. elata* a été plus significativement corrélée à la somme de la seconde vague de précipitations (septembre-octobre-novembre), avec une valeur de $r=0,241$ ($p\leq 0,05$).

4. Discussions

Dans cette étude, les cernes de croissance de *Milicia excelsa* et de *Pericopsis elata* ont été analysés en lien avec les variations climatiques (les précipitations locales en particulier) dans le contexte des forêts semi-décidues du Nord-Est de la République Démocratique du Congo. La particularité de cette étude réside, tout d'abord, dans l'utilisation des outils SIG en phase de préparation des échantillons et mesures des largeurs de cernes. L'expérience de ce travail a montré que l'usage de ces outils facilite les travaux de dendrochronologie. Ensuite, l'analyse de relation cerne-climat a permis de mettre en évidence le rôle des précipitations (première vague de pluies de l'année) dans les rythmes de croissance de *M. excelsa* et de *P. elata*. Les synchronisations observées entre les indices de croissance et les variations saisonnières de précipitations constituent de preuves de plus du caractère annuel de cernes de ces deux espèces.

4.1. Avantages des méthodes de mesure des cernes utilisant les outils SIG

Les travaux sur les analyses de cernes ont la réputation d'être difficile et chronophage. Les techniques et méthodes utilisées en dendrochronologie nécessitent des équipements et de logiciels qui ne sont pas toujours

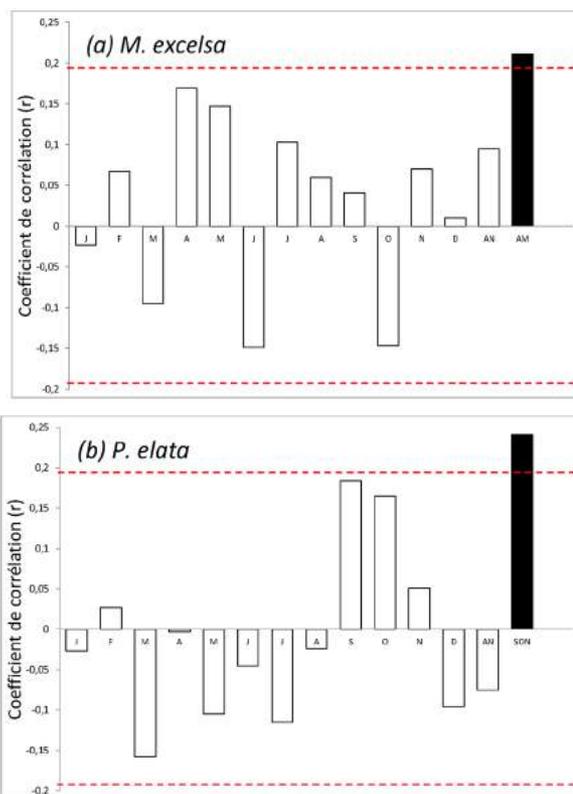


Figure 5 : Corrélation entre les chronologies de croissance de deux espèces (a- *M. excelsa* et b- *P. elata*) et les précipitations locales pour la période de 1910 à 2010. Les lignes rouges en pointillés représentent les seuils de significativité ($P<0.05$)

à la portée des chercheurs évoluant dans ce domaine, et ce à cause des contraintes financières. Pour pallier aux quelques problèmes susmentionnés, l'utilisation des logiciels SIG et de technologies d'imagerie récemment développées a été proposée par plusieurs auteurs (Castro et al., 2016). L'approche utilisée dans le cadre de la présente étude sur l'analyse de cernes de croissance exploite principalement les fonctionnalités fournies par le logiciel SIG (ArcMap), renforcées par le logiciel Photoscan utilisé en photogrammétrie. Comparée aux méthodes et équipements classiques d'analyses de cernes, cette approche présente de nombreux avantages, (Richard, 2012 ; Ilunga et al., 2017b): possibilité de travail sur ordinateur avec une grande liberté (sans les échantillons), facilité de stockage des échantillons de bois (cartographie virtuelle), précision de mesures (1/100000 mm), facilité dans la mise à jour et leur contrôle (modifications des limites de cernes), possibilité d'acquisitions de nombreuses données géométriques

(formes de disque). De plus, la méthode utilisant les outils SIG s'est révélée pratique par rapport à la taille de certaines rondelles utilisées (diamètre ≥ 100 cm). Cette étude constitue l'une des premières à expérimenter l'approche d'analyses basée sur l'utilisation des outils SIG (Système d'information géographique) pour des analyses dendrochronologiques en Afrique Centrale. De ce fait, l'expérience réalisée a permis de tirer quelques leçons qui mériteraient d'être intégrées dans le cadre d'études futures. Tel que mentionnée dans les études menées sur la base de la même méthode, Richard, (2012) et Ilunga et al. (2017b) affirme que la qualité des résultats dépend des performances réalisées en chaque phase de préparation et de traitements des échantillons de bois. La construction des ortho-images et le référencement des scans sont particulièrement les phases les plus délicates qu'il faut réaliser avec beaucoup d'attention.

4.2. Potentiel dendrochronologique des espèces de forêts tropicales

De manière générale, une espèce peut être soumise à l'analyse dendrochronologique si elle possède des cernes bien distincts (visible à l'œil nu ou au microscope), ayant un caractère annuel. Contrairement aux arbres des forêts tempérées et boréales, une large fraction d'espèces de forêts tropicales ne satisfait pas à ces deux conditions (visibilité et annualité de cernes). Les bois d'arbres tropicaux ont la réputation de posséder des cernes à structures anatomiques très complexes et souvent peu indistincts rendant leur délimitation difficile (Jacoby, 1989) dans le processus de datation. En outre, des grandes variabilités sont observées entre et/ou au sein des espèces. Différentes espèces d'arbres poussant dans un même site peuvent avoir des limites de cernes caractérisés par des éléments anatomiques différents (Hayden, 2008). Dans un même site, il peut arriver également que les arbres d'une même espèce laissent apparaître des structures anatomiques différentes au niveau des limites de cernes (Hayden, 2008). A côté de tous les éléments susmentionnés, il existe des anomalies de cernes, notamment les faux cernes, doubles cernes et les cernes nuls ou partiels (wedging rings) (Worbes, 2002 ; Brien et Zuidema, 2005; Wils et al., 2011; Gebrekirstos et al., 2014).

La particularité des cernes des arbres tropicaux tient aussi à leur périodicité qui peut être annuelle, bisannuelle ou irrégulière. En effet, le fonctionnement périodique de l'activité cambiale peut être influencé en régions tropicales, soit par la sécheresse, soit par la défoliation (Worbes, 2002). Dans les études pionnières menées en

Afrique tropicale, Mariaux (1967), Détienné et Mariaux (1975), Detienne (1976), la périodicité de cernes a été souvent prouvée par la méthode des blessures cambiales (fenêtres de Mariaux). A côté de cette technique, d'autres méthodes sont également utilisées pour déterminer la périodicité des cernes ou leur caractère annuel (Worbes, 1995) : Suivi phénologique ; mesures périodiques répétées de diamètre, mesures de l'activité cambiale avec le shigomètre, analyse de la structure anatomique de limites de cernes, comptage des cernes d'arbres d'âge connu, datation au Carbone 14, analyse des séries chronologiques (cross-dating en anglais). Par la dernière technique, la synchronisation des séries entre les arbres d'une ou plusieurs espèces ou entre plusieurs sites constitue souvent une évidence que la formation de cernes suit une périodicité annuelle (calendrier annuel).

Concernant les deux espèces étudiées, les images haute-résolution utilisées (1600 dpi) dans le cadre de ce travail ont laissé apparaître clairement des cernes dont les limites sont formées par les fines bandes de parenchyme marginal (cf. figure 1). Ces dernières constituent l'un de types de structures anatomiques généralement faciles à distinguer, même à l'œil nu, après ponçage des échantillons de bois. Les difficultés rencontrées en phase de datation sont plus liées à la présence des anomalies de cernes, particulièrement la présence de cernes nuls. Heureusement, l'usage des disques plutôt que des carottes ou barreaux (Latte et al., 2015) a permis de détecter un bon nombre de ces anomalies et de corriger les différences de cernes entre les séries élémentaires au sein de certains arbres. En conclusion, les deux espèces, *M. excelsa* et *P. elata*, ont montré un plus ou moins bon potentiel pour le développement des chronologies : les cernes de ces arbres peuvent être datés et exploités dans le cadre des analyses cerne-climat tel que cela a été démontré par d'autres études à notre connaissance (Détienné, 1976; Nzogang, 2009 ; De Ridder et al., 2014).

4.3. Influence de précipitations sur les rythmes de croissance des arbres en forêts tropicales

La dendrochronologie est aujourd'hui reconnue comme un outil important pouvant aider à affiner les connaissances non seulement sur l'autoécologie des espèces, mais aussi sur la dynamique des forêts (dendroécologie). Depuis une vingtaine d'années, il y a plus qu'un regain d'intérêt pour la dendrochronologie en raison de ses applications dans le domaine de climatologie (dendroclimatologie) (Fritts et Swetnam, 1989 ; Fritts et al., 1991; Fritts, 1992 ; Worbes, 2002; Krepkowski et al., 2012; Lebourgeois

et Merian, 2012; Gebrekirstos et al., 2014). En effet, dans le contexte actuel d'instabilité climatique, la compréhension de la réponse des écosystèmes forestiers aux modifications environnementales ainsi que de leur capacité de résilience est devenue un enjeu majeur (Mbow et al., 2013 ; Lebourgeois et al., 2012 ; Larocque, 1996) et l'utilité de la dendrochronologie est particulièrement grande à ce titre.

Basée sur l'analyse des cernes de *M. excelsa* et *P. elata*, cette étude a permis de construire des chronologies de croissance et de les confronter aux séries de précipitations mensuelles, saisonnières et annuelles pour la période de 1910-2010. Bien que les chronologies établies n'ont pas été statistiquement robustes (surtout pour le cas du *P. elata*), les résultats ont néanmoins révélé que la croissance des arbres est influencée par les niveaux des précipitations saisonnières, comme cela a été observé dans de nombreuses études menées en régions tropicales et ailleurs (Worbes, 1999 ; Brien et Zuidema, 2005; Schongart et al., 2005 ; Trouet et al., 2006 ; Therrell et al., 2006 ; Couralet et al., 2010 ; Rozas et Miguel, 2013 ; Gebrekirstos et al., 2014; De Ridder et al., 2014). Comme mentionné plus haut, les précipitations annuelles dans notre zone d'étude oscillent autour de 1700 mm/an avec cependant des variabilités saisonnières plus ou moins considérables (130±50 mm/mois) (Cf. figure 2c). On compte une petite sèche de janvier-février (<100mm) et une saison de pluies de mars à décembre avec des conditions sèches observées entre juin-juillet. Cela donne l'image de quatre périodes importantes au cours de l'année : deux périodes de pluies (mars-juin et août-décembre) et deux périodes sèches (janvier-février et juin-juillet). Le diagramme de corrélation (figure 4) a donné un schéma global de l'influence de fluctuations de précipitations sur la croissance des arbres durant les quatre périodes susmentionnées. Il a en outre révélé que les précipitations peuvent présenter des contrastes importants pouvant probablement susciter de limitations biologiques (arrêt de végétation).

La corrélation positive et significative obtenue ($r=0,211$, $P\leq 0,05$) entre la chronologie de *M. excelsa* et la combinaison de précipitations de mois d'avril-mai pourrait essentiellement s'expliquer par la forte sensibilité de la croissance des cernes aux apports hydriques au début de la saison des pluies (premier pic). En effet, il a été rapporté dans certaines études (Worbes, 1999; Brien et Zuidema, 2005) que le rythme de croissance est plus fort au début de la saison des pluies et diminue plus tard dans la saison. Le ralentissement de la croissance est parfois

dû à la diminution des capacités photosynthétiques des feuilles plus anciennes (Mooney et al., 1981 ; Brien et Zuidema, 2005). Le pic des précipitations au mois d'octobre (deuxième moitié de l'année) semble dépasser le seuil de tolérance de *M. excelsa*, et les effets de cette surabondance pourrait justifier la corrélation négative observée en cette période. Parallèlement aux périodes de pluies, les débuts de conditions sèches (baisse de précipitations) sont marqués par de corrélations négatives, tel qu'observé aux mois de janvier ($r=-0,024$) et Juin ($r=-0,149$). Les mois de février et de juillet qui se situent dans la transition entre les périodes sèches et pluvieuses sont particulièrement caractérisés par une corrélation positive entre la croissance des cernes et les niveaux de précipitations. A ce stade actuel, les explications claires à ces tendances n'ont pas été trouvées par la rareté d'informations détaillées relatives à l'écologie de l'espèce dans la région. Il en est de même pour des schémas observés aux mois de mars et d'octobre. Enfin, pour le mois de décembre, la faible corrélation pourrait s'expliquer par une baisse de croissance aussi indépendante de la quantité des précipitations. Les investigations phénologiques menées dans des conditions de pluviométrie similaire (1550 mm par an) rapportent que l'espèce *M. excelsa* perd les feuilles à la fin de la grande saison de pluies (décembre), ce qui induit un ralentissement de la croissance (Daïnou, 2012).

Contrairement à *M. excelsa*, la croissance de *P. elata* a été significativement corrélée avec les précipitations de la seconde vague de pluies (soit du mois de septembre à novembre). Cette tendance a été également observée par De Ridder et al. (2014) qui a construit la première chronologie de l'espèce *P. elata* dans la même région. Par ailleurs, l'analyse de la réponse des individus de cette espèce aux variations saisonnières de précipitations a permis de dégager des tendances variées (corrélations négatives et positives) qui paraissent difficile à expliquer en l'absence de données phénologiques fiables sur l'espèce. Toutefois, la différence observée entre *M. excelsa* et *P. elata* en termes de réponse aux fluctuations des précipitations n'est pas étonnante, elle pourrait se justifier par les traits physiologiques, fonctionnels ou exigences abiotiques spécifiques à chaque espèce. De plus, quelques études (Brien et Zuidema, 2005 ; Couralet et al., 2010) ont démontré que deux ou plusieurs espèces ayant le même tempérament et évoluant dans les mêmes conditions environnementales, peuvent avoir les mêmes sensibilités aux précipitations mais à de saisons différentes (Brien et Zuidema, 2005 ; Couralet et al., 2010).

5. Conclusion

Cette étude a montré que la dendrochronologie est un outil efficace pour affiner nos connaissances sur la réponse de la croissance des arbres aux facteurs environnementaux tels que le climat. Les chronologies de croissance établies constituent des preuves que les deux espèces peuvent former des cernes annuels dans les conditions de forêts denses semi-caducifoliées. Les résultats de nos analyses ont également permis de mettre en évidence l'influence des précipitations sur les rythmes de croissance des cernes. Dans le contexte actuel d'instabilité environnementale, il est souhaitable d'accroître ce genre d'études et d'utiliser les résultats dans les perspectives de modélisation de la croissance ainsi que de la prédiction des scénarios des effets du climat sur la santé des écosystèmes.

Notre étude suggère particulièrement que, dans l'avenir, des suivis phénologiques et des variations saisonnières de croissance soient menés afin de mieux comprendre et expliquer l'influence des précipitations mensuelles. Il serait également intéressant de mener une étude multi-espèces dans la même région (même contexte écologique) pour détecter, à quel niveau les traits fonctionnels des espèces modulent les réponses au climat. Enfin, il est recommandé d'étudier la réponse au climat au sein d'une même espèce se retrouvant dans des gradients écologiques différents, tout en considérant simultanément les effets d'autres facteurs (sol, altitude, état de perturbations, etc.).

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit de nombreux partenaires qui ont contribué financièrement ou techniquement à cette étude : Global Climate Alliance (GCCA), le projet « Forêt et Changement Climatique au Congo », le Musée Royal de l'Afrique Centrale de Tervuren (MRAC), la société CFT « Compagnie Forestière et de Transformation », le CIFOR « Center for International Forestry Research », l'Université de Kisangani, la Faculté de Gembloux Agro-Biotech (Université de Liège) ainsi que le projet FORETS. Nous remercions particulièrement le Professeur Alphonse Maindo, Directeur de Tropenbos RDC, pour nous avoir fourni un cadre de travail durant la rédaction de cet article.

Bibliographie

Abensperg-Traun, M. (2009). CITES, sustainable use of wild species and incentive-driven conservation

in developing countries, with an emphasis on Southern Africa. *Biol. Conserv.*, 142, pp. 948-963.

Biondi, F. et Qeadan, F. (2008). A Theory-driven approach to tree-ring standardization : Defining the Biological trend from expected basal area increment, *Tree-ring research*, 64, pp. 81–96.

Bizoux, J.P., Dainou, K., Bourland, N., Hardy, O., Heurtz, M., Mahy, G. et Doucet, J. (2009). Spatial genetic structure in *Milicia excelsa* (Moraceae) indicates extensive gene dispersal in a low-density wind-pollinated tropical tree, *Molecular ecology*, 18, pp. 4398–4408. DOI:10.1111/j.1365-294X.2009.04365.x

Bourlands, N., Kouadio, Y.L., Feteke, F., Lejeune, P. et Doucet, J.L. (2012). “Ecology and management of *Pericopsis elata* (Harms) Meeuwen (Fabaceae) populations: a review”. *Base*, vol.4, no.16, pp. 486-498.

Brienen, R.J.W. et Zuidema, P.A. (2005). Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests : a test for six species using tree ring analysis, *Oecologia*, 146, pp. 1-12. DOI:10.1007/s00442-005-0160-y

Brienen, R.J.W. et Zuidema, P.A. (2006). The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species, *Forest Ecology and Management*, 226, pp.256–267. DOI:10.1016/j.foreco.2006.01.038

Boyemba, F. (2011). Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée, *Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique*, pp.26-32.

Bunn, A.G. (2008). A dendrochronology program library in R(dplR), *Dendrochronologia*, 26, pp. 115–124. DOI:10.1016/j.dendro.2008.01.002

Bunn, A.G. (2010). Statistical and visual crossdating in R using the dplR library, *Dendrochronologia*, 28, 251–258. DOI:10.1016/j.dendro.2009.12.001

Campelo, F., García-González, I., Nabais, C. (2012). DetrendR – A Graphical User Interface to process and visualize tree-ring data using R, *Dendrochronologia*, 30, pp. 57–60. DOI:10.1016/j.dendro.2011.01.010

Castro, S.A., Haeger, J.F. et Barbudo, D.J. (2015). A method for tree-ring analysis using Diva-Gis freeware on scanned core images, *Tree-ring research*, Vol. 71(2), 118-129.

- Catinot, R. (1970).** Premières réflexions sur une possibilité d'explication physiologique des rythmes annuels d'accroissement chez les arbres de la forêt tropicale africaine, *Bois et Forêts des Tropiques*, 131, pp. 3–34.
- Cook, E.R. et Peters, K. (1981).** The Smoothing Spline : A New approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies, *Tree-ring Bulletin*, 41, pp. 45–53.
- Couralet, C., Sterck, F.J., Sass-klaassen, U., Van Acker, J. et Beeckman, H. (2010).** Species-specific growth responses to climate variations in understory trees of a Central African Rain Forest, *Biotropica*, pp. 1-9.
- Daïnou, K. (2012).** Structuration de la diversité génétique du genre *Milicia* : taxonomie, phylogéographie, dynamique des populations, *Thèse de doctorat, Université de Liège, Gembloux, Belgique*, 187 p.
- Daïnou, K., Doucet, J., Sinsin, B., Mahy, G. (2012).** Identité et écologie des espèces forestières commerciales d'Afrique centrale : le cas de *Milicia* spp. (synthèse bibliographique). *BASE*, 16, 229–241.
- De Ridder, M., Van Den Bulcke, J., Van Acker, J. et Beeckman, H. (2013).** Forest ecology and management tree-ring analysis of an African long-lived pioneer species as a tool for sustainable forest management, *Forest Ecology and Management*, 304, pp. 417–426. DOI:10.1016/j.foreco.2013.05.007
- De Ridder, M., Toirambe, B., Van Den Bulcke, J., Bourland, N., Van Acker, J. et Beeckman, H. (2014).** Dendrochronological potential in a semi-deciduous rainforest: the case of *Pericopsis elata* in Central Africa, *Forests* 5, 3087–3106. DOI: 10.3390/f5123087
- De Rider, M., Hubau, W., Van Den Bulcke, J., Van Acker, J. et Beckman, H. (2010).** The potential of plantations of *Terminalia superba* Engl. & Diels for wood and biomass production (Mayombe Forest, Democratic Republic of Congo), *Annals of Forest Science*, 67, pp. 1-12. DOI: 10.1051/forest/2010003
- Détienne, P. et Mariaux, A. (1975).** Nature et périodicité des cernes dans le bois de Niangon, *Bois et Forêts des Tropiques*, 159, 29–37.
- Detienne, P. (1976).** Nature et périodicité des cernes dans le bois d'iroko, Rapport, Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, 27 p.
- Détienne, P. et Mariaux, A. (1997).** Nature et périodicité des cernes dans les bois rouges de méliacées africaines, *Bois et Forêts des Tropiques*, 175, pp. 52–61.
- Détienne, P., Oyono, F., Durrieu de Mandron, L., Demarquez, B. et Nasi, R. (1998).** L'analyse de cernes : applications aux études de croissance de quelques essences en peuplements naturels de forêt dense africaine, *CIRAD, série Forafi*, Montpellier, n°15. CD-Rom.
- DIAF/MECNT (2009).** Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo- *Guide opérationnel*, Division d'Inventaire et Aménagement Forestier, Kinshasa, RDC, 52 p.
- Fayolle, A., Ouédraogo, D., Ligot, G., Daïnou, K., Bourland, N., Tekam, P. et Doucet, J.L. (2015).** Differential performance between two timber species in Forest logging gaps and in plantations in Central Africa, *Forests* 6, pp. 380–394. DOI: 10.3390/f6020380
- Feteke, F., Fayolle, A., Dainou, K., Bourland, N., Die, A., Lejeune, P., Doucet, J.L. et Beeckman, H. (2016).** Variations saisonnières de la croissance diamétrique et des phénologies foliaire et reproductive de trois espèces ligneuses commerciales d'Afrique Centrale, *Bois et Forêts des Tropiques*, 330, pp.4-21.
- Fritts, H. et Dean, J.S. (1992).** Dendrochronological modeling of the effects of climatic change on tree-ring width chronologies from the chaco, canyon area, Southwestern United States, *Tree-ring Bulletin*, 52, pp.31-58.
- Fritts, H. et Swetnam, T. (1989).** Dendroecology : A Tool for evaluating variations in past and present forest environments, *Advances in ecological research*, 19, pp. 111–188.
- Fritts, H., Vagonov, E., Sviderskaya, I. et Shashkin, A. (1991).** Climatic variation and tree-ring structure in conifers: empirical and mechanistic models of tree-ring width, number of cells, cell size, cell-wall thickness and wood density, *Climate Research*, 1, 97–116.
- Forest Ressources Management (FRM) (2008).** Plan d'aménagement superficie sous aménagement - Ubundu 2008-2012 / Concession 36/04B, *Rapport de Mission*, Kisangani, RDC, pp.1-80.
- Gebrekirstos, A., Bräuning, A., Sass-Klassen, U. et Mbow, C. (2014).** Opportunities and applications of dendrochronology in Africa, *Current Opinion*

- in *Environmental Sustainability*, 6, pp. 48–53. DOI:10.1016/j.cosust.2013.10.011
- Groenendijk, P., Sass-klaassen, U., Bongers, F. et Zuidema, P. (2014).** Potential of tree-ring analysis in a wet tropical forest : a case study on 22 commercial tree species in Central Africa, *Forest Ecology and Management*, 323, pp. 65–78. DOI:10.1016/j.foreco.2014.03.037
- Hayden, B. (2008).** Annual growth rings in dry tropical forest trees, *Mémoire Master, Concordia University*, Montréal, Canada, 114 p.
- Ilunga, C., Sabongo, P., Komba, J., Ayaya, I. et Ndjéle, L. (2017a).** Growth rings of African timber described by an approach using Gis tools: Case of *Milicia excelsa*, *African Journal of Wood Science and Forestry*, 5, pp. 320-332.
- Ilunga, C., Komba, J., Mbayu, F., Sabongo, P. et Ndjéle, L. (2017b).** Estimation de la croissance d'essences tropicales africaines à travers une méthode basée sur l'utilisation des outils SIG, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 21, pp. 536–546.
- Jacoby G.C. (1989).** Overview of tree ring analysis in tropical regions. Growth rings in tropical trees. *IAWA Bulletin*, 10(2), 99-108.
- Kahindo, J.M. (2011).** Potentiel en produits forestiers autres que le bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas des rotins *Eremospatha haullevilleana* De Wild et *Lacosperma secundiflorum* (P. Beauv.) Kuntze de la Réserve forestière de Yoko (Province Orientale, RDC), *Thèse de doctorat, Université de Kisangani*, Kisangani, DRC, 269 p.
- Krepkowski, J., Bräuning, A. et Gebrekirstos, A. (2012).** Dendrochronologia growth dynamics and potential for cross-dating and multi-century climate reconstruction of *Podocarpus falcatus* in Ethiopia, *Dendrochronologia*, 30, pp. 257–265. DOI:10.1016/j.dendro.2012.01.001
- Larocque, G. (1996).** Importance de différents paramètres climatiques sur la croissance et la formation du bois de pin rouge (*Pinus resinosa* Ait) en Ontario (Canada), *Annals of Science Forestry*, 54, pp. 51–63.
- Lebourgeois, F. (2010).** Principes et méthodes de la dendrochronologie, *Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois (LERFOB)*, Nancy, 94 p.
- Lebourgeois, F. et Merian, P. (2012).** Principes et méthodes de la dendrochronologie, *Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois (LERFOB)*, Nancy, 132 p.
- Lebourgeois, F., Merian, P., Courdier, F., Ladier, J. et Dreyfus, P. (2012).** Réponse au climat et à ses variations au cours du XX^e siècle du sapin pectiné, du hêtre, des pins noir, sylvestre et à crochets en contexte méditerranéen montagnard, *Revue Forestière Française*, 64, pp.107–126.
- Mariaux, A. (1967).** Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. Peuvent-ils révéler l'âge des arbres?, *Bois et Forêts des Tropiques*, 113, pp. 3–14.
- Mayaux, P., Descle, B., Clerici, M., Bodart, C., Lupi, A., Brink, A., Nasi, R. et Belward, A. (2013).** State and evolution of the African rainforests between 1990 and 2010, *Philosophical Transactions of Royal Society*, B368: 20120300 [En ligne] URL: <http://dx.di.org/10.1098/rstb.2012.0300>.
- Mazza, G., Galluci, U., Manetti, M.C. et Urbinati, C. (2014).** Climate-growth relationships of Silver fir (*Abies alba* Mill.) in marginal populations for Central Italy, *Dendrochronologia*, 32, pp. 181-190. [En ligne] URL: <http://dx.di.org/10.1016/j.dendro.2014.04.004>
- Mbayu, F.M. (2017).** Forêt à Marantaceae et son impact sur la régénération de ligneux dans la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo), *Thèse de doctorat, Université de Kisangani*, Kisangani, Belgique, pp.2-10.
- Mbow, C., Chhin, S., Sambou, B., Skole, D. (2013).** Potential of dendrochronology to assess annual rates of biomass productivity in savanna trees of West Africa, *Dendrochronologia*, 31, pp. 41–51. DOI:10.1016/j.dendro.2012.06.001
- Mérian, P. (2012).** Pointer et Dendro : deux applications sous R pour l'analyse de la réponse des arbres au climat par approche dendroécologique [En ligne] URL: <https://sites.google.com/site/pierremerian/rscripts>
- Mooney, H., Field, C., Gulmon, S., Bazzaz, F. (1981).** Photosynthetic capacity in relation to

leaf position in desert versus old-field annuals, *Oecologia (Berl)*, 50, pp. 109–112.

Nzogang, A. (2009). Tropical forest dynamics after logging - natural regeneration and growth of commercial tree species in southeast Cameroon, *Thèse de doctorat, Université d'Albert Ludwigs, Freiburg im Breisgau, Allemagne*, 200 p.

Onefeli, A.O. et Agwu, P.O. (2015). Prospect of *Milicia excelsa* (Welw .) C . Berg for Multi-Tree Species Agroforestry, *South-East European Forestry*, 6, 249–256. [En ligne] URL: <http://dx.doi.org/10.15177/see-for.15-21>

Ouinsavi, C. et Sokpon, N. (2010). Morphological variation and ecological structure of Iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) populations across different biogeographical zones in Benin. *International Journal of Forestry Research*, pp. 1–10. DOI:10.1155/2010/658396

Picard, N. et Gourlet-fleury, S. (2008). Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo, COMIFAC, 258 p. [En ligne] URL: <http://hal.cirad.fr/cirad-00339816>.

Richard, P. (2012). Comparaison de systèmes d'acquisition d'images numériques pour l'analyse des sections transversales d'arbres de forêts denses humides africaines, *Mémoire Master, Université de Liège, Gembloux, Belgique*, 75 p.

Rozas, V. et Miguel, J. (2013). Dendrochronologia Environmental heterogeneity and neighbourhood interference modulate the individual response of *Juniperus thurifera* tree-ring growth to climate, *Dendrochronologia*, 31, pp.105–113. DOI:10.1016/j.dendro.2012.09.001

Schongart, J., Bettina, O., Hennernberg, K.J., Porembski, S. et Worbes, M. (2006). Climate-growth relationship of tropical tree species in West Africa and their potential for climate reconstruction, *Global Change Biology*, 12,

pp.1139-1150 [En ligne] URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2006.01154.x/full>.

Therrell, M., Stahle, D., Lydia, R. et Shugart, H. (2006). Tree-ring reconstructed rainfall variability in Zimbabwe, *Climate Dynamics*, 26, 677–685. DOI: 10.1007/s00382-005-0108-2

Trouet, V., Coppin, P. et Beeckman, H. (2006). Annual growth ring patterns in *Brachystegia spiciformis* reveal influence of Precipitation on tree growth, *Biotropica*, 38, pp. 375–382. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2006.00155.x Annual

Wils, T.H., Sass-Klaassen, U.G., Eshetu, Z., Brauning, A., Gebrekirstos, A., Couralet, C., Robertson, I., Touchan, R., Koprowski, M., Conway, D., Briffa, K.R., Koprowski, M., Conway, D.D., et Beeckman, H. (2011). Dendrochronology in the dry tropics : the Ethiopian case. *Trees*, 25, pp. 345–354. DOI:10.1007/s00468-010-0521-y

Worbes, M. (1995). How to measure growth dynamics in tropical trees? *IAWA Journal*, 16, pp. 337–351.

Worbes, M. (1999). Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela, *Journal of Ecology*, 87, pp.391–403.

Worbes, M. (2002). One hundred years of tree-ring research in the tropics - a brief history and an outlook to future challenges, *Dendrochronologia*, 20, 217–231.

Worbes, M. et Raschke, N. (2012). Dendrochronologia carbon allocation in a Costa Rican dry forest derived from tree ring analysis, *Dendrochronologia* 30, pp. 231–238. DOI:10.1016/j.dendro.2011.11.001

Zang, C. et Biondi, F. (2015). Treeclim : an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships, *Ecography (Cop.)*, 38, pp. 431–436. DOI:10.1111/ecog.01335

Cartographie de la dynamique environnementale sur les parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou au Bénin

Kountangni M.G.¹, Yabi I.^{1,2} et Toko Imorou I.^{1,3}

(1) Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey-Calavi (UAC-Bénin) / e-mail : kountangnim@gmail.com

(2) Laboratoire "Pierre PAGNEY" Climat, Eau, Ecosystème et développement (LACEEDE)

(3) Laboratoire de Cartographie (LaCarto) ; DGAT/FASH /UAC

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.2610516>

Résumé

Les parcours naturels de la Commune de Savalou qui ont fait l'objet de cette étude ont subi de fortes pressions anthropiques. La présente étude vise à cartographier la végétation des parcours naturels et modéliser leur dynamique. Les techniques de la télédétection satellitale notamment l'interprétation et la classification des images Landsat TM de 1995 et Landsat OLI/TIRS de 2015 avec les outils de simulation (Land Change Modeler d'IDRISI Selva) ont permis d'analyser les changements intervenus et de faire des projections à l'horizon 2030. La matrice de transition a été réalisée à l'aide de la fonction Intersect du logiciel ArcGIS 10.1. Les programmes "Pontius Matrix22" et "Intensity Analysis02" ont permis de mesurer l'intensité

et la vitesse de changement des unités d'occupation des terres. Les résultats de la dynamique des parcours naturels ont révélé que les forêts galeries, les forêts claires et savane boisées, les forêts denses, les savanes arborées et arbustives des parcours naturels ont connu une régression de leur superficie qui est respectivement de 4,05 %, 18,34%, 0,23 %, 65,02 % en 1995 et de 2,49 %, 2,12 %, 0,10 %, 52,68 % en 2015. La modélisation prédictive des parcours naturels à l'horizon 2030 a révélé que les savanes arborées et arbustives occuperont 53,39 % de la superficie totale des parcours naturels de la Commune de Savalou si les pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles sont maintenues.

Mots clés : Cartographie, modélisation, parcours naturels, dynamisme de la végétation, Savalou

Abstract

The natural routes of the municipality of Savalou which were the object of this study underwent strong anthropic pressures. This study aims at mapping the vegetation of natural rangelands and modeling their dynamics. Satellite remote sensing techniques, including the interpretation and classification of Landsat TM of 1995 and Landsat OLI / TIRS imagery of 2015 with the Land Change Modeler (IDRISI Selva) simulation tools, made it possible to analyze the changes that occurred and make projections by 2030. The transition matrix was made using the Intersect function of ArcGIS 10.1 software. The "Pontius Matrix22" and "Intensity Analysis02" programs were used to measure

the intensity and speed of change in land-use units. The results of the rangeland dynamics revealed that gallery forests, open forests and savannah woodland, dense forests, treed and shrubby savannah rangelands decreased by 4.05%, 18.34%, 0.23%, 65.02% in 1995 and increased by 2.49%, 2.12%, 0.10%, 52.68% in 2015. Predictive modeling of natural routes by 2030 revealed that tree and shrub savannahs will occupy 53.39% of the total area of natural rangelands of the municipality of Savalou if the current practices of the exploitation of natural resources are maintained.

Keywords : Cartography, modeling, natural routes, dynamism of vegetation, Savalou

1. Introduction

L'élevage et l'agriculture sont les deux principales activités économiques des populations rurales en Afrique Sub-saharienne (RIPIECSA, 2009).

La contribution moyenne de l'élevage au Produit

Intérieur Brut (PIB) agricole régional est de 44% (FAO, 2010). Avec un cheptel bovin de plus de 60 millions de têtes, 160 millions de petits ruminants et 400 millions de têtes de volailles, la région ouest africaine est une aire privilégiée pour l'élevage (CEDEAO, 2009).

L'élevage de gros bétail est un système de production animalière fournissant différents produits indispensables à la santé physique de l'homme tels que : la viande rouge, le lait et le fromage. Au Bénin la part de l'élevage au PIB est estimée à 6,2 % (Houéhanou et al., 2008). Ce système de production a besoin de bons pâturages pour le développement de l'élevage afin de mieux remplir sa fonction d'alimentation des hommes. Les ligneux fourragers jouent un rôle prépondérant dans les bilans fourragers des systèmes d'élevage extensifs, tant est important leur apport en protéines indispensables à l'équilibre alimentaire du cheptel sur pâturage naturel au cours de la saison sèche. La dynamique régressive du fourrage, la raréfaction voire la disparition de certaines espèces fourragères, l'indisponibilité des ressources en eaux, conditionnent la mobilité du cheptel et les ligneux deviennent indispensables surtout durant la saison sèche (Sinsin, 1998). L'élevage de bovins et des petits ruminants dans la Commune de Savalou repose sur les pâturages naturels et les résidus de récolte. Les animaux s'alimentent essentiellement sur les parcours naturels logés dans différents types de formations végétales, qui se trouvent dans les substrats intimement liés au relief de la zone concernée (Toko, 2008). En effet, l'élevage dans la Commune est caractérisé par un système alimentaire de type pastoral, c'est-à-dire l'utilisation exclusive des parcours naturels et de quelques résidus de récolte. L'élevage du bovin est l'apanage des peulhs, un groupe socio-culturel d'éleveurs-pasteurs (Agonyissa et Sinsin, 1998). Les animaux s'alimentent essentiellement sur les parcours naturels, dans différents types de formations végétales (Rivière, 1977). L'existence des pâturages dans les formations végétales naturelles, et les points d'abreuvement le long des cours d'eau sont les facteurs qui entretiennent l'exercice de cette activité (Arouna et al., 2010).

Les travaux de recherche effectués sur les pâturages naturels tropicaux visent dans leur grande majorité à caractériser et à préserver l'écosystème pâturé par la typologie des formations végétales pâturables, l'estimation de leur productivité, leur évolution et la recherche d'innovation susceptibles d'améliorer leur productivité (Toko, 2014).

La surexploitation de ces parcours, l'extension continue des surfaces cultivées et la croissance du cheptel bovin entraînent une régression progressive

de la flore et du potentiel fourrager dont les impacts sur le devenir du couvert végétal de la région méritent d'être investigués de façon approfondie.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Zone d'étude

La Commune de Savalou est située entre 7°36' et 8°8' de latitude nord d'une part ; 1°36' et 2°8' de longitude est d'autre part (figure 1).

2.1.1. Milieu physique

Situé dans une zone de transition entre le climat guinéen et le climat soudanien (Boko, 1988 ; Bokonon-Ganta, 1987 ; Afouda, 1990), le milieu d'étude a un régime pluviométrique à cheval entre la distribution bimodale du sud et la distribution uni modale du nord. La pluviométrie annuelle oscille généralement entre 900 et 1200 mm mais peut atteindre parfois 1500 mm (1555,1 mm en 1999). Comme dans l'ensemble du moyen Bénin, on distingue quatre (4) saisons dans le secteur d'étude (Adam et Boko, 1993 ; Afouda, 1990).

Le site occupé par la Commune de Savalou repose sur du matériel précambrien du vieux socle granito gneissique. Le modèle est une pénélaine avec des dômes isolés appelés inselbergs et de petites chaînes dont l'une s'étend sur près de 20 km donnant à la commune son appellation du « pays de la chaîne des collines ». Les sols, les plus répandus sont les sols ferrugineux tropicaux avec par endroit des étendues de concrétion. On y rencontre aussi des sols hydromorphes et des vertisols. La végétation est composée par endroits de galeries forestières, de forêts claires, de savanes boisées, de savanes arbustives et arborées, des plantations et des mosaïques de cultures et de jachères.

La formation végétale dans la Commune de Savalou est caractérisée par une forêt galerie dominée par les espèces : *Anogeissus leiocarpa*, *Pterocarpus erinaceus* et *Daniellia oliveri*; une forêt claire dominée par les espèces : *Pterocarpus erinaceus*, *Anogeissus leiocarpus*, *Isobertinia doka*. La strate herbacée est la plus souvent composée de *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum* et *Hyparrhenia volucrata* ; une savane boisée dominée par les espèces : *Daniellia oliveri*, *Azelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Burkea africana*. Quant à la strate herbacée, elle comporte les graminées comme *Andropogon tectorum*, *Andropogon gayanus*. Une savane arborée

vivrières dominantes : l'igname (*Dioscorea alata*), le maïs (*Zea mays*), le manioc (*Manihot esculenta*), le niébé (*Vigna unguiculata*) et le riz (*Oriza sativa*) sont la base de l'alimentation des populations de la commune de Savalou. On y produit aussi le coton (*Gossypium hirsutum L.*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le voandzou (*Vigna subterranea*), le soja (*Glycine max*) et les produits maraîchers.

• Elevage

Les principales espèces animales élevées sont les volailles, les caprins, les ovins, les bovins et les porcins. Récemment, les populations ont commencé à s'intéresser à l'élevage non conventionnel notamment la cuniculture et l'aulacodiculture. L'élevage des bovins est animé prioritairement par les peuhls éleveurs qui portent une attention particulière à la santé de leurs bœufs dont environ 93% sont traités.

2.2. Matériel

Le matériel utilisé est composé de :

- GPS (Global Positioning System) pour la géo-localisation et le contrôle-terrain ;
- logiciels Idrisi Selva 17.0 pour le traitement numérique de ces images satellitaires Landsat et la simulation des changements d'occupation et d'utilisation des sols (LULCC) ;
- ArcGIS 10.1 pour les travaux de cartographie et analyses SIG ;
- le tableur Excel pour le traitement des données statistiques.

Les données utilisées au cours de cette étude sont les cartes d'occupation du sol des parcours naturels de la commune de Savalou en 1995 et en 2015 tirées respectivement des :

- Fonds topographiques, IGN au 1/200 000 ; Feuilles d'Abomey de 1992,
- Les images Landsat TM de 1995,
- Les images Landsat OLI/TIRS de 2015,

Ces données ont permis de réaliser les cartes d'occupation du sol du secteur d'étude de 1995 et de 2015.

2.2.1. Traitements des données planimétriques

- Traitement numérique des images satellitaires

*Composition colorée

La composition colorée permet de produire des images en couleur tenant compte de la signature

spectrale des objets. Elle sert avant tout à distinguer les différents objets présents dans les images et ainsi faciliter l'interprétation des images. Dans ce traitement, les bandes 4, 5, 3 de Landsat 7 ETM+ et 5, 4, 3 de Landsat 8 ont été respectivement utilisées.

-Choix des aires d'entraînement

Les aires d'entraînement sont des sites représentatifs des caractéristiques numériques des classes qui permettent de définir les signatures spectrales de chaque unité paysagère. Les aires d'entraînement ont été délimitées loin des zones de transition des pixels mixtes, c'est-à-dire des pixels qui pourraient être classées dans deux classes distinctes. Sur les images, les aires d'entraînement sont tracées au pixel près et, bien dispersées sur l'ensemble du secteur d'étude, représentatives de la diversité de chaque classe d'unité paysagère. Le nombre d'aires d'entraînement sera d'autant plus grand que la classe est homogène. La taille de l'aire d'entraînement doit être supérieure à l'erreur de localisation et inférieure à l'objet à détecter (Kioko et Okello, 2010). Elle peut être estimée de la façon suivante : $A = P(1+2L)$ (Arouna, 2012) ; avec A = la superficie de l'aire d'entraînement; P = dimension du pixel en mètre ; L = précision de la localisation en mètre.

- Classification supervisée par maximum de vraisemblance

Dans la classification supervisée, l'analyste d'image supervise le processus de catégorisation des pixels en spécifiant à l'algorithme informatique des descripteurs numériques de divers types d'occupation du sol présents dans la scène. Ainsi, des échantillons représentatifs des sites connus dans l'occupation du sol (parcelles d'entraînement) ont été utilisés pour établir une caractéristique numérique clé pouvant décrire au mieux les attributs spectraux pour chaque type de classes. Dans ce cas, l'algorithme paramétrique choisi est le maximum de vraisemblance. Au total, six classes communes d'occupation du sol ont été identifiées sur les deux images retenues (celle de 1995 et de 2015). Il s'agit de : Savanes Arborée et Arbustive (SAA), Forêt Claire et Savane Boisée (FCSB), Forêt Galerie (FG), Champs et Jachères (CJ), Forêt Dense (FD), Autres Unités (AU).

2.2.2. Analyse statistique des changements d'état de la végétation des parcours naturels

- Taux moyen annuel d'exploitation spatiale (T)

L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol a été faite à partir du calcul du taux d'extension spatiale moyen annuel. Une des formules appliquées pour mesurer la croissance des agrégats macroéconomiques entre deux périodes données (Bernier, 1992), a été utilisée. La variable considérée ici est la superficie. Ainsi pour S1 et S2 correspondant respectivement aux superficies d'une unité de l'occupation du sol en 1995 et 2015, le taux d'extension spatiale moyen annuel T, est évalué à partir de la formule ci-dessous et adoptée par Oloukoï et al. (2006) et Arouna et al. (2009) cité par Gobi Mohamed (2014).

$$T = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{(t_2 - t_1) \times 100} \quad (\text{Eq. 1})$$

S₁ et S₂ : Superficie d'une unité paysagère à la date t₁ et t₂ respectivement ; t₂ - t₁ : Nombre d'année d'évolution ; ln : Logarithme népérien ; e : Base du logarithme népérien (e = 2,71828).

- Matrice de transition

La matrice de transition permet de mettre en évidence les différentes formes de conversion qu'ont subies les unités paysagères entre deux années (1995 et 2015). Elle est constituée de m lignes et de n colonnes. Le nombre m de lignes de la matrice indique le nombre d'unités paysagères présentes en 1995 tandis que le nombre n de colonnes de la matrice indique le nombre d'unités paysagères converties en 2015. Quant à la diagonale, elle contient les superficies des unités paysagères restées inchangées. Dans cette matrice, les transformations se font des lignes vers les colonnes. Les superficies de ces différentes classes d'unités paysagères sont calculées à partir du croisement des cartes de végétation de 1995 et de 2015 à l'aide de la fonction « Intersect » de l'interface « Arc Toolbox » du logiciel Arc GIS 10.1.

- Taux de conversion

Le taux de conversion d'une classe d'unité d'occupation du sol correspond au degré de transformation subie par cette classe en se convertissant vers d'autres classes (Arouna, 2012) ; C'est donc la quantité de changements observés au niveau d'une unité d'occupation du sol entre 1995 et 2015. Il permettra ainsi de mesurer le degré de conversion d'une unité donnée en d'autres unités d'occupation du sol. Il s'obtiendra à partir de la matrice de transition suivant la formule :

$$T_c = \frac{S_{it} - S_{is}}{S_{it}} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

S_{it} : Superficie de l'unité paysagère i à la date initiale t ;
S_{is} : Superficie de la même unité demeurée stable à la date t₁.

- Programme "Pontius"

Le programmes d'analyse "Pontius Matrix 22" et "Intensity Analysis 02.xlms" de Aldwaik et Pontius (2012) ont permis de mesurer les intensités des changements selon les intervalles de temps, les unités d'occupation du sol et les transitions entre les unités d'occupation du sol. Ce programme s'est basé sur les matrices de transition de 1995-2015 (tableau 2) pour générer deux graphiques montrant lesdites intensités au cours de cette période. Le premier graphique (figure 4) présente les intensités des changements survenus au niveau des catégories. Le deuxième graphique (figure 5) présente les intensités de pertes et de gains par catégorie. A ce niveau, l'état de rapidité des changements est déterminé grâce à la ligne verticale en tireté bleu, appelée ligne de zone uniforme. Si le graphique est à gauche de la ligne où les changements devraient s'arrêter. Si le graphe est à gauche de ligne le changement est dit lent ou dormant; par contre, si le graphe est à droite le changement est dit rapide ou actif.

2.3. Principe de la modélisation prédictive

Il existe plusieurs méthodes et outils de modélisation, parmi les plus utilisées et/ou diffusées : CA_MARKOV sur IDRISI (Eastman, 2009), CLUE-S (Verburg et al., 2002 ; Orekan, 2007 ; Verburg et Overmars, 2009), Dinamica EGO (Soares-Filho et al., 2002, 2006, 2009), Land Change Modeler utilisé sous Arc GIS (Arouna, 2012) et Land Change Modeler disponible sur IDRISI (Vigneau, 2013). Dans le cadre de la présente étude, c'est le Land Change Modeler (LCM) d'IDRISI Selva qui a été utilisé.

- Présentation et fonctionnement du modèle

Le modèle prédictif travaille avec deux cartes d'occupation du sol, une carte actuelle et une carte antérieure. Dans le cas de la présente étude, il s'agit des cartes d'occupation du sol de 1995 et de 2015. Une étude comparative de ces deux dates a permis de déterminer les transitions, quantifier les surfaces concernées par chaque type de transition et localiser ces changements. Les matrices de transition seront utilisées pour déterminer les changements potentiels futurs. Chaque type de transition peut être expliqué par des facteurs connus, quantifiables et cartographiables. Le modèle va ensuite combiner les différents facteurs en leur assignant des poids

plus ou moins forts afin d'expliquer les transitions entre les deux cartes d'occupation du sol fournies au début. Grâce à la mise en relation et la combinaison des facteurs explicatifs et des changements survenus entre les deux cartes d'occupation du sol d'origine, le modèle va réaliser via une méthode statistique des cartes de probabilité des changements. Ces cartes de probabilité correspondent aux transitions retenues. Le nombre de carte de probabilité est fonction du nombre de transition isolé. Ce sont alors les premières cartes fournies par le modèle. Ensuite, le modèle va produire une carte d'occupation du sol prospective pour une date t_n en se basant sur les cartes de probabilité précédemment réalisées. Cette étape réalisée grâce à un automate cellulaire, simule les changements précédemment identifiés et les allouent dans l'espace.

3. Résultats

3.1 Cartographie de la dynamique des parcours naturels

L'évolution des formations végétales des parcours naturels entre 1995 et 2015 a été ensuite évaluée à travers les taux globaux d'évolution, la matrice de transition, les taux de variation et les taux moyens annuels d'expansion spatiale.

3.1.1 Etat des formations végétales des parcours naturels et des mosaïques de champs et jachères en 1995 et en 2015

En 1995, la physionomie de la végétation des parcours naturels était dominée par les savanes arborées et arbustives et les forêts claires et savanes boisées, qui représentaient respectivement 65,02% et 18,34% de la superficie (figure 3, tableau 1). Les forêts galeries, y étaient également rencontrées (4,02%) et étaient présentes le long des cours d'eau importants notamment le zou et Agbado. Par ailleurs, les mosaïques de champs et jachères qui ne sont pas des parcours naturels mais qui sont des aires de pâturage en saison sèche occupaient 11,07% de la superficie.

En 2015, la végétation des parcours naturels du secteur d'étude était dominée par les savanes arborées et arbustives (52,68%). On retrouve également les autres formations végétales (forêt claire et savane boisée, forêt galerie) observés en 1995 (figure 3, tableau 1). De l'analyse du tableau 1, il ressort que les forêts galeries, la forêt dense, la forêt claire et savane boisée, la savane arborée et arbustive ont connu une évolution régressive tandis que les mosaïques de champs et jachères et autres unités ont connu une regression progressive.

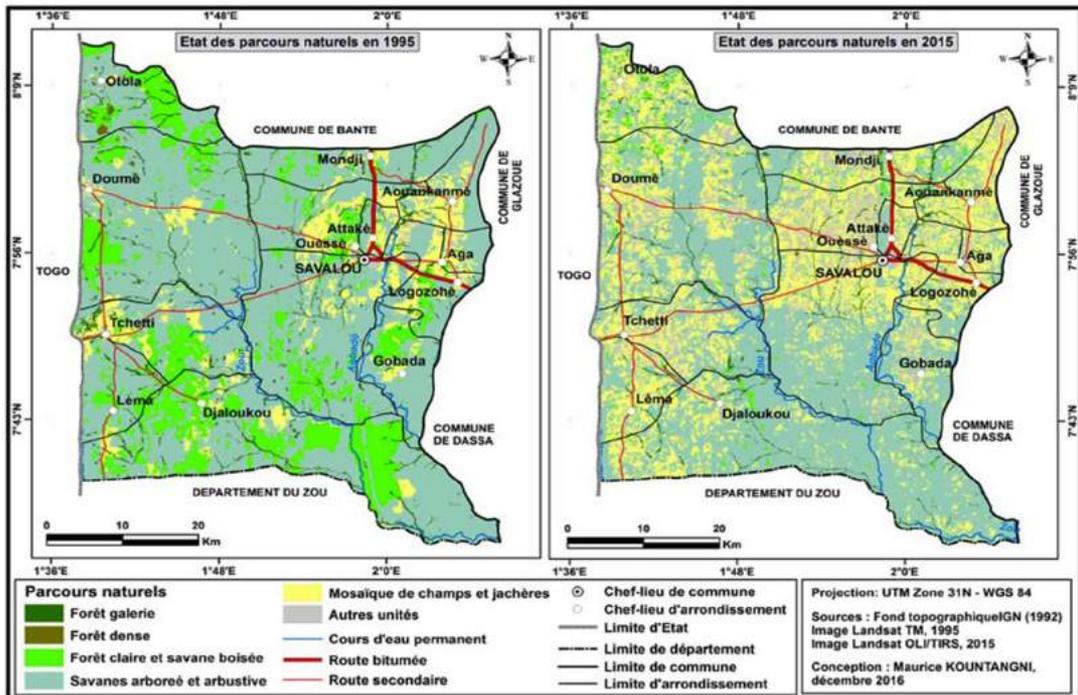


Figure 3 : Unités d'occupation du sol de 1995 et de 2015

Tableau 1: Superficies des unités d'occupation des terres en 1995 et 2015

Unités d'occupation des terres	1995		2015		Bilan (%)
	S (ha)	P (%)	S (ha)	P (%)	
Forêt galerie	10 877	4,05	6 686	2,49	-1,56
Forêt dense	607	0,23	268	0,10	-0,13
Forêt claire et savane boisée	49 233	18,34	5 695	2,12	-16,22
Savanes arborée et arbustive	174 585	65,02	141 454	52,68	-12,34
Mosaïque de champs et jachères	29 728	11,07	91 104	33,93	22,86
Autres unités	3 470	1,29	23 293	8,68	7,38
Total	268 500	100	268 500	100	

S (km²) : Superficies ; P : Proportion en pourcentage (Source : Images Landsat TM, 1995 et OLI/TIRS, 2015)

Tableau 2: Matrice de transition des unités d'occupation des terres entre 1995 et 2015

Unités de 1995	Unités de 2015						Sup. totale en 1995 (ha)
	FG	FD	FCSB	SAA	MCJ	AU	
FG	6 686	0	0	0	4191	0	10 877
FD	0	067	131	141	269	0	607
FCSB	0	105	2 489	28 269	13 471	4 898	49 233
SAA	0	0	3 171	103 735	59 301	8 378	174 585
MCJ	0	0	0	9 309	13 872	6 547	29 728
AU	0	0	0	0	0	3 470	3 470
Sup. totale en 2015 (ha)	6 686	268	5 695	141 454	91 104	23 293	2 685

Légende : FG : Forêt galerie ; FD : Forêt dense ; FCSB : Forêt claire et savane boisée ; SAA : Savanes arborée et arbustive ; MCJ : Mosaïque de champs et jachères ; AU : Autres unités

Sup. totale 1995 : Superficie des unités d'occupation du sol en 1995 ; Sup. totale 2015 : Superficie des autres unités d'occupation du sol en 2015 ; 66,86 : Superficie demeurée stable entre 1995 et 2015

3.1.2 Dynamique des formations végétales des parcours naturels et des mosaïques de champs et jachères entre 1995 et 2015

La dynamique des unités d'occupation du sol des parcours naturels et des mosaïques de champs et jachères de 1995 à 2015 est résumée par la matrice de transition (tableau 2). Dans les cellules des lignes et des colonnes se trouvent respectivement les unités d'occupation du sol de 1995 et de 2015. Les cellules de la diagonale correspondent aux superficies des unités qui sont demeurées stables de 1995 à 2015. Les unités qui sont en dehors de la diagonale représentent les changements des unités d'occupation du sol. L'examen de la matrice de transition (tableau 2) révèle que toutes les unités d'occupation du sol observées en 1995 sont également présentes en 2015. De façon générale, on remarque que les formations naturelles ont subi deux modes probables de conversion : la savanisation et/ou l'anthropisation. Les taux de conversion et les taux moyens annuels d'expansion spatiale (tableau 3) permettent une meilleure

Tableau 3: Taux de conversion Tc et taux moyens annuels d'expansion spatiale (T) des unités d'occupation des terres 1995 à 2015

Unités d'occupation des terres	T (%)	Tc (%)
Forêts galeries	-2,43	38,53
Forêt dense	-4,08	88,97
Forêt claire et savane boisée	-10,78	94,94
Savanes arborées et arbustives	-1,05	40,58
Mosaïque de champ et jachère	5,60	53,34
Autres unités	9,51	0

T : Taux moyen annuel d'expansion spatiale. Il exprime la proportion de chaque unité d'occupation du sol qui change annuellement ;

Tc : Taux de conversion. Il s'agit de la quantité de changements observés au niveau d'une unité d'occupation du sol entre 1995 et 2015.

compréhension des différentes transformations subies par la végétation de 1995 à 2015.

3.1.3. Intensité des changements par unité d'occupation du sol entre 1995 et 2015

La figure 4 présente l'intensité des changements

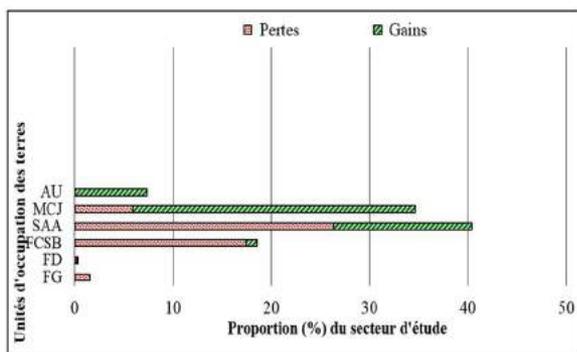


Figure 4 : Intensité des changements opérés par catégorie d'occupation du sol entre 1995 et 2015

intervenues par catégorie d'occupation du sol entre 1995 et 2015.

L'examen de la figure 4 montre que les changements entre les catégories d'occupation du sol se sont opérés dans la zone d'étude de façon différentielle sur le plan spatial. Dans chaque catégorie, des zones de perte, de stabilité et de gain ont été observées et occupent chacune des proportions différentes. Ainsi, les savanes arborées et arbustives sont les catégories d'occupation du sol au niveau desquelles les changements ont été les plus significatifs sur environ 79 % du secteur d'étude avec 26 % de pertes contre 14 % de gains et 39 % de stabilité. Elles sont suivies des mosaïques de champs et jachères sur 40 % du secteur d'étude avec 6 % de pertes contre 29 % de gain et 5 % de stabilité ; Les forêts galeries viennent ensuite avec 2% de perte et 20 % de stabilité ; Les forêts claires et savanes boisées avec 17 % de perte; 1 % de stabilité et 1 % de gain. Les autres unités avec 7 % de gain et 1 % de stabilité. Les forêts denses constituent les catégories d'occupation du sol ayant connu très peu de changement (figure 4).

3.1.4. Intensités et vitesses des changements à l'intérieur de chaque unité d'occupation des terres entre 1995 et 2015

La figure 5 présente les intensités et les vitesses des changements à l'intérieur de chaque catégorie d'occupation du sol entre 1995 et 2015 ; celle-ci montre que toutes les unités d'occupation du sol n'ont pas connu les mêmes changements en termes de perte et de gain. Il y a des unités qui ont connues uniquement de pertes et d'autres uniquement de gain.

La ligne verticale bleue en tirets est le seuil où les changements restent uniformes. Si le graphe est à gauche de la ligne, le changement est dit lent

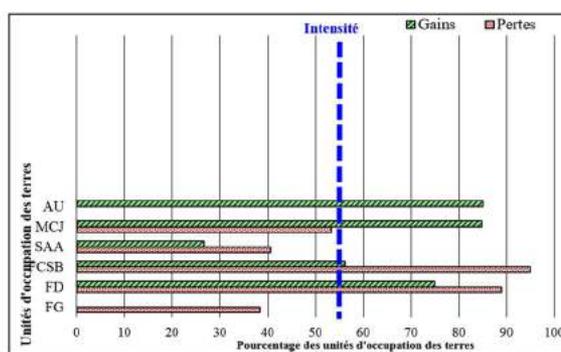


Figure 5 : Intensité et vitesses des changements par catégorie d'occupation du sol entre 1995 et 2015

ou dormant ; par contre, si le graphe est à droite le changement est dit rapide ou actif. Ainsi, les intensités des changements opérés au niveau des différentes unités d'occupation des parcours naturels du secteur d'étude sont en majorité actives ou rapides à l'exception des savanes arborée et arbustive et les forêts galeries qui connaissent un changement dormant.

Entre 1995 et 2015, les parcours naturels de la zone d'étude sont les unités composées des forêts claires et savanes boisées et des forêts denses, qui ont eu la plus grande vitesse de changement avec des pertes de 95 % et 89 % et des gains de 56 % et 75 % ; Viennent ensuite les mosaïques de champs et jachères et autres unités avec 85 % de gains. Par contre, les savanes arborées et arbustives ont connu 41 % de perte et 27 % de gains. Quant à la forêt galerie elle a connu 39% de perte.

3.1.5. Synthèse de la conversion des formations végétales des parcours naturels, des mosaïques de champs et jachères de 1995 à 2015

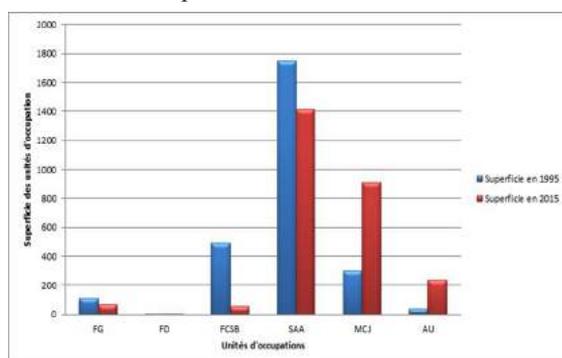
Les formations végétales (galeries forestières, forêts claires et savane boisée, savane arborée et arbustive, forêt dense) des parcours naturels ont connu une diminution de leurs superficies en dehors des mosaïques de champs et jachère ; autres unités qui ont connu une évolution progressive (tableau 1). Une partie des forêts galeries, des forêts claires et savanes boisées, forêt dense s'est transformée en savanes arborées et arbustives et en mosaïques de champs et jachères. Ainsi, les savanes arborées et arbustives sont devenues les formations végétales des parcours naturels ayant la plus grande superficie en 2015. On note néanmoins de façon générale, une diminution des superficies des formations végétales

des parcours naturels qui sont passées de 2 353,01 km² en 1995 à 1 541,03 km² en 2015 au profit des mosaïques de champs et jachères. Cette régression des superficies est surtout le résultat de la pression agropastorale et l'exploitation forestière exercée sur les ressources naturelles dans les Communes de Savalou.

On constate que les régressions ont concerné surtout les forêts galeries, la forêt dense, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive qui sont transformés en mosaïque de champs et jachère et autres unités qui ont connu une évolution progressive.

3.2 Modélisation prédictive de l'évolution des formations végétales des parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou

La prédiction a été faite sur une période de 15 ans soit à l'horizon 2030 en considérant que les pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles



Légende : FG : Forêt Galerie ; FD : Forêt Dense ; FCSB : Forêt Claire et Savane Boisée ; SAA : Savanes Arborée et Arbustive ; MCJ : Mosaïque de Champs et Jachères ; AU : Autres Unités

Figure 6 : Evolution des formations végétales des parcours naturels, des mosaïques de champs et autres unités

Tableau 4 : Superficies des unités d'occupations des parcours naturels en 2030

Unités d'occupation des terres	Superficies (ha)	Proportion (%)
Forêt claire et savane boisée	394	0,14
Forêt dense	105	0,03
Forêt galerie	3 658	1,36
Savanes arborée et arbustive	130 280	48,52
Mosaïque de champs et jachères	109 558	40,80
Autres unités	24 500	9,12
Total	268 500	100

Source : Prédiction des formations végétales des parcours naturels à l'horizon 2030

seront toujours maintenues. Les probabilités de transition établies, déduites des cartes d'occupation du sol de 1995 et de 2015 constituent les bases de cette prédiction (les inputs du modèle). La carte d'occupation du sol de 2030 présente l'évolution probable des différentes unités d'occupation en tenant compte des facteurs de changement.

3.2.1 Tendances évolutives des formations végétales des parcours naturels à l'horizon 2030 dans la Commune de Savalou

Les probabilités de transition déduites à partir des cartes d'occupation du sol de 1995 et de 2015 ont permis d'obtenir l'état probable de l'occupation du sol à l'horizon 2030. L'examen de la figure 7, montre que de façon générale, la physionomie des parcours naturels de la Commune de Savalou, sera probablement dominée par les savanes arborées et arbustives. Plus spécifiquement, les savanes arborées et arbustives seront les unités les plus importantes des parcours naturels à Savalou.

Par ailleurs, les mosaïques de champs et de jachères qui constituent des aires de pâturage en saison sèche connaîtront une extension de leurs superficies au détriment de celles de parcours. Le tableau 4 présente les superficies probables des différentes formations végétales des parcours naturels en 2030. L'examen de la figure 7 et du tableau 4, montre que les formations végétales des parcours naturels à l'horizon 2030 seront probablement constituées par ordre d'importance de savanes arborées et arbustives, la forêt galerie, la forêt claire et savane boisée et la forêt dense. En effet, les savanes arborées et arbustives occuperont 48,52 % des parcours naturels de la Commune. Les galeries forestières couvriront environ 1,36 %. Les forêts claires et savanes boisées représenteront 0,14% de la superficie.

La modélisation prédictive des parcours naturels à l'horizon 2030 à partir des cartes de végétation des parcours naturels de 1995 et 2015 et des probabilités de transition présage d'une relative progression des savanes arborées et arbustives au détriment des formations telles que les forêts claires et savanes boisées et les galeries forestières si les pratiques actuelles d'exploitation des ressources naturelles sont maintenues. D'une manière générale, les formations végétales des parcours naturels dans la Commune de Savalou connaîtront une diminution de leurs superficies au profit des mosaïques de champs et jachères. En effet, les superficies des parcours naturels passeront

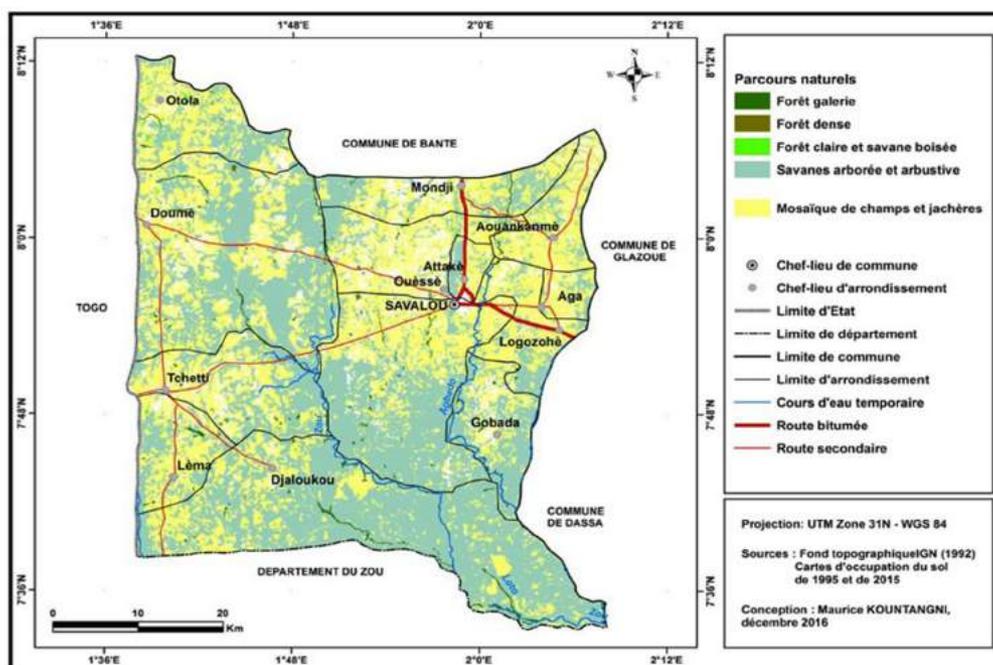


Figure 7: Prédiction de l'occupation des parcours naturels de la Commune de Savalou à l'horizon 2030

de 154 103 ha en 2015 à 134 437 ha en 2030 ; Avec cette tendance, les parcours naturels seront davantage dégradés. Le devenir des parcours naturels dans la Commune constitue une préoccupation majeure à laquelle il est important de trouver des solutions efficaces pour une meilleure gestion des ressources naturelles notamment les ressources pastorales.

4. Discussion

L'approche méthodologique utilisée au cours de cette recherche vient compléter la base de données méthodologique déjà utilisée par plusieurs auteurs sur cette thématique. Cette recherche a permis de réaliser une analyse statistique des dynamiques de changement d'occupation et d'utilisation des parcours naturels de 1995 à 2015 venant ainsi compléter le travail de plusieurs auteurs. Ces analyses visant à quantifier localiser et identifier les processus de transition entraînant un changement d'occupation du sol ont mis en évidence des dynamiques différenciées pour les parcours naturels de la Commune de Savalou. En effet, les résultats de la présente étude ont montré que les forêts galeries ; les forêts claires et savanes boisées ; les forêts denses et les savanes arborées et arbustives des parcours naturels ont connu une régression de leur Superficie qui est passée respectivement de 4,05 % ; 18,34 % ; 0,23% ;

65,02% en 1995 à 2,49% ; 2,12% ; 0,10% ; 52,68% en 2015. Alors que les mosaïques de champs et jachère et autres unités ont connu une évolution progressive de leur superficie qui sont passées respectivement de 11,07 % et 1,29% en 1995 à 33,93 % et 8,68% en 2015.

Plusieurs auteurs sont parvenus à la même conclusion notamment Hountondji (2008), qui a montré que dans les zones soudaniennes et soudano-guinéennes, le taux de diminution moyen annuel de la forêt dense sèche et des galeries forestières est estimé à 2,8 %. Cette tendance régressive élevée de cette classe s'explique principalement par la culture extensive du coton et les assauts saisonniers des éleveurs transhumants dans les forêts denses sèches et les galeries forestières à la recherche des ressources fourragères et de l'eau.

Toko (2014) est parvenu à la même conclusion dans les Communes de Banikoara et Karimama au Bénin, le taux de diminution des galeries forestières et forêts claires et savanes boisées est estimé à 5,98 %. Cette tendance est due à la pression des troupeaux bovins et la culture de coton ; De même, Orékan (2007) est parvenu à une projection future de la dynamique de l'occupation des terres sur la base des simulations par le modèle Dina-CLUE en développant le scénario socio-économique dans la zone de l'Ouémé Supérieur. Les résultats de notre étude confirment en

partie celui de Orékan (2007) car son scénario prévoit une extension des espaces agricoles au détriment des formations végétales naturelles à l'horizon 2025. L'hypothèse selon laquelle les parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou connaissent une évolution régressive du fait des pressions agropastorales et des variabilités climatiques est alors vérifiée.

La modélisation prédictive des parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou à l'horizon 2030 a révélé que la physionomie de ces parcours naturels, sera probablement dominée par les savanes arborées et arbustives. Les forêts galeries ; les forêts claires et savanes boisées et la forêt dense connaîtront une réduction sensible de leur superficie. Le Land Change Modeler d'IDRISI Selva utilisé dans le cadre de la présente étude a abouti à une projection future de la dynamique de parcours naturels sur la base des simulations par le modèle. Considérant que les pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles sont maintenues, la physionomie des parcours naturels dans la Commune de Savalou sera dominée en 2030 par les savanes arborées et arbustives qui occuperont 53,39 % des superficies de ces parcours. Les mêmes constats ont été faits par Lessé (2011) en procédant à une modélisation des parcours naturels à l'aide du modèle CLUE-S dans les terroirs villageois autour du Parc National W et Toko (2014) par le modèle LCM des parcours naturels des Communes de Banikoara et de Karimama. Des résultats similaires ont été obtenus par Arouna (2012), dans la Commune de Djidja au Bénin qui a procédé à une modélisation prédictive de la végétation à l'horizon 2020 à l'aide du modèle Land Change Modeler utilisé sous ArcGIS.

Ainsi, le choix d'un modèle est indispensable pour la prédiction prospective. En définitive, la modélisation prédictive des parcours naturels des troupeaux bovin dans la Commune de Savalou à l'horizon 2030 à partir des cartes de végétation de 1995 et 2015 et des probabilités de transition présage d'une relative progression des savanes arborées et des savanes arbustives au détriment des formations forêts claires et savanes boisées et des forêts galeries et la forêt dense si les pratiques actuelles d'exploitation des ressources naturelles sont toujours maintenues. Cependant, les mosaïques de champs et jachères qui ne font pas partie des parcours naturels mais qui servent d'aires de pâturage en saison sèche avec l'utilisation des résidus

de récolte et les autres unités d'occupations seront les formations anthropiques les plus importantes.

5. Conclusion

L'élevage des troupeaux bovins fait partie du système d'élevage de la zone d'étude et est très important dans les habitudes sociales de chaque acteur impliqué dans la gestion du troupeau bovin. La présente recherche a permis de cartographier les parcours naturels des troupeaux bovins dans la Commune de Savalou. Il s'agissait d'identifier dans un premier temps les changements intervenus dans ces parcours et de faire une projection à l'horizon 2030 en utilisant les cartes d'occupation de 1995 et de 2015. L'analyse cartographique et la modélisation des parcours naturels des troupeaux bovin ont révélé que les formations végétales de la Commune ont connu de profondes modifications physionomiques et floristiques. La cartographie de la dynamique des parcours naturels à partir des images satellitaires a montré que les forêts galeries, les forêts claires et les savanes boisées ont connu une diminution de leur superficie au profit des savanes arborées et arbustives et des mosaïques de champs et jachères.

Le devenir des parcours naturels a été projeté à partir de la modélisation prédictive basée sur des probabilités de transition en considérant que les pratiques actuelles de l'exploitation des ressources naturelles seront maintenues. Selon la base des probabilités de transition, la modélisation prédictive réalisée à l'horizon 2030 présage que les savanes arborées et arbustives occuperont 53,39 % de la superficie totale des parcours naturels de la Commune de Savalou. Par contre, les forêts denses, les forêts galeries, les forêts claires et savanes boisées couvriront respectivement 0,04 %, 1,5 % et 0,16 % des superficies de ces parcours en 2030. La gestion intégrée des territoires passera par la prise en compte simultanée des activités humaines, des processus physiques, biologiques et chimiques et des conflits d'intérêt entre les différents usagers concurrents des ressources naturelles en particulier les éleveurs et les agriculteurs. De nouvelles questions complexes se posent alors aux gestionnaires des territoires et aux décideurs. Des outils d'aide à la décision sont alors incontournables pour effectuer des choix éclairés en matière de gestion des territoires dans le but de simuler les évolutions futures de l'occupation des terres afin d'anticiper la dégradation du couvert végétal naturel.

Bibliographie

- Adam, S.K. et Boko, M. (1993).** Le Bénin, Cotonou, *le Flamboyant*, 93p.
- Afouda, F. (1990).** L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leur relation avec le milieu rural de la savane africaine. *Thèse de Doctorat Nouveau Régime*, Paris IV, Sorbonne, France, 428p.
- Agonyissa, D. et Sinsin, B. (1998).** Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Bénin. *Revue Ele .Méd.Vét.pays trop.* 51(3) : pp. 239-246
- Aldwaik, S.Z. et Pontius, J.R.G. (2012).** Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. *Landscape and Urban Planning*, 106 : pp 103-114.
- Arouna, O. (2012).** Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : Implication pour l'aménagement du territoire. *Thèse de doctorat en Géographie*, UAC, 246 p.
- Arouna, O., Djogbénu, C.P., Sinsin, B. (2009).** Dynamique et caractéristiques phytoécologiques des formations végétales résiduelles dans la Commune de Djidja au Bénin. *Actes du colloque de deuxième colloque des sciences, cultures et technologie de l'Université d' Abomey-Calavi*, pp : 406-421.
- Arouna, O., Toko I., Djogbénu, P.C., Sinsin, B. (2010).** Impact de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol sur la végétation en zone soudano-Guinéenne au Bénin. *Rev. sc. Env. Univ. Lomé (Togo)*, 6, pp. 161-186
- Bernier, B. (1992).** Introduction à la macroéconomie. *Dunod*. Paris, 217 p.
- Bio, Bête, S. (1988).** Gestion de l'espace pastoral dans le Borgou, *thèse de doctorat*, Dakar, 89p.
- Boko, M. (1988).** Climat et communautés rurales au Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement, *thèse de doctorat d'Etat, Dijon*, Université de Bourgogne, 605p.
- Bokonon-Ganta, E.B. (1987).** Les climats de la région du golfe du Bénin (Afrique occidentale), *thèse de doctorat du 3^e cycle, Paris IV, Sorbonne*, 248p+Annexes.
- CEDEAO (2009).** Note adoptée d'orientation pour le développement de l'élevage dans l'espace *CEDEAO*, 6p.
- Eastman, R. (2009).** Idrisi Taiga, Guide to GIS and Image Processing, *manual version 16.02*, Clark University.
- FAO (2010).** Guide d'application au niveau intermédiaire. *Programme d'analyse socio-économique selon le genre* pp 1-120.
- Gobi, Mohamed, A. (2014).** Dynamique de l'occupation du sol et capacité de charge des pâturages naturels autour de la retenue d'hydraulique pastorale de Sakabansi dans l'arrondissement de Nikki. *Mémoire de maîtrise FLASH/DGAT/UAC*, 136p.
- Houéhanou, T.D., Houinato, M., Adadedjan, C., Gbangboche, A.B., Sylvie, M., Hounzangbe, A. et Sinsin, B.A. (2008).** Gestion pastorale et structure des terroirs agricoles dans la périphérie de la Djona (Nord-Est Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2(4): 497-507
- Hountondji, Y.C.H. (2008).** Dynamique environnementale en zones sahéliennes et soudaniennes de l'Afrique de l'ouest. Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal, *Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Liège, Belgique*, 131 p.
- INSAE (2013).** Recensement General de la Population et de l'Habitation (RGPH 4). *Résultats provisoires*, 8 p.
- Kioko, J. et Okello, M.M. (2010).** Land use cover and environmental changes in a semiarid Rangeland, Southern Kenya. *Journal of Geography and Regional Planning*, 3 (11): pp 322-326.
- Léssé, P. (2011).** Analyse de la gestion pastorale et de l'adaptation des éleveurs transhumants face aux variabilités climatiques dans les communes riveraines de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W (Bénin), *Thèse, DEA FSA/UAC*, 102p.
- Monographie de la Commune de Savalou au Bénin (2006).** 82p.
- Orekan, V.O.A. (2007).** Implementation of the local land-use and land-cover change model CLUE-s for Central Benin by using socio-economic and remote sensing data. *Ph.D. Thesis, Bonn University*, 204 p.
- Oloukoi, J., Mama, V.J. et Agbo, F.B. (2006).** Modélisation de la dynamique de l'occupation des

terres dans le Département des Collines au Bénin. *Télédétection* 6 (4), pp 305-323.

Rivière, R. (1977). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. *IMVT*. Rep. Français Min.de la Coop. 525 p.

RIPIECSA (2009). Transhumance et changement climatique: utilisation d'outil d'aide à la décision dans la gestion durable des écosystèmes agropastoraux sahéliens» 31p

Soares-Filho, B.S., Pennachin, C.L. et Cerqueira, G. (2002). DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier, *Ecological Modelling*, 154, (3), pp. 217-235.

Toko, I. (2008). Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la

structure de la végétation le long des topos séquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. *Thèse de Doctorat en Géographie*. Université d'Abomey Calavi. Cotonou. 241 p.

Toko, N. (2014). Cartographie et modélisation de la dynamique des parcours naturels des troupeaux transhumants dans les Communes de BANIKOARA et de KARIMAMA. *Mémoire de DEA /FLASH / UAC*, 101p.

Vigneau, C. (2013). Cartographie et modélisation des changements d'occupation du sol dans le Haut-Videssos 1942-2008. *Mémoire de Master 2*, Université de Toulouse, 75 p.

Verburg, P.H. and Chen, Y.Q. (2000). «Multiscale characterization of land-use patterns in China.» *Ecosystems*, 3, 369-385.

Contribution des organisations de producteurs de champignons comestibles pour assurer la sécurité alimentaire des populations au Cameroun (Cas de la CoopSDEM COOP-CA)

Djomene Y.S.¹, Foudjet E.A.² et Ninkwango T. A.³

(1) CoopSDEM COOP-CA, Yaoundé, Cameroun / e-mail : yanikdjomschoo@yahoo.fr

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

(3) MINADER-Programme d'Appui au le Développement de la Filière Champignon, Obala, Cameroun

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.2610500>

Résumé

Cet article porte sur la contribution des Organisations de Producteurs (OP) de champignons comestibles, pour assurer la sécurité alimentaire des populations au Cameroun. De manière spécifique, il est question d'apprécier le niveau de productivité des myciculteurs enquêtés, d'évaluer leur niveau de production et d'évaluer les parts de marchés obtenues à travers la commercialisation des champignons comestibles de production locale (genre *pleurotus* et genre *termitomyces*), par rapport à la concurrence (champignons comestibles importés). Les données (qualitatives et quantitatives) collectées auprès des enquêtés sont de deux sources. Les données de sources primaires issues des interviews structurées et semi-structurées, et les données de sources secondaires issues des services publics et privés enquêtés tels que : le Programme d'Appui au Développement de la Filière Champignons Comestibles (PADFC) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER), l'Institut National des Statistiques (INS), l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), le Ministère des Finances (MINFI) et le Ministère du Commerce (MINCOMMERCE), de l'internet et de certaines revues spécialisées. Les résultats de l'étude montrent que, 49,8% des myciculteurs enquêtés ont des activités parallèles tels que : le commerce (gros et détail), l'administration public et privé, l'éducation et la santé. Selon les enquêtés, 84% de myciculteurs n'ont pas la possibilité d'accéder au crédit auprès des services financiers formelles (Instituts de Micro finances, Etablissements de Micro finances et Banques commerciales). Les résultats de l'étude montrent également que, seule 15% des commandes

(champignons comestibles du genre *pleurotus* frais et secs) reçu à la CoopSDEM COOP-CA (Société Coopérative avec Conseil d'Administration pour le Développement Durable des Champignons Comestibles) en 2016 ont été satisfaites, à cause de l'insuffisance des moyens de production et de commercialisation des produits et services. Ainsi, les enquêtés suggèrent aux pouvoirs publics à savoir, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural-Programme d'Appui au Développement de la Filière Champignons Comestibles (MINADER-PADFC), le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI), le Ministère des Finances (MINFI) et le Ministère du Commerce (MINCOMMERCE) et aux partenaires au développement, de contribuer d'avantage à renforcer les capacités des acteurs de la filière. A travers d'une part, l'acquisition d'une technologie moderne, l'acquisition du matériel et des équipements sophistiqués pour la production, la transformation, le conditionnement, la conservation et la distribution des champignons comestibles de production locale et de ses semences. D'autres parts, à travers l'élaboration et la mise en œuvre de bonnes stratégies marketing pour une vulgarisation plus accrue de l'importance de la consommation des champignons comestibles de production locale (alimentation, revenu et emploi). Les résultats de l'étude montrent que, en 2016 les importateurs de champignons comestibles ont obtenus 86% des parts de marchés. L'étude n'a pas permis d'avoir les données chiffrées pour ce qui est du ramassage et de la commercialisation des champignons de termitières (*Termitomyces* sp.) dans la zone d'étude.

Mots clés : *Carpophores, Organisations de producteurs, Sécurité alimentaire, Population*

Abstract

This work concerns the contribution of Producer Organizations (PO) of edible mushrooms aiming at insuring food safety of the population within the Cameroonian

territory. Specifically, it concerns the assessment of the level of productivity of the investigated mushrooms producers, to assess their level of production and evaluate their market

shares through the commercialization of local produced edible mushrooms (pleurotus and termitomyces kinds), compared to the competitiveness (imported mushrooms). The data (qualitative and quantitative) collected from the investigated mushrooms producers are from two sources. Primary source data from structured and semi structured interviews, and secondary data from private and public services investigated such as: Support Program of the Development of the Edible Mushrooms Subsector (PADFC) to the Ministry of Agriculture and Rural Development (MINADER), National Institute of Statistics (INS), Food and Agriculture Organization (FAO), Ministry of Finance (MINFI) and Ministry of Trade (MINCOMMERCE), from internet and from specialized magazines. The results of the study show that 49,8% of mushrooms producers have other extra activities as: whole sale and retail trade, work in private and public administration, teaching and health administration, etc. As far as the investigated mushrooms producers are concerned, they don't have access to credits from structures financing services (Micro Finance Institute, Micro Finance Establishment, Commercial Banks, etc.). The results of the study also show that only 15% of edible mushrooms (pleurotus fresh and dry) received at CoopDEM COOP-CA (Cooperative Society with Board of Director

for Sustainable Development of Edible Mushrooms) in 2016 were satisfactory, due to the lack of production and commercialization means. Thus, the investigated mushrooms producers propose to the government such as: Ministry of Agriculture and Rural Development-Support Program of the Development of the Edible Mushroom (MINADER-PADFC), Ministry of Scientific Research and Innovation (MINRESI), Ministry of Finance (MINFI) and Ministry of Trade (MINCOMMERCE) and to development partners to contribute more to the capacity building of the actors of the sector, through on one hand by supplying of modern technology, acquisition of sophisticated equipment for production, processing, conditioning, conservation, distribution of edible mushrooms from local seeds and local production. On the other hand through design and implementation of good marketing strategies for a more accurate vulgarization of the importance of the consumption of local produced edible mushrooms (food, income and employment). The results of the study show that in 2016, the importers of edible mushrooms have got 86% of the markets shares. The study did not allow having figured data concerning the harvesting and the commercialization of termitary mushrooms (*Termitomyces sp.*) in the area of investigation.

Keywords : *Carpophores, producer organizations, food security, Population*

1. Introduction

Dans un monde marqué par la turbulence des marchés, l'Agriculture est de plus en plus perçue comme une source de certitude nouvelle. C'est un moyen pour les populations à la base (Paysans), de renouer avec les valeurs fondamentales (Raoul et al., 2012). Les petits exploitants agropastoraux et les organisations professionnelles (Coopératives, Groupes d'Initiatives Communes et Groupes d'Intérêts Economiques) sont à même de réagir aux nombreuses préoccupations de la société en assurant le lien avec la terre, la culture locale, la sécurité alimentaire, la nutrition, la lutte contre la pauvreté, la création d'emploi, la relance de l'économie et le développement rural (Raoul et al., 2012). Au Cameroun, les organisations professionnelles avec l'appui des programmes et projets du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER) et du Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA), jouent un rôle important. Elles soutiennent les petits exploitants agropastoraux hommes ou femmes et les groupes marginalisés, en créant des emplois ruraux durables, offrent aux petits exploitants agropastoraux des opportunités de marché et de formations

améliorées en gestion des ressources naturelles et un meilleur accès à l'information, aux technologies, aux innovations, ainsi qu'aux services de vulgarisation (Ayissi et al., 2013). Ces actions multiformes ont pour but principal, de faciliter à moyen et à long terme, à toute la population Camerounaise et à tout moment, un accès physique et économique à une alimentation saine, nutritive et suffisante, lui permettant de mener une vie confortable et active (Raoul et al., 2012). Pour affronter ces défis majeurs du secteur rural, que sont la lutte contre la pauvreté et la sécurité alimentaire des populations, l'intégration dans les marchés (local, national, sous régional et international) et la durabilité de ses performances, l'engagement des pouvoirs public et des parties prenantes est ferme.

Fort de ce constat, la CoopSDEM COOP-CA (Société Coopérative avec Conseil d'Administration pour le Développement Durable des Champignons Comestibles) est créé, pour promouvoir le développement durable de la technologie des champignons comestibles et médicinaux sur l'ensemble du territoire Camerounais et au-delà, tout en assurant une haute qualité des produits et services, la rentabilité, le respect de l'environnement et la durabilité. Cette structure de production est en train de mettre sur pied

un grand label Camerounais de champignons sain et de haute qualité. Dans le cadre de la mise en œuvre des missions de cette société coopérative à moyen et à long terme, la recherche constitue une composante très importante, qui vise à développer une capacité de réponse adaptée aux besoins des acteurs par des offres techniques et stratégiques adéquates (sociale, environnementale, économique, etc.). Pour ce faire, la démarche de la CoopSDEM COOP-CA consiste à prendre des mesures suivantes : la sensibilisation et l'information des potentiels acteurs sur les atouts de la filière champignon ; la production, la collecte, le conditionnement et la distribution des produits (semences et champignons comestibles). Il s'agit également de : l'approvisionnement et la distribution des intrants, le développement des capacités des acteurs, le montage, la réalisation, le suivi et l'évaluation des projets de culture de champignons; la recherche et le développement des technologies durables pour la production et la transformation des champignons comestibles ; l'éducation des membres et du grand public à la santé et à l'environnement.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Zone d'étude

Les données qualitatives et quantitatives liées à la production, à la transformation, au conditionnement et à la distribution des champignons comestibles pleurotus, produits au Cameroun, sont collectées dans quatre des dix régions que compte le Cameroun. Il s'agit des régions du Centre, du Littoral, du Nord-ouest et de l'Ouest. En effet, les résultats de plusieurs études montrent que, les départements des Hauts-plateaux, de la Mifi, de la Menoua et des Bamiboutos dans la région de l'Ouest ; et les départements du Boyo, du Bui et de la Mezam dans la région du Nord-ouest ont un climat écologique favorable à la culture des champignons comestibles pleurotus d'une part. D'autre part, les grandes métropoles telles que Yaoundé dans la région du Centre, Douala dans la région du Littoral et Bafoussam dans la région de l'Ouest sont réputées être des localités où on enregistre une forte concentration de distributeurs et de consommateurs de champignons comestibles pleurotus, produits au Cameroun. La figure 1 illustre la carte du Cameroun permettant de localiser la zone d'étude.

2.1.2. Matériel végétal

Deux principales espèces de champignons comestibles du genre *pleurotus* sont produites et commercialisées par les myciculteurs enquêtés. Il s'agit des espèces *pleurotus ostreatus* et *pleurotus sajor caju*. L'espèce *pleurotus ostreatus* comporte deux variétés, à savoir: le *PO var 969* et le *PO var florida*. Pour la même étude, deux principaux types de substrats sont utilisés pour la production des champignons comestibles du genre *pleurotus* et la multiplication des semences de champignons. Il s'agit des rafles sèches concassées de maïs et du copeau/sciure de bois blanc. Les substrats tels que les fans de haricots, le son de blé ou la farine de maïs sont également utilisés comme additifs pour enrichir le milieu de culture. Le conditionnement du substrat nécessitent des ingrédients tels que : un stabilisateur du PH du milieu (chaux éteinte), un fertilisant (urée, fans de haricot) et un fongicide (tropik 720, banco plus ou Baléare) pour des localités à températures élevés d'une part et d'autre part, pour la stérilisation ou la pasteurisation du substrat, les myciculteurs utilisent comme matériel, un stérilisateur à pression normale (cocotte-minute ou autocuiseur) ou une cuve sur foyer amélioré (demi-fût, marmite ou casserole), une bassine, du bois de chauffage, des sachets plastiques polyéthylène ou polypropylène, un arrosoir à pomme

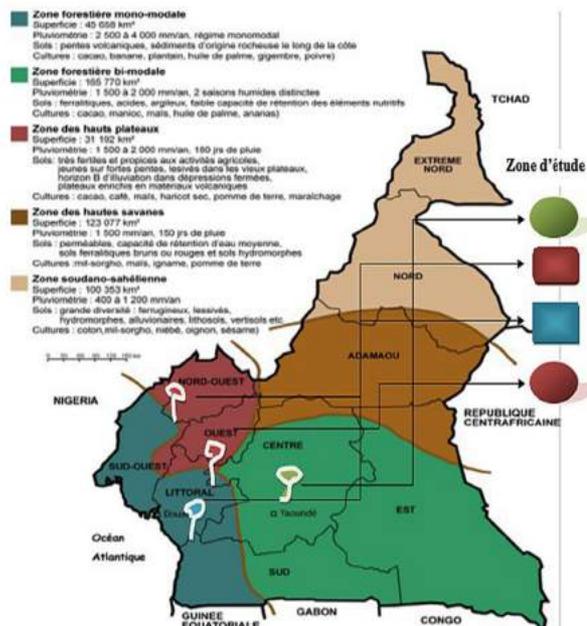


Figure 1 : Carte du Cameroun qui illustre la zone d'étude (Source : MINADER-Direction des enquêtes et des statistiques, 2009)

et les bouteilles en verre. Dans les grandes surfaces de distributions et de consommations (supermarchés, boutiques, restaurants et hôtels) l'usage des glacières, des réfrigérateurs et marmites chauffantes sont utiles pour la conservation des champignons comestibles du genre *pleurotus*. De même, les présentoirs, les rayons/étagères et les outils de communication (brochures, flyers, dépliants, banderoles, roll-up, etc.) sont utilisés pour les expositions, ventes et dégustation.

2.2. Méthodes

Dans le cadre de cette étude, l'unité d'analyse est constituée principalement de cultivateurs/transformateurs, de multiplicateurs de blancs (semences), et de distributeurs de champignons comestibles *pleurotus*, produits au Cameroun. Le sondage par choix raisonné, est la technique d'échantillonnage utilisé pour la collecte des données. Des 580 individus qui ont constitués la taille de l'échantillon, les données quantitatives et qualitatives ont été obtenues auprès de 247 individus dans la zone d'étude, ce qui représente 42,6% de la taille de l'échantillon. Il s'agit de 49 cultivateurs et cueilleurs de champignons comestibles produits localement ; 58 importateurs et vendeurs et 129 consommateurs de champignons comestibles commercialisés dans la zone d'étude. Sur la base de l'administration du questionnaire, des interviews et des exercices d'observations participatives, les données quantitatives ont été collectées et dépouillées à un seuil de probabilité de 42,6%. Ensuite, ces informations liées aux quantités et prix de champignons comestibles commercialisés dans la zone d'étude, ont été saisies dans les logiciels SPSS et Microsoft Excel, pour analyses et interprétations, par des moyennes et fréquences simples. Les informations liées aux espèces/variétés, aux formes et origines de champignons comestibles commercialisés par les enquêtés et les caractéristiques socio-économiques de ces derniers, ont été traités suivant le procédé d'analyse du contenu, à partir du logiciel Microsoft Word 2010.

2.2.1. Approvisionnement des facteurs de production et de commercialisation

2.2.1.1. Main d'œuvre pour la production et la commercialisation des carpophores

Le capital humain nécessaire pour la production des champignons comestibles, la multiplication des semences de champignons et leurs commercialisations est propre à chacune des activités suscitées. Les

données primaires et secondaires obtenues dans la zone d'étude montrent que, la multiplication des semences de champignons comestibles du genre *pleurotus* et la production des carpophores sont pratiquées par des familles des ménages résident en zone rurale et péri urbaine. Ces familles mènent comme activités principale l'agriculture, l'élevage et le petit commerce. Les myciculteurs résident dans les zones périphériques des grands centres urbains (Yaoundé, Douala et Bafoussam) pour la grande majorité offrent principalement leurs services dans les administrations publiques et privées, d'autres font dans les prestations de services (restauration, commerce, communication). Une proportion non négligeable de myciculteurs localisée dans les localités suscitées a le statut de retraités. Selon ces derniers, la myciculture est aussi un moyen pour garantir une gestion durable de la vie du retraité. Car, les tâches pénibles comme le labourage, le défrichage et le sarclage sont exclues et l'activité permet de générer les revenus conséquent en peu de temps (Ninkwango, 2013). La commercialisation des champignons comestibles de production locale est pratiquée majoritairement par les jeunes âgés entre 22 et 35 ans ayant fait au moins les études primaires. Plus de 65% de cette population est constituée des femmes qui ne sont plus sous la responsabilité des parents, avec des enfants, localisé majoritairement dans les grandes surfaces de distribution et de consommation de denrées alimentaires (Djomene et al., 2017).

2.2.1.2. Matériels et équipements de production et de commercialisation de blancs et des carpophores *pleurotus*, produits au Cameroun

Le matériel et les équipements utilisés pour la multiplication de semences de champignons comestibles du genre *pleurotus*, pour la production de carpophores et pour la commercialisation des champignons comestibles de production locale et sous-produits, sont fournis par les artisans locaux. La fabrication du stérilisateur à pression normale, utile pour la préparation du substrat, des séchoirs, utiles pour la transformation des champignons comestibles produits et les étagères utiles pour classer les ballottes en salle d'incubation et classer les gâteaux de mycélium en salle de fructification (Ninkwango, 2007). Les matériels et équipements de laboratoire sont fournis par les importateurs, à partir du port de Douala. Il s'agit par exemple du flux laminaire qui joue le rôle de filtre de l'air qui circule dans le laboratoire où se déroule les manipulations; de l'autocuiseur, utile pour



Figure 2 : (a) Chaux éteinte ; (b) Séchoir électrique ; et (c) Sacs de rafles sèche de maïs concassé

la stérilisation du support de production; les bocaux en verre, utiles pour la multiplication des semences (blancs). Les producteurs de céréales tels que le maïs, le blé, le sorgho et le riz sont réputés pour approvisionner les myciculteurs et multiplicateurs de semences en matière première (rafles sèche de maïs, son de blé, paille de riz). Le matériel et équipements destinés à la distribution des champignons comestibles du genre *pleurotus*, principalement sous forme fraîche et sèche dans les grandes surfaces de distribution et sous forme préparés dans les grandes surfaces de consommation, sont obtenus dans les grands magasins, localisés dans les grandes métropoles telles que Yaoundé, Douala et Bafoussam. La figure 2 illustre la chaux éteinte, le séchoir électrique et les sacs de rafles sèches de maïs, respectivement.

2.2.1.3. Partenaires techniques et financiers de la filière champignons comestibles

Les multiplicateurs de semences et les cultivateurs de champignons comestibles *pleurotus*, produits au Cameroun ont des appuis techniques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural-Programme d'Appui au Développement de la Filière Champignons Comestibles (MINADER-PADFC), avec la collaboration des structures partenaires. Il s'agit par exemple de la CoopSDEM Coop-CA dont le siège est à Yaoundé, capitale politique du Cameroun et le GIC BENG ADIO, dont le siège est à Bamenda, chef-lieu de la région du Nord-ouest du Cameroun. Ces Deux principales structures disposent des infrastructures, du matériel, des équipements et un personnel qui respectent les normes régies selon la loi semencière Camerounaise. Le MINADER-PADFC après avoir pris connaissance des ressources disponibles par des personnes physiques et surtout

morales, intéressés par la myciculture, met à leurs dispositions une champignonnière prête pour la culture des champignons comestibles et des kits de production adéquate (Ninkwango, 2016). Certains programmes et projets du MINADER octroient aux organisations de producteurs (Associations, GICs, Coopératives) agréées, des subventions à la production et la multiplication de semences des champignons comestibles *pleurotus*, produits au Cameroun. Nous avons par exemple le Programme d'Amélioration de la Compétitivité des Exploitations Familiales Agropastorales (ACEFA) et le Programme d'Appui à la Production du Matériel Végétal Agricole de Qualité (PAFMAV-Q). Ces appuis favorisent une amélioration de la qualité des produits, des sous-produits et des services offerts sur le marché des champignons comestibles. Ces appuis permettent également aux principaux acteurs de la filière champignons comestibles, produits au Cameroun d'améliorer leur niveau de production et de commercialisation.

2.2.2. Technique de production de semences, de champignons comestibles et sous-produits

2.2.2.1. Multiplication des semences de champignons comestibles *pleurotus*

La Norme camerounaise prévoit trois principales catégories de semences de champignons du genre *pleurotus*. Il s'agit de la semence de pré-base, de la semence de base encore appelé semences mère et de la semence certifié, destiné à la production des carpophores. Le mycélium primaire est obtenu à partir d'un milieu de culture Potatoes Dextrose Agar (PDA) contenu dans les tubes à essai, dans lequel on a inoculé un tissu du carpophore désiré. A partir de la même souche, on peut obtenir trois à quatre générations du blanc pur ou blanc de pré base (Peter



Figure 3 : (d) Semence de pré base ; (e) Semence de base et (f) Semences certifiées de production de carpophores du genre pleurotus

et al., 2014). Toujours dans les conditions aseptiques, dans un laboratoire, un fragment de la semence (blanc) de pré base est prélevé et inoculé dans un autre milieu de culture sur grains de céréales (maïs, blé, riz), pour obtenir le blanc de base ou blanc mère dans des récipients (bocaux en verre) plus volumineux, après un suivi minutieux pendant la phase d'incubation (Samuel et al., 2011). Il est préférable de conserver le blanc mère à l'obscurité autour de 28°C à 7°C, pendant 18 à 45 jours respectivement, à partir de la date d'inoculation. On peut également conserver le blanc mère en cours de colonisation dans un réfrigérateur autour de 5°C à 7°C, contrairement à certaines souches de pleurotes qui sont sensibles au froid et doivent être conservés à plus de 12°C (Ninkwango, 2016). Après avoir respecté les principes de culture liés au conditionnement du substrat, à la stérilisation du substrat, à l'inoculation et à l'incubation, deux à trois générations de blancs certifiés destinés à la production de carpophores sont obtenus. Le blanc certifié est obtenu à partir d'un fragment de blanc mère qu'on inocule dans un milieu de culture sur grains de céréales ou sur déchets agricoles composés (rafles sèche de maïs, fanes de haricots, etc.) (Samuel et al., 2012). Le blanc certifié destiné à la production de carpophore doit être conservé à l'obscurité autour de 28°C à 7°C, pendant 30 à 60 jours, respectivement à partir de la date d'inoculation. La figure 3 illustre la semence de pré base, la semence de base et la semence certifiée de production de carpophores du genre *pleurotus*, respectivement.

2.2.2.2. Production des champignons comestibles du genre pleurotus

La technique de production des champignons comestibles du genre *pleurotus* consiste à conditionner le substrat, à pasteuriser le substrat conditionné, à le refroidir, ensuite ensemercer le substrat pasteurisé refroidi et enfin incubé le substrat ensemençé pour

la fructification et récolte. Il s'agit spécifiquement de, peser la quantité du substrat à utiliser, le verser dans un récipient ou sur une surface nettoyée. Il faut ensuite mesurer le volume d'eau à utiliser, introduire les ingrédients dans l'eau, ensuite asperger la solution ainsi préparée sur le substrat, à l'aide d'un arrosoir à pomme. Ensuite, remplir par tassage les sachets plastiques de propylène par le substrat mouillé et le classer dans un stérilisateur sur foyer amélioré (Ninkwango, 2014). La prochaine étape consiste à chauffer (pasteurisation ou stérilisation) le substrat pendant 2 heures à 5 heures de temps, en fonction de l'intensité du brûleur. Le substrat chauffé est refroidi à une température en deçà de 30°C, pour ensemencement avec le blanc (semence) approprié. Les ballottes de substrat ensemençer sont classées de préférence sur des étagères dans une salle obscure pour que le mycélium prenne corps dans le milieu de culture, pendant au moins 21 jours. Pendant la période d'incubation, encore appelée période végétative, la lumière n'est pas nécessaire, par contre, pendant la fructification des carpophores, il faut une légère aération dans la salle (CSCI, 2013). Ninkwango (2013) rappelle que, une lumière trop vive peut inhiber la formation des carpophores, et l'absence de lumière favorise le développement du pied, par rapport au chapeau. Après la phase d'incubation, les gâteaux de mycélium sont transférés dans la salle de fructification. Les plastiques de substrat sont au préalable scarifiés avant l'arrosage, dans l'objectif de créer plus d'humidité dans le milieu de culture. Lorsque toutes les conditions et paramètres de culture sont respectés, les boutons (primordiaux) se forment en 3 à 5 jours, et la croissance à maturité du carpophore se fait en 5 à 8 jours. Le producteur peut effectuer 3 à 4 récoltes par cycle de production, avec un espacement entre les volées (temps mis pour la prochaine récolte) de 5 à 10 jours en moyenne (CSCI, 2013).



Figure 4 : (g) Pasteurisation ; (h) Ballottes ensencer et (i) gâteaux de mycélium en fructification



Figure 5 : (j) Foire exposition/vente ; (k) Comité de pilotage et (l) Boutique de ventes des champignons comestibles, des semences de champignons et matériels

La figure 4 illustre la pasteurisation du substrat sur foyer amélioré, les ballottes de substrats ensencés et les gâteaux de mycélium en fructification, respectivement.

2.2.2.3. Recyclage des résidus de production de champignons comestibles pleurotus

A la fin du cycle de multiplication de blancs (semences) et de production de carpophores des champignons comestibles *pleurotus*, les résidus de production sont recyclés pour plusieurs utilisations. Les gâteaux usagés par exemple, sont broyés et acheminés auprès des éleveurs pour l'alimentation des petits ruminants, des porcs, de la volaille et des poissons.

Les gâteaux usagés broyés servent également de litière pour l'élevage des poulets. Après le compostage, les gâteaux usagés sont également utilisés comme fumier organique pour améliorer les rendements agricoles. Les gâteaux usagés sont également utilisés comme bio gaz (Vincent, 2014). Les emballages plastiques polyéthylène et polypropylène sont rassemblés et nettoyés, pour être acheminés au CIPCRE d'une part,

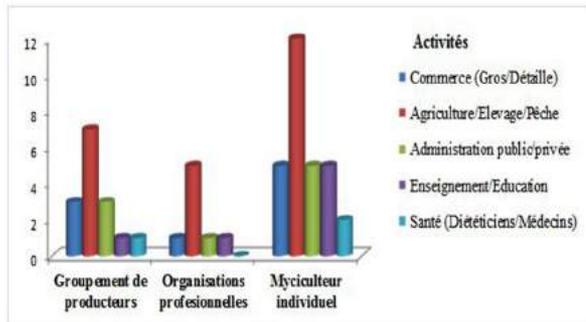


Figure 6 : Répartition des myciculteurs enquêtés suivant leurs activités parallèles

entreprise qui fait dans la fabrication et le recyclage des emballages plastique.

D'autre part, les bocaux en verre sont rassemblés et nettoyés pour être acheminés a SOCAVER, entreprise qui fait dans la fabrication et le recyclage des emballages en verre. Le charbon de bois obtenu après la pasteurisation du substrat est acheminé sur le marché local et le marché national, utilisé par les familles des ménages et par les restaurateurs (Ninkwango, 2015).

Tableau 1 : Répartition (%) des myciculteurs enquêtés suivant les sources de financements

Myculteur	Fonds propre	Banque	Micro finance	Structures MINADER	Tontines	Autres	Total
CoopSDEM COOP-CA	80%	-	-	11%	-	9%	100%
GIC SUNSHINE	67%	-	-	25%	8%	-	100%
GIC AGRELO	80%	-	-	5%	-	15%	100%
GIC BENG ADIO	85%	-	-	13%	-	2%	100%
GIC ANOUBONG	52%	-	-	20%	18%	10%	100%
GIC FAPROVEY	55%	-	-	28%	12%	5%	100%
GIC DYNAMIC	35%	-	-	40%	20%	5%	100%
GIC BAWE IVY	70%	-	30%	-	-	-	100%
AFRI AGRO BIO	15%	-	-	10%	70%	5%	100%
GIC AEMOAL	15%	-	33%	47%	5%	-	100%
AFESAF	50%	-	-	15%	15%	20%	100%
DONGMO David	100%	-	-	-	-	-	100%

Tableau 2 : Carpophores du genre pleurotus sous forme séché, achetés par la CoopSDEM COOP-CA auprès de ses coopérateurs usagers en 2016 et perspectives d'achats 2017

Coopérateurs usagers	Localisation	Réalisation		Perspectives	
		2016 (kg)	Montant	2017 (kg)	Montant
GIC SUNSHINE	Akak 1	71,8	718 000	85	850 000
GIC AGRELO	Nkol Evodo	22,5	225 000	75	750 000
GIC MAHOL	Douala	-	-	-	-
GIC DYNAMIC	Batié	10,8	108 000	30	300 000
GIC BAWE IVY	Bamenda	72	720 000	80	800 000
GIC BENG ADIO	Bamenda	104	1 040 000	120	1 200 000
CAPLABAM	Bouda	-	-	75	750 000
GIC ANOUBONG	Bamendou	25	250 000	50	500 000
DONGMO David	Bafoussam	17	170 000	40	400 000
ETS AFRI AGRI BIO	Bafoussam	48	480 000	70	700 000
KENMOGNE Elise	Yaoundé	21,2	212 000	30	300 000
NOAH Vincent	Yemsoa	23,2	232 000	50	500 000
AKONE Gaston	Obala	9,6	96 000	50	500 000
GIC AEMOAL	Bafang	27	270 000	110	1 100 000
BOBDA Daniel	Bandjoun	-	-	25	250 000
MENDJOGA Giselle	Bafoussam	43	430 000	150	1 500 000
NGONO Victorine	Yemsoa	2,5	25 000	25	250 000
TOTAL		497,6	4 976 000	1 065	10 650 000

2.2.3. Technique de commercialisation des champignons comestibles pleurotus

Les organisations professionnelles de moyennes et de grandes exploitations sont de plus en plus valorisées,

pour développer une agriculture de marché, qui se manifeste par une augmentation des parts de marchés des produits agricoles et alimentaires camerounais, aussi bien sur le marché intérieur que sur le marché

Tableau 3 : Production de blancs mères (pré bases et bases) et multiplication de blanc certifié de production de carpophores du genre pleurotus en 2016 et perspectives de 2017

Désignation	PADFC		CoopSDEM COOP-CA		GIC BENG ADIO	
	2016 (kg)	2017 (kg)	2016 (kg)	2017 (kg)	2016 (kg)	2017 (kg)
Pré-bases	50 g	75 g	-	-	-	-
Bases	6 000 g	9 000 g	-	-	-	-
Blanc certifié G1	-	-	35 000 g	50 000 g	15 000 g	25 000 g
Blanc certifié G 2	-	-	350 000 g	500 000 g	150 000 g	250 000
Blanc de production	-	-	3 500 000 g	5 000 000 g	1 500 000 g	2 500 000 g

Tableau 4: Parts de marchés des catégories de carpophores comestibles commercialisées en 2016

Genre/Espèce	Carpophores sous forme Fraîche		Carpophores sous forme Séché		Carpophores en boîte de conserve		Montant Total
	Qté (kg)	Montant	Qté (kg)	Montant	Qté (kg)	Montant	
<i>Pleurotus sp.</i>	5 200	13 000 000	713,4	14 268 000	-	-	27 268 000
<i>Agaricus bisporus sp.</i>	155	1 937 500	-	-	12 000	37 500 000	39 437 500
<i>Elaphomyces granulatus sp.</i>	1 367	4 784 500	-	-	12 500	39 062 500	43 847 000
<i>Termitomyces</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lentinus edodes</i>	-	-	130	3 250 000			3 250 000
TOTAL	6 722	19 722 000	843,4	17 518 000	24 500	76 562 500	113 802 500

extérieur (DESA, 2015). Le projet en cours de mise en œuvre par certaines organisations professionnelles (CoopSDEM Coop-CA, GIC BENG ADIO, GIC AGRI BIO, etc.), en collaboration avec le MINADER, de développement des unités de stockage, de transformation et de conditionnement de champignons comestibles du genre *pleurotus* et sous-produits, permet de réduire les pertes post-récoltes et de mieux ajuster l'offre à la demande. De même, l'appui du MINADER-PADFC et de ses partenaires techniques et financiers, favorise une meilleure adaptation de l'offre à la demande à travers : la promotion d'une production de qualité et en quantité suffisante de semences de champignons comestibles du genre *pleurotus* et de champignons comestibles du genre *pleurotus*, un système d'information sur les marchés et l'appui des opérateurs dans la recherche de nouveaux débouchés (Gaëlle, 2017). Aussi, le MINADER et ses partenaires au développement, dans le cadre de sa politique de développement local et communautaire, élabore des stratégies de mise en œuvre pour densifier le réseau des pistes de collecte, afin de désenclaver les bassins de production, et appuyer la construction des marchés de champignons comestibles de production locale/nationale ruraux et urbains.

Il s'agit notamment de la promotion en concertation

avec les communautés urbaines, des marchés de collecte de champignons comestibles de production locale/nationale, autour des grands centres de consommation. Ce qui facilite une concentration de l'offre orientée aussi bien vers l'approvisionnement des villes que l'exportation dans le marché sous régional. La figure 5 illustre une foire exposition/vente, la présentation des produits et services lors d'un comité de pilotage et une boutique de ventes des champignons comestibles du genre *pleurotus*, de sous-produits et de semences de champignons comestibles.

3. Résultats

3.1. Productivité des organisations paysannes enquêtées

La figure 6 illustre la répartition par catégorie des myciculteurs (Producteurs et ramasseurs) enquêtés, suivant leurs activités parallèles. Le tableau 1 illustre la répartition en pourcentage des myciculteurs enquêtés (GIC, groupement de producteurs, coopératives, GIE), suivant les sources de financements de l'activité.

3.2. Production et commercialisation des carpophores comestibles du genre pleurotus

Le tableau 2 illustre les quantités de carpophores

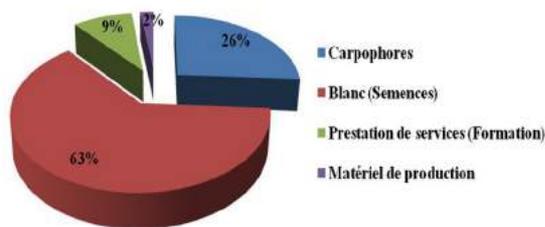


Figure 7 : Proportions du chiffre d'affaire des produits et services vendu par la CoopSDEM COOP-CA en 2016

comestibles du genre *pleurotus* sous forme séché, achetés par la CoopSDEM COOP-CA auprès de ses coopérateurs usagers en 2016 et les perspectives d'achats de 2017.

Le tableau 3 illustre le niveau de production de blancs mères et le niveau de multiplication de blancs certifiés de carpophores du genre *pleurotus* en 2016, et les perspectives de 2017 des structures enquêtés dans la zone d'étude.

3.3. Parts de marchés des catégories de carpophores comestibles commercialisées au Cameroun

Le tableau 4 illustre la distribution des parts de marchés des catégories de carpophores comestibles commercialisées en 2016 par les enquêtés. La figure 7 illustre la répartition en pourcentage du chiffre d'affaire des produits et services vendu par la CoopSDEM COOP-CA en 2016.

4. Discussion

Les résultats de l'analyse des données montrent que, 44,9% des myciculteurs enquêtés pratique comme activités principale, la production de *zeamays*, de *theobroma cacao*, de *elacis guineensis*, de *musaxparadisiaca*, etc., et l'élevage de *sus scrofa domesticus*, *caprinéa*, *gallus gallus domesticus*, etc. Entre autres, 20,4%, 16,3% et 12,2% des myciculteurs enquêtés offrent principalement leurs services dans l'administration publique ; le commerce en gros et détail ; et dans l'enseignement, respectivement. Pour les uns, la myciculture ne nécessite pas de gros moyens pour commencer l'activité et permet de générer des revenus importants en peu de temps sur une petite superficie. Pour d'autres, la myciculture appelle à la curiosité et au désir d'apprentissage, permettant d'acquérir

des connaissances pour s'exprimer aisément dans d'autres spéculations agricoles. Le tableau 1 montre que, en moyenne 58,7% des investissements réalisés par les myciculteurs enquêtés, sont issus des fonds propres, 12,3% de ces financements provient des emprunts obtenus auprès des associations informelles (tontines). Les myciculteurs enquêtés ont obtenus auprès des structures/services du MINADER (PADFC, ACEFA, AFOP, etc.), 17,8% du montant total de leurs investissements. Selon les enquêtés, seul 5,3% du montant des investissements réalisés par les enquêtés est issu des structures de micros finances. Par contre, 5,9% de leurs investissements provient des dons et legs. Le tableau 2 montre que, en 2016 la CoopSDEM COOP-CA à acheter en moyenne 500 kg de carpophores secs (5 tonnes de carpophores frais en moyenne) auprès de ses coopérateurs usagers, pour un montant de 5 000 000 (7 634 euro) F CFA. Ces produits, après contrôle de la qualité selon les normes prescrites par le Centre Pasteur du Cameroun, sont conditionnés dans des emballages labélisés et imperméables de 50g, 100g, 200g, 300g et 500g, pour le marché local et le marché national. Selon les mêmes sources, 100g de carpophores séché est vendu par la CoopSDEM COOP-CA entre 1 900 FCFA (2,90 euro) et 2 500 FCFA (3,82 euro), en fonction des catégories de clients (supers grossistes, grossistes, distributeurs intermédiaires et détaillants).

Les résultats de l'étude montrent également que, pour une production annuelle de 5 tonnes de blancs certifiés destinés à la production de carpophores en 2016, la CoopSDEM COOP-CA et le GIC BENG ADIO, ont obtenus du MINADER-PADFC comme subvention, 20 bocal (300g/bocal) de blancs mères (blancs de bases).

Les résultats de l'analyse des données collectées principalement dans les villes de Yaoundé, Douala et Bafoussam, montrent qu'en 2016, les producteurs de carpophores comestibles du genre *pleurotus* ont obtenus 24% des parts de marchés des champignons comestibles commercialisés dans la zone d'étude, contre 76% des parts de marchés obtenus par les importateurs de champignons comestibles. Les mêmes résultats montrent qu'en 2016, la CoopSDEM COOP-CA à réaliser 63% de son chiffre d'affaire à travers la vente des semences certifiées, contre 26% de son chiffre d'affaire à travers la vente des carpophores frais et secs.

5. Conclusion

Au terme de la présente étude, il ressort que, les Organisations de Producteurs (OP), les hommes d'affaires et les ménages enquêtés dans la zone d'étude, ont un intérêt de plus en plus poussé pour la production et la commercialisation des champignons comestibles du genre pleurotus. Des informations obtenues auprès des enquêtés, il ressort que la production et la commercialisation des champignons comestibles offrent de nombreuses opportunités, parmi lesquelles l'amélioration de l'alimentation des populations en protéines complètes, la réduction du taux de chômage, l'amélioration des revenus des ménages, localisé pour la grande majorité en zone rurale et péri urbaine, et le développement des infrastructures rurales.

Pour saisir ces opportunités, de nombreux défis sont à relever. Il s'agit de renforcer les techniques de production de carpophores comestibles pleurotus et multiplication de ses semences, avec l'appui du MINADER-PADFC et de ses partenaires techniques et financiers. Il s'agit aussi de mettre un accent sur la recherche, avec l'appui de l'IRAD, pour développer la production de nouvelles familles/espèces/variétés de champignons comestibles, favorable à l'environnement camerounais et apprécié pour leur valeur nutritive, gustatives et vertus médicale. De même, avec l'appui des pouvoirs public, il est question de diversifier les sources de financement, pour la mise en œuvre des projets de culture et de commercialisation de champignons comestibles pleurotus, à l'échelle industrielle. Le gouvernement camerounais, avec la contribution de ses partenaires au développement, doit développer les infrastructures pour améliorer les voies de communication au sein des exploitations et dans les marchés.

Il est aussi important que l'Etat du Cameroun renforce le cadre institutionnel, pour une meilleure coordination des interventions des acteurs à tous les niveaux. Il ressort de l'analyse des données obtenues auprès des enquêtés que, 44,9% de myciculteurs enquêtés mène comme activités parallèles l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'artisanat ; 16,3% de cette population pratique le petit commerce et les affaires ; 20,4% sont des fonctionnaires retraités et en service. Selon les myciculteurs enquêtés, le financement des activités est à 58,7% sur fonds propre, d'autres sources de financements proviennent du MINADER (17,8%), des tontines (12,3%), de la

famille et des amis (5,9%) et des ETS d'épargnes et de crédits (5,3%). Les informations obtenues à la CoopSDEM COOP-CA montrent qu'en 2016, cette société coopérative a dépensé près de 5 000 000 F CFA pour l'achat des carpophores auprès de ses coopérateurs usagers. Notons que, plus du double de ce montant est prévu pour l'exercice 2017 afin de satisfaire le même besoin auprès des mêmes partenaires. Ce qui permet de noter que la consommation des champignons comestibles de production locale entre de plus en plus dans les habitudes alimentaires des Camerounais. La même source montre qu'en 2016, deux organisations professionnelles sur une dizaine enquêtées, ont produits 5 tonnes de blancs certifiés destinés pour la production des carpophores, pour une prévision de 7,5 tonnes pour l'exercice 2017. Il ressort également des résultats de l'analyse des données obtenues auprès des enquêtés que, les champignons comestibles de production locale, gagnent des parts de marchés en plus dans le territoire nationale. D'après les enquêtés, un accent particulier est mis pour la multiplication des semences certifiées afin booster la production et par conséquent la consommation des carpophores comestibles du genre pleurotus au Cameroun et au-delà.

Bibliographie

- Akjuz, M., Kirbag, S. (2010).** Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms. Ankara-Turkey: *Turk J Bio* 34:97-102.
- Ayissi, Lebeau, Beaugas-orain, Djoyum, Mamadou, Cissé et Mriel, Edjo (2013).** Investir au Cameroun : la révolution agricole en marche. Genève-Suisse : Mediamania Sarl 19 rue de veyrier 1227 courage/Genève-Suisse.
- Djomene, Y.S., Fon, D.E., Foudjet, A.E. et Feudjio, D.C. (2016).** Apport économique et valorisation de la culture des champignons comestibles au Cameroun. Yaoundé-Cameroun : *Rev. Sci. Tech. For. Environ. Bassin Congo*, ISSN 2409-1693, volume 7. P. 65-72, Octobre 2016.
- Djomene, Y.S., Foudjet, A.E., Fon, D.E. et Ninkwango, T.A. (2017).** La commercialisation des champignons comestibles au Cameroun. Yaoundé-Cameroun : *Rev. Sci. Tech. For. Environ. Bassin Congo*, ISSN 2409-1693, volume 8. P. 65-71, Avril 2017.
- Erjavec, J., Kos, J., Ravnika, M., Dreo, T. and**

- Sabotic, J. (2012).** Proteins of higher fungi-from forest to application. New delhi: *Trends Biotechnol* 30 (5) 259-273.
- Food and Agriculture Organisation, FAO (2014).** Les produits forestiers non ligneux en Afrique : Un aperçu régional et national. Rome : adresse consulté : <http://faostat.fao.org/3/a-y5489f.pdf>. le 10/06/2014.
- Gilles, Landry, Marc, O., Diane, C. et Karine, P. (2012).** L'alimentation est essentielle à la vie. Mont réal-Québec : *Bibliothèque nationale du Québec*.
- Gaëlle, Dejo (2017).** L'industrie agroalimentaire comme levier indispensable à la croissance du Cameroun. Yaoundé-Cameroun : *Nkafu policy institute press*.
- Krishnamoorthy, Deepalakshmi, Sankarn, Mirunalini (2014).** *Pleurotus ostreatus* : an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. Bangkok-Thailand: *J. Biochem Tech* (2014) 5 (2):718-726 ISSN:0974-2328.
- Marcel, Bon, Guillaume, E. et Samuel, P. (2012).** Les différentes étapes de la culture fongique. France: *Wordpress et thème Graphene*.
- Ninkwango, Temoka, Antoine (2013).** Rapport d'activité des organisations et de structuration du milieu. Yaoundé, Cameroun : *La Voix du Paysan*, 12p.
- Pierre, Meneton, Joel, M., Aliette, B.M., Christine, P. et Pascal, T.B. (2012).** Alimentation et mode de vie : Etat des lieux et piste pratique. France : *Ministère de la santé presse*.
- Serge, Ngoumbou (2011).** La sécurité alimentaire : un défi à relever. Yaoundé-Cameroun : *MINADER presse*.
- Raoul, E.E, et Marienne, M.T. (2012).** Politiques publiques et développement de coopératives agricoles au Cameroun. Rennes-France : *UR2-Villesjean*.
- Sobieralski, K., Siwulski, M., Sas-Golak, L., Mankowski, J. and Kotlinska, T. (2011).** Mycelium growth and yield of wild strains of *pleurotus ostreatus* : cultivated on waste materials from the textile industry. London : *FoliaHort*, 23,67-71.
- Vincent, J., Gwinner, J. et Nierke, M. (2014).** Analyse des données 2011-2013. France : *Presse-Universitaire de Limoges*.

Étude comparative de la sensibilité aux mirides de deux variétés de cacaoyers dans la Lékié (Région du Centre au Cameroun)

Youbi P.H.¹, Mbololo M.¹, Ngoufo R.², Kaho F.³ et Edoa F.³

(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.2610476>

Résumé

Le programme de relance de la filière cacao lancé par le Gouvernement camerounais afin d'accroître la production de cacao, consiste à distribuer gratuitement des plants hybrides aux paysans. L'hybride SNK 413 dont des études en pépinière ont montré sa croissance rapide et sa résistance aux champignons, a été peu étudié dans une agroforêt. Sa sensibilité aux mirides dans une agroforêt reste mal connue d'où l'objet de cette étude.

La présente étude concernant un bassin de production de cacao dans la Région s'est déroulée de juin 2012 à novembre 2015 dans les localités du Département de la Lékié. L'objectif principal était de comparer la sensibilité d'un hybride (SNK 413) à celle d'une variété locale (Bat 1) aux mirides.

La détermination de la sensibilité de ces variétés aux

mirides a consisté au comptage du nombre de feuilles et de fruits affectés, prélevés sur des cacaoyers situés dans des conditions d'ombrage homogène (absence d'ouverture de la canopée), hétérogène (ouverture partielle de la canopée) et plein soleil (ouverture totale de la canopée).

En comparant les différents taux de sensibilité moyen (14 % pour l'ombrage homogène, 20 % pour l'ombrage hétérogène et 27 % pour plein soleil au niveau des cabosses des deux variétés), il est constaté l'influence de l'ombrage sur la sensibilité de ces variétés aux mirides. Les variétés SNK 413 et Bat 1 résistent mieux lorsque l'ombrage est homogène, résistent moins lorsque l'ombrage est hétérogène et sont très sensibles lorsqu'elles sont sans ombrage. Globalement, SNK 413 est moins sensible aux mirides que Bat 1 dans les trois cas d'ombrage.

Mots clés : Hybride, sensibilité, ombrage, cacao

Abstract

The cocoa project launch by the Cameroonian government to increase production of cocoa, consist to share freely hybrid plants to farmers. Many studies which concern hybrid SNK 413 in nursery have shown that it grows rapidly and resists to fungi. This hybrid is not well known in an agroforest. Their sensibility of mirid in an agroforest is not well known. These justify our study.

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

The determination of mirid sensibility of these species has

consisted to count the number of leaves and fruits which are affected, and it harvested from each cacao tree which is put in several conditions: homogeneity shade (absent of canopy open), heterogenic shade (partial canopy open), and full sun (total canopy open).

Comparing the different percentage of mirid sensibility (14% for homogeneity shade, 20 % for heterogenic shade and 27 % for full sun at level of fruits of the two species) has shown the influence of shade on mirid sensibility of these species. SNK 413 and Bat 1 has resisted well in case of homogeneity shade, weak in case of heterogenic shade and very sensible in case of full sun. Globally, SNK 413 resist to mirid better more than Bat 1 in the three cases of shades.

Keywords : Hybrid, sensibility, shade, cocoa

1. Introduction

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est un arbre dont l'origine botanique est localisée dans des forêts

humides d'Amérique tropicale où il se rencontre à l'état naturel (Braudeau, 1969). Anciennement classé dans la famille des sterculiaceae, le cacaoyer

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 des animaux, contribuent aussi à la difficulté de séchage et de stockage traditionnel des récoltes (Anonyme, 2008). Les sols sont en majorité ferrallitiques, 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).

2.2.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé 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. Il est constitué de Bat 1 variété ancienne appartenant au groupe des Forastero et de SNK 413 variété nouvelle faisant partie du groupe des Trinitario.

2.2.1.3. Matériel non biologique

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

2.2. Méthodes

2.2.1. Evaluation en pépinière

A la pépinière, 60 pots (30 de SNK 413 et 30 de Bat 1) ont été divisés en trois lots, un lot de 20 pots placés sous ombrage homogène (absence d'ouverture de la canopée), un autre de 20 pots sous ombrage hétérogène (ouverture partielle de la canopée) et le dernier lot de 20 pots sans ombrage (ouverture totale de la canopée). Pour obtenir l'ombrage homogène la toile d'ombrière noire de petites mailles a été utilisée pour recouvrir entièrement la charpente de l'ombrière. Pour l'ombrage hétérogène des trous de 30 cm de diamètre ont été effectués sur la toile d'ombrière noire de petites mailles recouvrant entièrement la charpente de l'ombrière. Les trous sont distants les uns les autres de 1,5 m. Chaque lot constitué de 10 pots de chaque variété est distant de l'autre de 10 m pour éviter l'influence d'un lot sur un

autre. Dans chaque lot, les pots ont été regroupés en variétés et disposés en lignes (figure 2). L'espacement de 2 m entre les pots des deux variétés d'un lot limite l'influence d'une variété sur une autre.

Les pots ont été arrosés chaque matin à l'eau de forage, au goulot pour bien mouiller la terre (Kuate, 2003). Une branche de cacaoyer âgé de plus de 4 ans, infestée de mirides a été placée au centre de chaque lot au 14^{ième} jour après les semis, à équidistance des deux variétés. Les pots n'ont subi aucun traitement aux insecticides et fongicides pendant trois mois (90 jours). Les feuilles affectées ont été prélevées et dénombrées. La sensibilité d'une souche en pépinière vis-à-vis des mirides a été déterminée par le nombre de feuilles affectées sur le nombre total de feuilles d'un pied.

2.2.2. Evaluation au champ

L'évaluation a été effectuée dans deux cas: le cas où l'ombrage est assuré par les arbres forestiers et le cas où il est assuré par les arbres fruitiers.

Au champ elle s'est effectuée dans les localités de Sa'a, Obala, Okola et Batchenga qui présentent des caractéristiques climatiques voisines. Les plantations sont en moyenne vieilles de 10 ans pour celles constituées de SNK 413 et de 17 ans pour celles constituées de Bat 1. Trois parcelles de 1000 m² chacune ont été choisies dans chaque localité de la zone d'étude soit 12 parcelles au total. Les parcelles situées dans les mêmes champs sont distantes d'au moins 100 m et celles situées dans des champs différents sont distantes de plus de 800 m. Ceci pour éviter l'influence d'un type d'ombrage

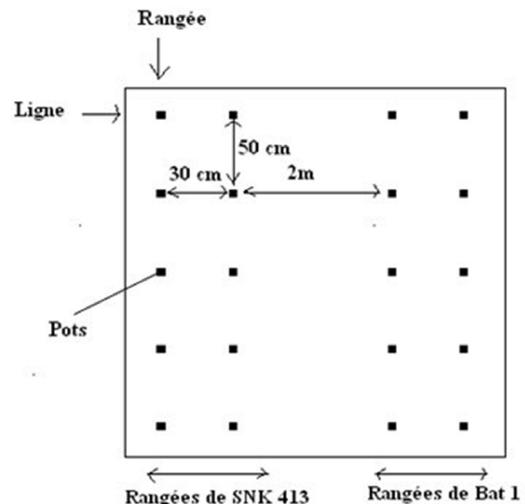


Figure 2 : Disposition des pots d'un lot en pépinière

sur un autre. SNK 413 a été étudié dans les localités de Sa'a (ombrage forestier) et d'Okola (ombrage fruitier). Bat 1 a été étudié à Obala (ombrage fruitier) et Batschenga (ombrage forestier).

2.2.2.1. Description des parcelles

Dans ces parcelles, les cacaoyers sont en association avec les arbres forestiers (tableaux 1 et 2), et arbres fruitiers (tableaux 3 et 4). Les pieds de cacaoyers sont distants entre eux de 3 m sur les lignes et de 2,5 m entre les lignes, distants des arbres forestiers ou fruitiers de 15 m sur la ligne et entre les lignes. Les parcelles ont chacune une superficie de 1000 m² soit 133 pieds de cacaoyers.

Au niveau des parcelles, un désherbage manuel a été effectué régulièrement. Aucun traitement aux insecticides et fongicides n'a été pratiqué.

2.2.2.2. Collecte des données sur la sensibilité aux mirides

Elle s'est déroulée pendant 6 mois avec quatre périodes d'observations, deux en saison de pluies et deux en saison sèche. La première période d'observation pratiquée sur des feuilles en saison sèche, s'est effectuée 20 jours après l'introduction des mirides dans les parcelles; la deuxième a été pratiquée en saison de pluies sur les feuilles; la troisième en saison sèche sur les feuilles et fruits; la quatrième en saison de pluies sur les feuilles et fruits. Durant deux premières périodes, les observations n'ont pas été effectuées sur les fruits parce qu'elles ne correspondent pas aux périodes de production.

Les cacaoyers des parcelles ont été marqués à la peinture. Pour observer la sensibilité, cinq branches ont été choisies sur chaque arbre et marquées à la

Tableau 1 : Arbres forestiers associés aux cacaoyers sous ombrage homogène

Variétés de cacaoyers	Arbres forestiers associés	Densité (tiges / ha)	Surface terrière (m ² / ha)
SNK 413	<i>Terminalia superba</i> (Combretaceae)	13	10,21
	<i>Milicia excelsa</i> (Moraceae)	08	06,28
	<i>Croton Macrostachyus</i> (Euphorbiaceae)	04	02,51
	<i>Inga edulis</i> (Fabaceae)	08	05,02
	<i>Podocarpus manii</i> (Podocarpaceae)	10	06,28
	<i>Ficus thonningii</i> (Moraceae)	03	01,88
Bat 1	<i>Terminalia superba</i> (Combretaceae)	09	07,06
	<i>Milicia excelsa</i> (Moraceae)	07	04,40
	<i>Croton Macrostachyus</i> (Euphorbiaceae)	05	03,14
	<i>Inga edulis</i> (Fabaceae)	10	07,85
	<i>Ficus thonningii</i> (Moraceae)	04	02,51
	<i>Podocarpus manii</i> (Podocarpaceae)	10	06,28

Tableau 2 : Arbres forestiers associés aux cacaoyers sous ombrage hétérogène

Variétés de cacaoyers	Arbres forestiers associés	Densité (arbres / ha)	Surface terrière (m ² / ha)
SNK 413	<i>Terminalia superba</i> (Combretaceae)	07	05,50
	<i>Milicia excelsa</i> (Moraceae)	04	02,51
	<i>Croton Macrostachyus</i> (Euphorbiaceae)	02	01,26
	<i>Inga edulis</i> (Fabaceae)	07	05,49
	<i>Podocarpus manii</i> (Podocarpaceae)	07	04,40
	<i>Ficus thonningii</i> (Moraceae)	02	01,26
Bat 1	<i>Terminalia superba</i> (Combretaceae)	09	07,10
	<i>Milicia excelsa</i> (Moraceae)	06	03,77
	<i>Croton Macrostachyus</i> (Euphorbiaceae)	01	0,63
	<i>Inga edulis</i> (Fabaceae)	03	02,36
	<i>Ficus thonningii</i> (Moraceae)	01	0,65
	<i>Podocarpus manii</i> (Podocarpaceae)	04	02,51

Tableau 3 : Arbres fruitiers associés aux cacaoyers sous ombrage homogène

Variétés de cacaoyers	Arbres forestiers associés	Densité (arbres / ha)	Surface terrière (m ² / ha)
SNK 413	<i>Dacryodes edulis</i> (Burseraceae)	37	14,25
	<i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae)	09	05,65
	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Euphorbiaceae)	13	08,16
	<i>Chrysophyllum albidum</i> (Sapotaceae)	04	01,54
	<i>Garcinia kola</i> (Guttiferae)	04	01,52
Bat 1	<i>Dacryodes edulis</i> (Burseraceae)	35	13,48
	<i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae)	05	03,14
	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Euphorbiaceae)	18	11,30
	<i>Chrysophyllum albidum</i> (Sapotaceae)	05	01,93
	<i>Garcinia kola</i> (Guttiferae)	06	02,31

peinture. 10 pousses ont été choisies sur chaque arbre de façon aléatoire soit 2 pousses par branche, tout en s'assurant d'avoir une bonne représentation de la symétrie de l'arbre. Sur chacune des 10 pousses choisies, les feuilles ont été sélectionnées en partant du bas vers le sommet de la pousse. Sur chaque arbre, des fruits répartis équitablement sur les différentes branches de l'arbre ont été choisis. Les observations ont consisté au comptage du nombre de feuilles et fruits affectés par les mirides sur le nombre total de feuilles et de fruits.

Un taux de sensibilité aux mirides a été calculé pour chaque cacaoyer par la relation suivante:

$$Ts = ((Nbpour + Nbrec)/Nbrec) \times 100$$

(Ts = Taux de sensibilité (%), Nbpour = Nombre de cabosses pourries éliminées de l'arbre, Nbrec = Nombre de cabosses récoltées sur l'arbre).

La sévérité des attaques, exprimée par le nombre de lésions par feuille ou le nombre de lésions par fruits a été déterminée selon les variables suivantes :

Tableau 4 : Arbres fruitiers associés aux cacaoyers sous ombrage hétérogène

Variétés de cacaoyers	Arbres forestiers associés	Densité (arbres / ha)	Surface terrière (m ² / ha)
SNK 413	<i>Dacryodes edulis</i> (Burseraceae)	24	09,24
	<i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae)	07	04,39
	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Euphorbiaceae)	08	05,03
	<i>Chrysophyllum albidum</i> (Sapotaceae)	02	0,77
	<i>Garcinia kola</i> (Guttiferae)	02	0,79
Bat 1	<i>Dacryodes edulis</i> (Burseraceae)	20	07,71
	<i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae)	05	03,14
	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Euphorbiaceae)	13	08,16
	<i>Chrysophyllum albidum</i> (Sapotaceae)	01	0,38
	<i>Garcinia kola</i> (Guttiferae)	03	01,16

- Nml (nombre moyen de lésion sur feuille ou fruit) = Nombre total de lésions / Nombre total de feuilles ou fruits observés.

- Nmlf (nombre moyen de lésion sur feuille ou fruit affectés) = Nombre total de lésions / Nombre total de feuilles ou fruits affectés.

- Pom (pourcentage d'organes affectés) = Nombre total de feuilles ou fruits affectés / nombre total de feuilles ou fruits observées x100.

Les deux premières variables (Nml et Nmlf) donnent une idée de la sévérité des attaques pour chaque arbre. Nmlf est une sévérité conditionnelle; la variable Pom représente l'incidence des attaques.

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 (modèle linéaire général). Pour comparer les différentes moyennes de sensibilité du cacaoyer en fonction du type d'ombrage et pour chaque série d'observation, le test de Student-Newman-Keuls au seuil de probabilité 5% a été utilisé.

3. Résultats

3.1. Effet du type d'ombrage sur la sensibilité des cacaoyers aux mirides

3.1.1. En pépinière

Sous ombrages homogène et hétérogène et sans ombrage, les plants ne présentent pas la même sensibilité aux mirides, mais cette différence n'est pas significative (tableau 5). La différence devient significative lorsqu'on passe d'un type d'ombrage à un autre.

Sous ombrage homogène, les feuilles des jeunes plants de Bat 1 présentent une sensibilité de l'ordre de 8,71 % alors que celles de SNK 413 présentent une sensibilité de 8,06 %. SNK 413 est une variété moins sensible que Bat 1. La différence des taux de sensibilité observée entre ces deux variétés est de 0,65; elle n'est pas significative ($p = 5\%$). Le rapport du taux de sensibilité de SNK 413 / Bat 1 est voisin de 1. Les taux de sensibilité sont proches.

Sous ombrage hétérogène, les feuilles des jeunes plants de Bat 1 présentent une sensibilité de l'ordre de 13,73 % tandis que celles de SNK 413 présentent une sensibilité de 12,30 %. SNK 413 est une variété moins sensible que Bat 1. La différence des taux de sensibilité observée entre ces deux variétés est de 0,90; elle n'est pas significative ($p = 5\%$). Le rapport du taux de sensibilité de SNK 413 / Bat 1 est aussi voisin de 1. Les taux de sensibilité sont proches.

Sans ombrage, les feuilles des jeunes plants de Bat 1 présentent une sensibilité de l'ordre de 22,13% tandis que celles de SNK 413 présentent une sensibilité de 20,10%. SNK 413 est une variété moins sensible que Bat 1. La différence des taux de sensibilité observée entre ces deux variétés est de 2,13; elle n'est pas significative ($p = 5\%$). Le rapport du taux de sensibilité de SNK 413 / Bat 1 est aussi voisin de 1. Les taux de sensibilité sont proches.

En comparant les différents taux moyen de sensibilité, il est constaté l'influence de l'ombrage

sur la sensibilité de ces variétés aux mirides. Les variétés SNK 413 et Bat 1 résistent mieux lorsque l'ombrage est homogène, résistent moins lorsque l'ombrage est hétérogène et sont très sensibles lorsqu'elles sont sans ombrage. Globalement, SNK 413 est moins sensible aux mirides que Bat 1 dans les trois cas d'ombrage. La différence de taux de sensibilité observé dans chaque cas d'ombrage n'est pas significative. Ce qui laisse penser qu'en pépinière ces variétés présentent presque la même sensibilité aux mirides.

3.1.2. Au champ

Le calcul de corrélations a montré que les notes d'ombrage homogène sont fortement corrélées à la faible sensibilité des feuilles et cabosses ($r = 0,67$; $p < 0,0001$), l'ombrage hétérogène à une moyenne sensibilité ($r = 0,75$; $p < 0,0001$) et plein soleil à une forte sensibilité ($r = 0,88$; $p < 0,0001$). Par conséquent, la sensibilité des feuilles et cabosses d'une variété de cacaoyer aux mirides est élevée lorsqu'elles sont situées en plein soleil, et faible lorsqu'elles sont sous ombrage homogène.

Les feuilles et cabosses de SNK 413 et Bat 1 ne présentent pas de différences significatives lorsqu'elles sont en plein soleil, sous ombrage hétérogène et sous ombrage homogène (tableau 6). Toutefois la différence est significative lorsque le passage est effectué de l'ombrage homogène à hétérogène, et de l'ombrage hétérogène à plein soleil.

Les feuilles et cabosses de SNK 413 sont moins sensibles aux mirides que celles de Bat 1 dans les trois cas d'ombrage. Le type d'arbre assurant l'ombrage a une influence sur la sensibilité des cacaoyers.

Les cabosses des deux variétés sont plus sensibles aux mirides que les feuilles dans les deux cas de types d'arbres assurant l'ombrage. Les feuilles et les cabosses des deux variétés sont plus sensibles aux mirides lorsque l'ombrage est assuré par les arbres

Tableau 5 : Effet du type d'ombrage sur la sensibilité des cacaoyers aux mirides en pépinière

Paramètres	Bat 1			SNK 413		
	O Ho	O He	S O	O Ho	O He	S O
Nombre moyen de feuilles affectées	52 ± 0,32	61 ± 0,17	89 ± 0,38	40 ± 0,21	64 ± 0,32	78 ± 0,12
Nombre total de feuilles	597	444	402	496	520	388
Sensibilité (%)	08,71 ± 0,11 a	13,73 ± 0,32 b	22,13 ± 0,12 c	08,06 ± 0,15 a	13,11 ± 0,29 b	20,10 ± 0,17 c

Moyennes ± écarts types; O Ho = Ombrage homogène; O He = Ombrage hétérogène; S O = Sans Ombrage. Séparation des moyennes par le test Student-Newman Keuls à $p = 0.05$. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

Tableau 6 : Taux moyen de sensibilité des deux variétés de cacaoyers

			Taux moyen de sensibilité (%)		
			O H	O He	S O
Ombrage assuré par les arbres fruitiers	Feuilles	SNK 413	16 a	28 b	41 c
		Bat 1	20 a	34 b	47 c
	Cabosses	SNK 413	24 a	40 b	57 c
		Bat 1	26 a	46 b	63 c
Ombrage assuré par les arbres forestiers	Feuilles	SNK 413	12 a	22 b	35 c
		Bat 1	14 a	30 b	41 c
	Cabosses	SNK 413	18 a	33 b	42 c
		Bat 1	22 a	41 b	56 c

O H= Ombrage Homogène ; O He= Ombrage Hétérogène; S O= Sans Ombrage

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

Tableau 7 : Comparaison des variables dérivées

			Variables dérivées		
			Nml	Nmlf	Pom
Ombrage assuré par les arbres fruitiers	Feuilles	SNK 413	0,20	0,63	6,10
		Bat 1	0,23	0,92	7,04
	Cabosses	SNK 413	0,19	0,17	0,63
		Bat 1	0,35	0,27	2,04
Ombrage assuré par les arbres forestiers	Feuilles	SNK 413	0,09	0,40	4,34
		Bat 1	0,20	0,58	5,19
	Cabosses	SNK 413	0,09	0,07	0,05
		Bat 1	0,17	0,14	0,22

fruitiers que forestiers. Le taux moyen de sensibilité de SNK 413 est inférieure à celui de Bat 1 quelque soit l'ombrage et l'organe affecté. Bat 1 est plus sensible que SNK 413.

3.2. Comparaison de la sévérité des attaques

Dans l'ensemble de la parcelle, il est noté une faible intensité des attaques sur les cabosses de SNK 413 situées sous ombrage homogène et une forte intensité sur celles situées en plein soleil.

Les moyennes des paramètres Nml, Nmlf et Pom des feuilles et cabosses de SNK 413 sont inférieures à celles de Bat 1 (tableau 7). Les cabosses de ces deux variétés sont plus sensibles aux mirides que les feuilles.

4. Discussions

Les mirides du cacaoyer sont les principaux insectes ravageurs du cacaoyer au Cameroun. Depuis le début des années 1990, période à laquelle la crise économique a mis fin aux campagnes de traitements d'insecticides en régie, ces ravageurs connaissent une recrudescence qui met en danger le verger camerounais (Nyassé, 1997). Il apparaît en effet que les recommandations de la recherche agronomique en matière de lutte contre les mirides ne sont plus adaptées au contexte socio-économique qui prévaut depuis la crise. Depuis cette période, de nouvelles méthodes de lutte sont explorées dont la principale, la lutte variétale, fait appel à la résistance naturelle du cacaoyer aux mirides.

Le suivi parasitaire des parcelles dans des zones où l'ombrage est assuré par les arbres fruitiers et forestiers a permis de mettre en évidence une corrélation linéaire entre la production totale et le niveau d'ombrage dans les parcelles. Il est donc probable que le niveau d'ombrage, a une influence directe sur la production en champ. Par ailleurs, il existe une corrélation entre le niveau d'ombrage et la sensibilité des cacaoyers aux mirides, tant au niveau des plants qu'au niveau des arbres des parcelles.

L'ombrage évalué dans cette étude semble bien avoir un effet sur l'intensification des attaques. La sévérité des attaques est plus élevée sur les cacaoyers situés en plein soleil que sur ceux situés sous ombrage quel que soit le type d'ombrage. L'effet de l'ombrage a été étudié sur plusieurs couples plantes / bioagresseurs (Beer et al., 1998, Mouen et al., 2007 ; Babin et al., 2011). Dans certaines études, il a été constaté que l'ombrage permet de diminuer le niveau d'attaque du bioagresseur, dans d'autres par contre, l'ombrage favorise son développement. Le rôle de l'ombrage diffère donc en fonction des pathosystèmes considérés et dans notre cas, son effet semble positif, c'est-à-dire qu'il réduit la sévérité des attaques.

L'effet de l'ombrage a été significatif sur les variables et pendant les périodes d'observation. Il a été significatif pendant toutes les séries d'observation et pour deux des trois variables calculées. Pour l'ombrage homogène, la sévérité des attaques était faible sur tous les cacaoyers. Ceci peut expliquer le faible niveau de significativité des différences observées. En outre, il s'agit d'un système agroforestier dans lequel plusieurs autres facteurs doivent être pris en considération, notamment la présence des autres

espèces d'arbres associées. Les arbres associés aux cacaoyers peuvent jouer le même rôle que les arbres d'ombrage. Ces arbres peuvent parfois agir comme des barrières et réduire la progression des attaques (Wolfe, 2000).

Dans les parcelles, plus l'indice d'ombrage est élevé, plus la sévérité des attaques est faible. Lorsque l'intensité de l'ombrage est moins élevée, les différences de sévérité entre les arbres situés sous ombrage et ceux situés en plein soleil ne sont pas significatives. Ces résultats suggèrent que l'ombrage doit être suffisant pour réduire de façon significative l'incidence des attaques. Autrement un ombrage trop léger n'aura que peu d'effets significatifs sur l'intensité des attaques. La plante devant par ailleurs recevoir une quantité suffisante de rayonnement pour une bonne croissance, il est donc nécessaire de déterminer un optimum permettant un bon compromis entre croissance de la plante et réduction de la sévérité des attaques. Cet optimum peut varier en fonction des conditions climatiques et sanitaires des plantations considérées.

Les analyses de variance montrent une différence de sévérité des attaques entre les cacaoyers plantés sous ombrage forestier et les cacaoyers plantés sous ombrage fruitier. Ce qui amène à penser que l'intensité de la lumière peut jouer un rôle sur l'intensification des attaques. En effet, le rôle de barrière est sensiblement similaire pour les arbres forestiers que les arbres fruitiers. La différence est constatée au niveau de la canopée et de l'indice d'ombrage.

Il a été constaté dans les présents travaux que l'hybride SNK 413 est moins sensible aux mirides que Bat 1. Cet hybride présente dans son ascendance certains parents dont la résistance aux mirides s'est avérée particulièrement marquée. Les variétés hybrides, parce qu'elles sont issues de croisements impliquant de nombreux parents d'origine génétique différente, présentent une diversité phénotypique nettement plus importante que les variétés de type Amelonado. (Efombagn, 2008). En revanche, certains arguments ont été avancés qui tendent à montrer que certains hybrides sont plus sensibles aux mirides que les variétés anciennes.

5. Conclusion

En comparant les différents taux de sensibilité moyen, il a été constaté l'influence de l'ombrage sur

la sensibilité de ces variétés aux mirides. Les variétés SNK 413 et Bat 1 résistent mieux lorsque l'ombrage est homogène, résistent moins lorsque l'ombrage est hétérogène et sont très sensibles lorsqu'elles sont sans ombrage. Globalement, SNK 413 est moins sensible aux mirides que Bat 1 dans les trois cas d'ombrage. La différence de taux de sensibilité observé dans tous les cas d'ombrage est faible. Ce qui laisse penser qu'en pépinière ces variétés présentent presque la même sensibilité aux mirides.

Un calcul de corrélations a montré que les notes d'ombrage homogène sont fortement corrélées à la faible sensibilité des feuilles et des cabosses, l'ombrage hétérogène à une moyenne sensibilité et plein soleil à une forte sensibilité. Par conséquent, la sensibilité d'une souche de cacaoyer aux mirides est élevée lorsqu'il est situé en plein soleil, et faible lorsqu'il est sous ombrage homogène.

Le type d'arbre assurant l'ombrage a une influence sur la sensibilité des cacaoyers. Ces variétés de cacaoyers sont plus sensibles aux mirides dans le cas où l'ombrage est assuré par les arbres fruitiers que dans le cas où il est assuré par les arbres forestiers. Bat 1 est plus sensible que SNK 413 sous l'ombrage fruitier comme sous l'ombrage forestier.

Bibliographie

- Anonyme (2008).** Programme de relance des filières Cacao/Café. *Manuel de travail*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER). Yaoundé, Cameroun. 26 p.
- Anonyme (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable : cas du Cameroun. Yaoundé, Cameroun, ONCC. 14p.
- Babin, R., Anikwe, J., Dibog, L. and Lumaret, J. (2011).** Effet of cocoa tree phenology and canopy microclimate on the performance of the mirid bug *sahlbergella singularis*. *Entomologia experimentalis et applicata*. 141 (1). Pp. 25-34.
- Barrel, M., Battini, J., Duris, D., Hekimian, L. et Trocmé, O. (2006).** Les plantes Stimulantes. *CIRAD-GRET Memento de l'agronome*, Ministère des Affaires étrangères. Paris, France. Pp. 105-106.
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D. et Somarriba, E. (1998).** Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, 38. Pp. 136-164.
- Braudeau, J. (1969).** Le cacaoyer. *Maisonneuve et*

Larousse, Paris (France), 304p.

Decazy, B., Lotodé, R. (1975). Comportement de familles hybrides de cacaoyers soumis aux attaques de *Helopeltis* Sign. *Café Cacao Thé* 19 : Pp. 303-306.

Efombagn, M. (2008). Diversité génétique et sélection du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) au Cameroun : approches participative, phénotypique et moléculaire. *Thèse de doctorat*. Université de Rennes 1. 149p.

Jagoret, P., Bouambi, E., Menimo, T., Domkam, I. et Batomen, F. (2008). Analyse de la diversité des systèmes de pratiques en cacaoculture. Cas du Centre Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(4). Pp. 167-177.

Lavabre, E., Decelle, J., Debord, P. (1962). Recherches sur les variations des populations de Mirides en Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé* 6. Pp. 287-295.

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2008). Programme de relance des filières Cacao / Café : *Manuel de travail*. Yaoundé, Cameroun: MINADER.

Mouen, B., Biéyssa, D., Njiayoum, I., Deumeni, J., Cilas, C. and Nottéghem J. (2007). Effect of cultural practices on the development of Arabica

coffee berry disease, caused by *Colletotrichum kahawae*. *European Journal of Plant pathology*, 119. Pp. 391-400.

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. 133 p.

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.

Sonwa, D., Nkongmeneck, B., Weise, S., Tchatat, M., Adesina, A. and Janssens, M. (2007). Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Cameroon. *Biodivers. Conserv.*, 16. Pp. 38-40.

Willson, K. (1999). Coffee, cocoa and tea. Wallingford, Grande Bretagne. *Cabi*. 300 p.

Wood, G. and Lass R. (1985). Cocoa. Fourth edition. Londres, Grande Bretagne, *Longman, Tropical Agriculture Series*. 620 p.

Wolfe, M. (2000). Crop strength through diversity. *Nature* 406. Pp. 65-67.

Contribution de la filière rotin au développement économique de la commune de Dzeng

Kouague N.N.O.¹, Foudjet A.E.² et Onana R.³

(1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun /
e-mail : oliviakouague@gmail.com

(2) **Superviseur Académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) **Encadreur Technique** : Ingénieur de Conception des Eaux, Forêts et de Chasses de la Mairie de Dzeng

1. Objectif Général

Déterminer la contribution de la filière rotin au développement économique de la commune de Dzeng.

2. Objectifs Spécifiques (OS)

OS 1 : Présenter un état des lieux de la contribution actuelle de la filière rotin dans la commune de Dzeng;

OS2 : Analyser les opportunités de marché actuellement existante ;

OS3 : Identifier des mesures efficaces pouvant améliorer la contribution de la filière rotin au développement économique de la commune de Dzeng.

3. Hypothèses

L'exploitation commerciale du rotin peut contribuer au développement économique de la commune de Dzeng.

H1 : La filière rotin permet l'amélioration des conditions de vie des ménages dans la commune de Dzeng ;

H2 : Des opportunités de marchés existent actuellement ;

H3 : Des mesures complémentaires à celles en cours de mise en œuvre peuvent éventuellement contribuer à améliorer la contribution de la filière rotin au développement économique de la commune de Dzeng.

4. Méthodologie

4.1. Zone d'étude

La Commune de Dzeng est située dans la Région du Centre, Département du Nyong et So'o plus précisément à 52 km de la ville de Yaoundé. Sa population est estimée à environ 17 000 habitants et les activités principales de la population sont

l'agriculture, l'élevage, la chasse, l'artisanat et le petit commerce. La forêt communale de Dzeng est constituée de trois blocs dénommés Bloc I, Bloc II et Bloc III dont la localisation géographique se présente ainsi qu'il suit :

- Le Bloc I Dzeng Nord comptant 26 villages d'une superficie de 7 113 ha qui s'étend entre 3°40' et 3°45' de latitude Nord d'une part et 11°43' et 11°49' de longitude Est d'autre part;

- Le bloc II Dzeng Centre comptent 17 villages avec une superficie de 8 323 ha et se situe entre 3°35' et 3°44' de latitude Nord d'une part et 11°46' et 11°53' de longitude Est d'autre part;

- Le bloc III Dzeng Sud comptant 9 villages avec une superficie de 5 776 ha et est compris entre 3°38' et 3°45' de latitude Nord et s'étire de 11°55' à 12°00' de longitude Est.

4.2. Méthode de collecte et de traitement des données

Pour mener à bien cette étude, il a été utilisé la méthodologie applicable aux données socio-économique, se déclinant en trois phases à savoir :

- La phase de précollecte s'est faite d'une part dans la commune de Dzeng, où il s'agissait de collecter les informations auprès des agents de la commune dans le but de connaître le nombre de villages impliqués dans l'exploitation et la transformation des cannes de rotin et d'autre part, dans les quartiers de la ville de Yaoundé où il était question de parcourir la ville afin d'identifier les sites de commercialisation des produits en rotin, d'identifier le nombre d'ateliers, enfin d'avoir une idée sur le nombre d'artisans exerçant dans ce sous-secteur.

- Phase de collecte proprement dite pendant laquelle les données primaires ont été collectées via les observations directes de terrain, l'entretien avec les personnes ressources et les enquêtes auprès des ménages ;

- La phase de traitement et d'analyse des données qui a fait appel à l'utilisation des logiciels Microsoft Office Word 2010, Excel 2010 et Arc GIS 10.1 pour les différentes cartes.

5. Résultats

R1.1 : Il existe cinq espèces de rotin dans la commune de Dzeng il s'agit de: *Eremospatha macrocarpa*, *Eremospatha wendlandiana*, *Calamus deëratus*, *Laccosperma secundiflorum* et *Eremospatha hookeri* seulement deux espèces sont régulièrement utilisées pour la réalisation des meubles et des hottes il s'agit de l'*Eremospatha macrocarpa*, et du *Laccosperma secundiflorum* et les zones de récolte sont Mebiene, Oboassi, Tsinga, Loum, Indibison, Afanakoue, Afanzan, Eboulboumou;

R1.2 : 55% des ménages ne sont pas impliqués dans la commercialisation du rotin, à cause du caractère très rude et pénible de l'activité, 27% par contre affirment ne pas maîtriser les techniques de transformation et pour 18% la ressource est sans valeur ;

R1.3 : L'agriculture est l'activité principale des ménages (60%). Elle est suivit de la carbonisation (15%) et d'autres activités telles que élevage et chasse sont représentées à hauteur de 20%, la vannerie quant à elle occupe une place très faible au sein des ménages seulement 5% sont essentiellement impliqués dans cette activité ;

R1.4 : Différents produits ressortent de la transformation des cannes brutes de rotin. Il a été recensé : les hottes, les salons, les étagères, les chaises, les claies et les naz. Cette transformation s'effectue à des fréquences plus ou moins variées, 50% s'y attèlent par moment, 31% transforment de manière journalière et 19% par contre transforment en cas de commande ;

R1.5 : Les revenus mensuels des artisans de la commune peuvent être estimés entre 15 000 FCFA et 150 000 FCFA. Ce qui leurs permettent de satisfaire leurs besoins de santé (23%), éducation (40%), habillement (15%), alimentation (12%) et autres (10%). En conclusion, la filière rotin contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages qui y sont impliqués.

R2.1 : Plusieurs produits ressortent de la transformation. En outre, les prix sont différents pour chaque produit. Plusieurs raisons sont à l'origine de cette variation de prix. La qualité du tissage (30%), le modèle (34%), la rareté de la matière première (26%) et autres (10%);

R2.2 : La demande est plus ou moins élevée, les clients viennent de divers horizons et de différentes classes sociales et chaque catégorie de client a ses préférences. Pour les étudiants, la demande est portée vers les étagères, chaises, les paniers d'ornement; les espaces commerciaux sollicitent beaucoup plus les paniers, plateaux, sous-plats et les personnes aisées quant à elles se tournent beaucoup plus vers les salons et salles à manger;

R2.3 : Cette demande fait face à de nombreux problèmes, les clients sont de plus en plus insatisfaits du fait de la mauvaise qualité du tissage (30%), la malhonnêteté de certains artisans (50%), autres (20%) ;

R2.4 : Les revenus sont satisfaisants. Un fournisseur peut en moyenne avoir un revenu mensuel estimé à 880 000 FCFA. Un artisan-commerçant peut avoir un revenu mensuel estimé à 1 650 000 FCFA;

R3.1 : Organisation des acteurs : la structuration d'une filière nécessite une réorganisation des agents économiques. La création des groupements (GIC) et des associations s'avèrent nécessaires avec la mise sur pied d'un plan marketing dans le but de conquérir d'avantage les marchés extérieurs ;

R3.2 : La mise en place d'un marché local de rotin au sein de la commune à travers l'organisation des foires et des salons d'exposition pourra permettre une amélioration remarquable des conditions de vie des ménages, une augmentation des recettes fiscales et surtout le développement des activités telles que l'écotourisme. Le revenu prévisionnel envisagé lors d'une vente est estimé à 1 280 000 FCFA avec une marge bénéficiaire de 980 000 FCFA soit un taux de rentabilité de plus de 100%;

R3.3 : le plan stratégique de développement de la filière rotin proposé contribue à rendre la filière formelle dans le but d'accroître les revenus et de pérenniser la ressource.

6. Discussion

La commercialisation du rotin contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages qui y sont impliqués. Ce résultat rejoint ceux d'Arnold

(1994), Tabuna (1999), Defo (2004), Prisco (2011) et Kahindo (2007). Selon ces auteurs, les PFNL ont une importance socio-économique relativement élevée. Par contre, pour Kouakou (2004), le rotin semble offrir une bonne opportunité pour le développement économique qui pourrait profiter au monde rural. Toutefois, la distribution des bénéfices est très déséquilibrée, les récolteurs reçoivent les plus faibles gains. Les résultats montrent également que, 5% des ménages sont essentiellement impliqués dans la vannerie, 60% font de l'agriculture leurs activités secondaire, 15% la carbonisation et 20% sont orientés vers la chasse et l'élevage. A cet égard, la vannerie dans la plupart des ménages est considérée comme une activité secondaire. Ce résultat rejoint celui de Kouakou (2004), pour qui les revenus générés par l'exploitation du rotin au niveau des récolteurs constituent un apport supplémentaire, à tel enseigne qu'aucun récolteur n'exerce cette activité de façon prépondérante.

L'analyse des opportunités de marchés réalisée dans la ville de Yaoundé révèle que, avec la gamme variée des produits fabriqués la demande est assez élevée et le revenu par atelier est satisfaisant. Néanmoins, le PIB au niveau national est difficilement mesuré compte tenu du faible taux des produits en rotin exporté. Par contre, les pays d'Asie du sud-est à l'instar de l'Indonésie, la Chine, la Malaisie, les Philippines, etc. sont reconnus comme des pays ayant pu intégrer la commercialisation du rotin dans leurs économies nationales.

7. Recommandations

- Au Gouvernement

- Mettre en place un cadre législatif et réglementaire harmonisé qui aborde de manière spécifique les questions liées à la commercialisation des produits forestiers non ligneux au niveau national;
- Sensibiliser les agents des Eaux et Forêts sur

la libre circulation des produits forestiers non ligneux ;

- Aménager un espace approprié qui sera alloué à la vannerie et à l'exposition de vente des chefs d'œuvres dans les divers marchés et dans certains coins de la ville.

- Aux ONG et Bailleurs de fond

- Sensibiliser les communautés sur la valeur économique du rotin et son importance dans la gestion durable de la forêt et l'amélioration de leur condition de vie ;
- Former les riverains aux techniques d'exploitation durables du rotin ;
- L'assistance technique et financière aux vanniers est importante afin de leur permettre de développer leurs secteurs d'activités.

- A la Commune de Dzeng

- De créer une coopération de commercialisation et de transformation du rotin ;
- D'expérimenter la commercialisation des produits en rotin au sein de la commune et des cannes brutes dans les marchés de Yaoundé afin de confirmer sa faisabilité ;
- De valoriser davantage cette ressource dans le but d'augmenter une valeur à leur économie locale.

Mots clés : *PFNL, filière rotin, développement économique, gestion durable des ressources naturelles*

Mémoire de Master Professionnel en Economie et Management de l'Environnement soutenu le 17 octobre 2018 au CRESA Forêt-Bois en République du Cameroun.

Contribution à la réduction de l'exploitation forestière sur la végétation ligneuse et sur le sol : Cas de la forêt communale de Minta, AAC 1-4 au Cameroun

Dzeudjou K.L.A.¹, Foudjet A.E.² et Asseng V.A.³

(1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/
e-mail : aureliendzeudjou@yahoo.com

(2) **Superviseur Académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) **Encadreur Technique** : Ingénieur de Conception des Eaux, Forêts et Chasses, Responsable de la Cellule d'Aménagement de la COFA à Minta

1. Objectif général

Contribuer à la réduction des dégâts d'exploitation sur le sol et la végétation ligneuse en dessous des 7% à travers une exploitation forestière à impact réduit.

2. Objectifs Spécifiques (OS)

OS1 : déterminer et quantifier les dégâts occasionnés par les activités d'exploitation forestière sur les tiges d'avenirs ;

OS2 : déterminer la superficie moyenne du sol perturbé par chaque activité forestière ainsi que le taux de perturbation ;

OS3 : définir les méthodes fiables permettant d'atténuer ces dégâts.

3. Hypothèses

La connaissance du taux de dégâts de l'exploitation forestière sur le sol et sur la végétation ligneuse ainsi que la mise en œuvre des mesures d'atténuations peuvent permettre à l'entreprise exploitante de réduire ses dégâts.

H1 : les tiges possédant les plus petits diamètres sont celles qui subissent le plus de dégâts causés par l'abattage ;

H2 : la détermination du taux de perturbation est fonction des causes de dégâts sur le sol forestier ;

H3 : L'abattage directionnel est une méthode qui peut réduire à lui seul les dégâts sur le peuplement résiduel.

4. Méthodologie

4.1. Zone d'étude

La forêt communale de Minta est située dans la Région du Centre, Département de la Haute Sanaga, et plus précisément dans l'Arrondissement de Minta. Cette forêt en tant que UFA (Unité Forestière d'Aménagement)

compte six UFE (Unité Forestière d'Exploitation) et chaque UFE comporte 5 AAC (Assiette Annuelle de Coupe) parmi lesquelles l'AAC 1-4.

4.2 Méthode de collecte et de traitement des données

Pour mener à bien cette étude, il a été utilisé la méthodologie applicable à l'audit environnemental et social, se déclinant en trois phases à savoir :

- La phase préparatoire au cours de laquelle se sont effectuées le choix du site de l'étude avec l'encadreur technique en entreprise, l'organisation matérielle et la collecte des données secondaires à travers la recherche documentaire ;
- La phase d'inventaire d'exploitation proprement dite pendant laquelle les données primaires ont été collectées via les observations directes de terrain, l'inventaire des essences forestières et leurs ;
- La phase de traitement et d'analyse des données qui a fait appel à l'utilisation des logiciels SPSS, Microsoft Office Word 2013, Excel 2013.

5. Résultats

R1.1 : l'abattage est l'opération qui occasionne le plus de dégâts sur le peuplement forestier avec 4,73% sur le peuplement résiduel et 4,71% sur le peuplement initial ; le débardage suit et contribue à 3,72% dans la destruction du peuplement résiduel et 3,70% sur le peuplement initial ; l'ouverture des parcs est l'opération qui détruit le moins avec 2,13% de dégâts sur le peuplement résiduel et 2,11% sur le peuplement initial. Le taux de dégâts de l'exploitation forestière sur le peuplement résiduel est de 10,58% et 10,52% sur le peuplement initial.

R1.2 : Les dégâts « minimes » constituent 53% des tiges endommagées par les opérations d'exploitation et les proportions des trois sous-entités sont : le type

« écorcé » (20%), le type « incliné » (10%) et le type « ébranché » (23%). Les dégâts « graves » constituent 47%, scindés en type « cassé » (14 %), « arraché » (23 %), « renversé » (10 %).

R2.1 : La surface du sol détruit par l'abattage est égale à 8 934 m² (0,8 ha) soit les 3,57% de la surface étudiée. La surface du sol détruite par le débardage est de 9 681 m² (0,96 ha) soit 3,87% de la surface échantillonnée (25ha). La surface détruite par l'ouverture des parcs à bois est de 849 m² 0,33% de la surface étudiée. La surface détruite par l'ouverture des routes est de 2954,84 m² soit 1,18% de la surface étudiée.

R2.2 : Le débardage est l'opération forestière qui cause le plus de dégâts sur le sol avec un taux de perturbation de 3,87% sur le sol de la parcelle échantillon ; l'abattage suit avec un taux de perturbation de 3,57% ; l'ouverture des routes occasionne moins de dégâts que l'abattage avec un taux de 1,18% et l'ouverture des parcs est l'opération forestière qui cause le moins de dégâts sur le sol car elle contribue pour 0,33% seulement.

R2.3 : Pour une surface totale perturbée de 22 418,84 m² équivalent à 2,241 ha, le taux de perturbation sur le sol est égal à 8,95% sur la surface du sol étudiée c'est-à-dire 8,96% si on l'extrapole à l'échelle de la surface de l'AAC 1-4.

R3 : Les mesures d'atténuation des impacts négatifs sur le peuplement résiduel sont suggérées selon les normes d'intervention en milieu forestier et selon les méthodes d'exploitation à impact réduit. Ces mesures sont présentées par chaque activité d'exploitation.

6. Discussion

Le taux de dégât dépend de la hauteur et de la largeur du houppier. Plus la cime de l'arbre abattu est grande, plus les dégâts qu'elle va causer lors de sa chute seront nombreux et plus ou moins graves. Surtout dans le cas où la chute de l'arbre n'est pas orientée convenablement ou alors lorsque le déliantage n'a pas été exécuté afin d'amoinrir les dégâts sur le peuplement. Cette remarque coïncide avec celle de Eba'a Atyi et al. (2013) qui pensent que les techniques d'abattage orientées et contrôlées permettent de limiter l'impact de la chute d'un arbre sur le peuplement résiduel. Les tiges de petit diamètre (93% pour les classes de diamètre allant de I à IV) sont plus endommagées que celles possédant un grand diamètre. Cette remarque concorde avec celles faites par Ntaintie (2015) et Fosso (2012) qui ont montré respectivement que 63% et 82% de tiges

endommagées appartenaient aux mêmes classes de diamètre. Le taux de dégâts (10,58%) sur le peuplement résiduel au cours de cette étude diffère de celui de Fosso (2012) avec 19,24% et de Kwopi (2000) avec 8,63% ou encore de celui de Ntaintie (2015) à 10%. Ce taux de dégât pourrait dépendre : du taux de prélèvement, du taux de sondage (1,51% pour Fosso, 0,86% pour Ntaintie et 1,06% pour cette étude), de la densité du peuplement (490,14 tiges/ha dans le cadre de l'étude que Fosso a menée, contre seulement 294,52 tiges/ha pour cette étude). Le taux de perturbation du sol qui ressort de cette étude est assez considérable avec 2,24 ha soit 8,95% de la surface du sol car il est toujours considéré comme un danger avec les conséquences des multiples passages des engins. Il s'agit de : l'écrasement, le compactage, le scalpage, le tassement plus ou moins fort, le gradient de décapage avec enlèvement plus ou moins poussé de la matière organique et nous pouvons y ajouter les conséquences sur la régénération du peuplement.

7. Recommandations

- Le gouvernement doit : Alléger ou subventionner la certification, car la certification coûte extrêmement chère et les entreprises ne se sentent pas obligées de se faire certifier ; instaurer un seuil maximal d'intensité d'exploitation afin de limiter les dégâts sur le peuplement résiduel et la ressource d'avenir et veiller au respect de ce seuil en mettant en exergue des mesures répressives ; délivrer les PAO aux entreprises qui diversifient les espèces qu'ils souhaitent exploiter ; Obliger les titulaires de permis d'exploitation à avoir dans leur cahier de charges, des activités de reboisement.
- Les exploitants forestiers doivent : Intégrer un reboisement accentué comme activité dans le cahier de charges, veiller au respect et à l'application des procédures internes sur le débardage en sensibilisant l'équipe en charge sur le respect de la planification des pistes de débardage prévues ; réduire le nombre de parcs et les largeurs des routes, puis augmenter la surface moyenne des parcs pour un meilleur ratio de capacité de charge par unité de surface.

Mots clés : *Sol, végétation ligneuse, forêt communale, exploitation forestière à impact réduit, dégâts d'exploitation.*

Mémoire de Master en Aménagement des ressources forestières et fauniques soutenu le 18 octobre 2018 au CRESA Forêt-Bois en République de Cameroun.

Un Ensemble de compétences au Service du Bassin du Congo

La formation au cœur



de la gestion durable

RÉSEAU DES INSTITUTIONS DE FORMATION FORESTIÈRE ET ENVIRONNEMENTALE D'AFRIQUE CENTRALE



DES MÉTIERS
ET DES HOMMES

DES FORMATIONS ADAPTEES POUR UNE
INSERTION SOCIOPROFESSIONNELLE REUSSIE

Cap sur la prochaine Convention sur la Diversité Biologique de Pékin en 2020

Parmi les objectifs de campagne électorale pour l'environnement et la transition écologique d'Emmanuel Macron figure la volonté de placer «la France en tête du combat contre les perturbateurs endocriniens et les pesticides. Ils sont l'une des principales causes de l'augmentation des cancers des enfants depuis vingt ans.». Dans les faits, le gouvernement a voté la loi de la Commission Européenne sur la réglementation des perturbateurs endocriniens le 4 juillet 2017. Le règlement d'exécution renouvelant l'utilisation de la substance glyphosate pour cinq ans a été adopté par la Commission Européenne, laissant aux Etats la prérogative de contrôler les autorisations de mise sur le marché de produits contenant ladite substance.

Fort de déclarations de bonnes intentions et d'objectifs revus à la baisse, la Convention sur la Diversité Biologique qui aura lieu en 2020 à Pékin s'inscrit comme la traité visant à renforcer l'action à l'échelle européenne par l'adoption d'un plan stratégique post 2020.

Un des premiers enjeux de ce sommet international est l'établissement du bilan des politiques menées dans le domaine de la biodiversité sur la période 2010-2020. En août dernier, l'ex-Ministre de l'Ecologie s'offusquait à propos du bilan écologique actuel «30% d'oiseaux en moins en quelques années, 80% d'insectes en moins à l'échelle européenne». Les cinq buts stratégiques fixés lors de la COP1° de Nagoya en 2010, dits objectifs d'Aichi n'étant pas respectés, il s'agira en effet pour les Etats partis de

trouver un consensus et de redéterminer le régime de la convention.

Rappelons que les points clés des objectifs d'Aichi sont l'encouragement de l'utilisation durable, la maîtrise des stocks de carbone, la valorisation et prise en compte des coutumes locales autochtones respectueuses de l'environnement, la mise en place d'un réseau reliés d'aires protégées.

Fort de ce bilan, il s'agira pour les 23 pays partenaires de l'UE, parties à la Convention sur la Diversité Biologique de prendre des engagements concrets à l'échelle nationale. De surcroît, des outils devront être mis en oeuvre afin de maintenir la dynamique favorisant les engagements pour la COP15. L'accent a été mis lors de la dernière COP14 qui a eu lieu en Egypte (Charm el Cheikh), sur l'urgence de certaines mesures à prendre concernant l'impact des évolutions technologiques en matière de biosécurité.

Des acteurs plus nombreux pour des engagements plus forts : le compromis «bottom-up»

Les Etats partis à la Convention sur la Diversité Biologique ont pour objectif de renforcer la coopération entre Etats de l'UE et d'ouvrir le champ d'action à des pays tels que la Chine dans le but de maintenir des engagements plus ambitieux. Les engagements lieront des instances non-étatiques à travers la participation de grandes entreprises du secteur de l'agroalimentaire, du bois ou du caoutchou, par ailleurs engagées au sein de la Tropical Forest Alliance 2020.

Atelier sous régional du Groupe de travail Climat de la COMIFAC

Du 5 au 7 mars 2019 à Malabo en République de Guinée Équatoriale

S'est tenu un atelier du Groupe de travail Climat de la COMIFAC du 5 au 7 mars 2019 à Malabo en Guinée Équatoriale. Il portait sur le décryptage de la COP 24, de préparation des échéances futures sous la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et validation des notes conceptuelles des projets régionaux.

Intervenant à la cérémonie d'ouverture, le Facilitateur du PFBC a relevé que dans le cadre du suivi de la mise en oeuvre des Accords de Paris, et de la récente COP 24 en Pologne, la Facilitation du PFBC a encouragé les participants à valoriser la sous-région à travers un

portefeuille robuste des propositions a financement des fonds climatiques, et surtout permettre aux pays de la sous-région COMIFAC de traduire en valeur économique leurs Contributions déterminées.

La Facilitation dans le cadre de son mandat, reste attentive aux conclusions de ces travaux, et se rendra disponible, le cas échéant à jouer son rôle avec les collèges des bailleurs PFBC et des autres initiatives internationales en lien avec la question climatique. L'atelier a regroupé une trentaine de participants entre autres :

- Les Directeurs en charge des Changements

Climatiques / Les Points focaux nationaux de la CCNUCC / Les Points Focaux CDN;

- Les Entités Nationales désignées au CTCN ;
- Les Points Focaux/coordonnateurs des Autorités Nationales Désignées du FVC ;
- Les Représentants du Secrétariat Exécutif de la COMIFAC.
- Les Experts du CTCN et autres partenaires
- Les partenaires de préparation des projets régionaux, déjà approuvés.

L'objectif général de l'atelier était d'examiner les opportunités d'accélérer la mise en œuvre de l'accord de Paris dans les pays de l'espace COMIFAC au lendemain de la COP 24 de la CCNUCC. Il s'agissait spécifiquement de:

- Permettre aux participants de mieux appréhender la portée des conclusions de la COP24, en général, et de celles concernant les points d'intérêt de l'espace COMIFAC en particulier ;
- Élaborer une stratégie de participation de la sous-région aux échéances futures sous la CCNUCC (50^{èmes} sessions des organes subsidiaires de la CCNUCC, CdP 25/CMP15 et CMA 2)
- Valider deux (02) requêtes des projets régionaux portant respectivement sur (i) la réalisation d'une

évaluation des Besoins Technologies (EBT) et d'un plan d'Action technologique (PAT) en vue de la mise en œuvre des CDN et (ii) la réalisation d'une étude de faisabilité pour la valorisation des déchets et de la biomasse forestière dans les pays de la COMIFAC ;

- Renforcer la collaboration entre les END au CTCN et les AND au FVC dans le montage de projets au niveau national ;
 - sensibiliser les AND et les END au sujet de la collaboration entre le CTCN et le FVC sur la facilitation de l'accès à des technologies respectueuses de l'environnement permettant de lutter contre le changement climatique et ses effets, conformément aux directives du Conseil du FVC (Décision B.14/02) et de la CCNUCC (en particulier les paragraphes 4 et 7 de la Décision 14/CP.22 sur les relations entre le mécanisme technologique et le mécanisme financier de la Convention) ;
 - Faire endosser (co-signature) par les AND au FVC de chaque pays requérant la requête sur l'Évaluation des besoins technologiques s'appuyant sur le financement à travers la Readiness Programme du FVC;
- Passer en revue les différents projets régionaux déjà initiés.

Lutte contre la commercialisation des espèces protégées : un protocole d'accord signé entre la douane camerounaise et l'Ong Last Great Ape

Le 7 mars à Douala en République du Cameroun

Un protocole d'accord sur la lutte contre la commercialisation des espèces protégées a été signé le 07 mars à Douala au Cameroun entre la Direction générale des douanes du Cameroun et l'Ong Last Great Ape (LAGA). Ce protocole d'accord permettra de former les agents des douanes en matière de lutte contre les espèces protégées à l'exemple du trafic des écailles de pangolin qui prend de l'ampleur au Cameroun. Vingt mille tonnes d'écailles de pangolin

saisies en moins de 5 ans au Cameroun et 0,4 à 2,7 millions de pangolins tués par an dans la sous-région Afrique centrale, annonçait l'Ong Traffic Ong Internationale le 22 février 2019 à Yaoundé lors de la mise sur pied d'un groupe de travail appelé Workshop Cameroon Pangolin chargé de mieux adresser la question de l'exploitation illégale des pangolins au Cameroun et en Afrique centrale.

AGENDA

Terre, Biodiversité et Climat - Un sommet dédié à la société civile : Désertif'actions 2019

du 19 au 22 juin 2019 Ouagadougou

ONG, scientifiques, collectivités locales, institutions internationales, acteurs du secteurs privés et publics... tous se donnent rendez vous à Ouagadougou pour débattre et partager leur positions concernant le domaine de la dégradation des terres, de la lutte

contre la désertification, de la biodiversité, du changement climatique et de leurs conséquences au nord comme au sud.

Inédite par son caractère, cette manifestation multi-acteurs fait se rencontrer 300 participants du monde

Nouvelles

entier pour développer un dialogue pérenne entre les communautés d'acteurs de la lutte contre la dégradation des terres et du climat et réaffirmer la détermination de l'ensemble des acteurs de terrain à placer les terres au centre des actions locales et des agendas internationaux.

Désertif'actions 2019 se veut une réponse concrète à une nécessité d'action en créant des synergies entre

les acteurs de la gestion durable des terres, de la biodiversité et du climat.

Désertif'actions lance un appel à poster pour valoriser les travaux de ses participants. Prenez connaissance de la procédure à suivre et proposez votre poster avant le 22 avril.

Plus d'infos et inscription sur www.desertif-actions.org

Appel à inscription - Université Francophone d'Été de Lyon 2019

17 au 21 juin 2019

L'Institut international pour la Francophonie (2IF) de l'Université Jean Moulin Lyon 3 organise l'Université francophone d'été de Lyon 2019. Cette formation se déroulera à Lyon du 17 au 21 juin 2019 sur le thème « Patrimoine et développement local ».

Organisée avec le soutien du Conseil régional Auvergne-Rhône-Alpes, en partenariat avec l'Organisation internationale de la Francophonie et l'Association internationale des Régions Francophones, l'université francophone d'été est ouverte aux parlementaires, élus locaux, hauts fonctionnaires, cadres territoriaux, responsables de coopérations internationales, chefs de projets, experts, universitaires, acteurs du monde sportif et culturel, etc.

Les ateliers et les tables-rondes permettront aux auditeurs d'échanger sur leurs expériences, de partager leurs bonnes pratiques et de créer entre eux

des relations favorables à l'émergence de nouveaux projets et de coopérations fructueuses.

Vous pouvez télécharger la plaquette de présentation et la fiche d'inscription sur le site internet de 2IF: <https://2if.universite-lyon.fr/universite-francophone-d-ete--27753.kjsp?RH=1526454516802&RF=1526481552587>.

Si vous souhaitez y participer, merci de nous transmettre les dossiers de candidature avant le 31 mai 2019 par voie électronique à 2if@univ-lyon3.fr ou par voie postale à : Université Jean Moulin Lyon 3, Institut international pour la Francophonie, 1C avenue des Frères Lumière | CS 78242 - 69372 LYON CEDEX 08, France.

L'université francophone d'été de Lyon 2019 sera sanctionnée par un certificat de participation délivré par l'Université Jean Moulin Lyon 3 en fin de formation.

Formation: les instruments des politiques environnementales (changements climatiques et biodiversité)

Du 26 au 30 Août 2019

Cette formation professionnelle se déroulera sur 5 jours, du 26 au 30 août 2019, au CIRAD (Montpellier). À la fin de la formation, les participants seront en mesure de comprendre les principaux instruments des politiques publiques utilisés dans le monde pour la gestion de l'environnement, des ressources naturelles et de la biodiversité, et pour l'adaptation aux changements climatiques. Ils seront en mesure de concevoir des politiques publiques environnementales fondées sur l'utilisation pertinente et la combinaison de différents instruments économiques et juridiques.

Plus d'informations : <https://www.cirad.fr/enseignement-formation/formation-professionnelle/changement-climatique-et-biodiversite-instruments-economiques-et-juridiques>

Formulaire et modalité d'inscription : <https://www.cirad.fr/content/download/13212/157144/version/1/file/Formulaire+et+modalites+d%27inscription+formation+changement+climatique+et+biodiversit%C3%A9.pdf>

Sources : Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC / www.pfbc-cbfp.org)

Système d'Information Francophone pour le Développement Durable (Méditerranée / www.mediaterrre.org)

Formidables fourmis !

Auteurs : Luc Passera, Alex Wild ; ISBN : 978-2-7592-2512-5

Editeur : Quae ; Parution : 27/10/2016 ; Nb de pages : 160

La vie sociale des fourmis n'a rien à envier à celle de l'humanité : elles ont conquis le monde terrestre en déployant des comportements souvent stupéfiants !

Ultra-organisées, elles gèrent des équipes spécialisées et combattent pour défendre leur nid en usant d'armes chimiques ou d'individus kamikazes. Trouver leur nourriture est un jeu d'enfant : elles tracent des pistes avec sens interdits et indications sur le butin, cultivent les champignons et prennent le miellat des pucerons ! Elles s'associent même à des arbres qu'elles défendent en échange du gîte et du couvert.

L'hygiène est leur souci constant : grâce à la désinfection du nid, elles neutralisent les épidémies en produisant antibiotiques et fongicides.

Capables de coloniser les déserts les plus brûlants, l'Arctique glacial ou les zones inondables, dériver sur un radeau ou même nager ne les effraient pas !

Ce petit peuple hyperactif ignore la retraite, les individus âgés se reconvertissant dans de dangereuses tâches de sécurité.

Les structures sociales de ce microcosme animal s'entrechoquent avec celles de notre société humaine : même souci de protéger descendance ou territoire, même soif d'expansion et de conquête.

Toujours insolites, les solutions adaptatives que l'évolution a imaginées pour les fourmis sont contées ici avec les mots de tous les jours et magnifiées par plus de 150 photos où la précision scientifique s'allie à l'esthétisme.

Les 10 millions de milliards de fourmis vivant sous nos pas éveillent un autre regard sur nous-mêmes : comme nous le verrons dans l'ouvrage, la sophistication sociale n'est pas l'apanage de l'homme!

La vie secrète des arbres

Auteurs : Michel Picouet, Mongi Sghaier, Didier Genin, Ali Abaab, Henri Guillaume et Mohamed Elloumi Auteurs : Peter Wohlleben, Corinne Tresca ; ISBN : 978-2-35204-627-1 EAN : 9782352046271

Editeur : Les Arènes ; Date de parution : 02/03/2017

QUE SAVONS-NOUS DES ARBRES ? Les arbres sont des êtres sociaux. Ils peuvent compter, apprendre et mémoriser, se comporter en infirmiers pour les voisins malades, envoyer des signaux pour avertir d'un danger, ils gardent les anciennes souches de compagnons abattus vivants depuis des siècles en les nourrissant avec une solution de sucre par leurs racines.

Et ce n'est pas tout... Après la lecture de ce livre, le lecteur pourra appliquer à chaque pas ce décryptage qui nous fait rentrer dans un monde organisé en société : ses faibles, ses forts, ses obligations

d'entraide etc ... Vos promenades en forêt vont prendre une toute nouvelle dimension ! UNE MERVEILLE DE PÉDAGOGIE POUR TOUS LES PUBLICS « Le langage scientifique supprime l'émotion, et les gens ne comprennent plus rien.

J'utilise un langage humain. Quand j'écris « les arbres allaitent leurs enfants ' tout le monde sait tout de suite ce que je veux dire », explique l'auteur. Une des raisons de ce succès planétaire réside dans ce tour de force littéraire et dans la manière dont l'ouvrage éveille chez les lecteurs une curiosité enfantine pour les rouages secrets de la nature.

Les 60 meilleurs champignons comestibles

Auteurs : Guillaume Eyssartier, Pierre Roux ; ISBN : 978-2-410-01219-4 EAN : 9782410012194

Editeur : Belin ; Date de parution : 08/09/2017 ; Nb. de pages : 176 pages

Ce guide, écrit par deux mycologues reconnus, est un guide de terrain pour apprendre à reconnaître sans

se tromper 50 champignons comestibles et découvrir comment les cuisiner. Chaque champignon fait l'objet

Suggestions de Lecture

d'une fiche illustrée d'une grande photo légendée et comportant des informations pratiques : les bons coins pour le découvrir, une description précise pour bien l'identifier, un calendrier pour savoir quand le cueillir, les risques de confusion pour ne pas se tromper, des conseils pratiques sur la meilleure manière de les cuisiner.

Sa couverture plastifiée en fait un vrai guide d'identification sur le terrain. Compagnon indispensable de vos ballades, il vous permettra d'identifier à coup sûr les meilleurs champignons comestibles et vous apportera des conseils culinaires précieux.

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.

Représenter la nature ? ONG et biodiversité

Auteur : Catherine Aubertin ; ISBN (Édition imprimée) : 9782709915687 ; ISBN électronique : 9782709918039 ; DOI : 10.4000/books.irdeditions.5635

Éditeur : IRD Éditions ; Collection : Objectifs Suds ; Année : 2005 ; Nombre de pages : 210 p.

La biodiversité, « objet » environnemental récent, et les ONG, acteurs désormais indispensables de la régulation environnementale, entretiennent des rapports étroits. La notion de biodiversité a largement pris forme et sens grâce aux ONG, dans les forums internationaux comme sur le terrain. Parallèlement, la consécration politique de la biodiversité et les modes de gestion qui l'accompagnent ont légitimé les interventions des ONG. Tantôt comme contre-pouvoir face aux États, tantôt comme parties prenantes du nouvel ordre écologique et économique mondial, parfois au sein d'alliances avec des firmes, elles sont devenues un pivot des politiques de protection

de l'environnement. Ce sont ces relations intimes entre ONG et biodiversité que le présent ouvrage se propose d'explorer.

Comment les ONG sont-elles devenues des porte-parole de la biodiversité, avec quel mandat de négociation, avec quelle influence réelle ?

Comment les représentations et pratiques que recouvrent aujourd'hui biodiversité et ONG se sont-elles imposées ? Ces notions viennent-elles vraiment qualifier des objets nouveaux ?

La notion de biodiversité revêt-elle une portée opérationnelle tant pour les sciences de la vie que pour les décideurs ?

Suggestions de Lecture

Les ONG ont-elles des spécificités qui exigent des outils analytiques particuliers ?

Les auteurs, sociologues, économistes et politistes, s'interrogent sur la validité scientifique des notions

d'ONG et de biodiversité et nous convient à une réflexion critique sur les modes de gouvernement qui prétendent encadrer les relations entre les sociétés et la nature.

Le petit livre du climat

Auteurs : Frédéric Dufourg, Patrice Martin ; ISBN : 978-2-84795-349-7

Editeur : L'esprit du temps ; 142 pages ; Date de parution : 23/06/2016

Le changement climatique s'installe chaque année de façon plus prononcée : hausse des températures et des précipitations, montée des océans, érosion du littoral, épisodes météorologiques exceptionnels... Le Petit livre du climat permet de comprendre les bouleversements actuels et à venir. Il montre de façon simple et claire comment l'activité humaine agit sur le climat

et propose des solutions pour les générations à venir. Comment atténuer les excès du changement climatique en influant sur les transports, l'habitat, la nutrition, la gestion des déchets ? Une nouvelle économie est en train de s'installer pour le bien-être de tous et celui de nos enfants. Le monde de demain sera bien différent de celui d'aujourd'hui.

Ecologie

Auteur : Claire Tirard ; EAN13 : 9782100701742

Editeur : Dunod ; Collection : Tout le cours en fiches ; 592 pages ; Date de parution : 21/09/2016

Cet ouvrage fait la synthèse des principaux concepts de l'écologie enseignés de la Licence au Master. La présentation est adaptée aux besoins des étudiants préparant un examen ou un concours: fiches synthétiques associant un concept fondamental à des exemples, nombreux schémas, QCM avec corrections argumentées.

Les plus de cet ouvrage sont : 100 fiches pour rete-

nir l'essentiel, 40 QCM corrigés pour s'auto-évaluer, des focus pour découvrir les aspects historiques, techniques ou sociologiques de l'écologie, de nombreux schémas illustrent la présentation des concepts ; En fin de chapitre, des questions de révision permettent de s'auto-évaluer et des ressources numériques sont disponibles sur le site de l'éditeur.

Mémento du forestier tropical + Clé USB

Auteur : Collectif Quae ; EAN13 : 9782759223404

Editeur : Quae ; 1198 pages ; Date de parution : 01/01/2016

La forêt tropicale est un sujet majeur des grands débats planétaires, au cœur des questions de développement durable pour des enjeux écologiques, autant qu'économiques et sociaux. Ses impacts sont multiples tant sur les équilibres climatiques et biologiques que sur le bien-être des populations, à l'échelle locale et mondiale.

Après un état des lieux des écosystèmes forestiers tropicaux et de l'environnement institutionnel, le Mémento du forestier tropical aborde les questions et les concepts incontournables pour s'orienter vers une gestion durable des forêts, face aux menaces ac-

tuelles et futures. Il détaille l'ensemble des méthodes et des processus et préconise de bonnes pratiques.

Cet ouvrage fournit aux décideurs, aux praticiens et à tous les acteurs de la filière un ensemble de savoirs et de savoir-faire pour gérer durablement les forêts tropicales.

L'ouvrage comporte une clé USB comprenant la version électronique enrichie d'informations détaillées, d'une bibliographie complète et de plus de 1 000 illustrations en couleur.

Atlas des bois tropicaux - Caractéristiques technologiques et utilisations

Coordinateur : Jean Gérard ; ISBN-13978-2-7592-2550-7

Editeur : Quae ; 1000 pages ; Année de publication : 2016

Cet ouvrage présente des informations technologiques sur les bois destinées à tous les professionnels qui transforment et mettent en œuvre des bois tempérés ou tropicaux. Il réunit les principales caractéristiques technologiques de 283 essences tropicales et 17 essences de régions tempérées les plus employées en Europe, associées à leurs principales utilisations. Chaque fiche descriptive est assortie de deux photos de débit (dosse ou quartier, faux quartier), de deux macrophotographies, et, pour certaines espèces, d'une illustration d'usage.

Les opérateurs de la filière bois en seront les principaux utilisateurs, qu'ils soient producteurs (gestionnaires forestiers, sociétés d'exploitation, décideurs politiques) ou consommateurs (importateurs, négociants, transformateurs, utilisateurs, architectes, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage). Cet Atlas

constitue un outil pédagogique de référence pour les enseignements et les formations concernant les secteurs des forêts et du bois en région tropicale. Il a pour but de promouvoir pour chacune des essences les utilisations les plus appropriées en fonction de ses caractéristiques, en respectant l'adage « le bon bois au bon endroit ».

Cet ouvrage a été réalisé par l'équipe Bois de l'unité de recherche BioWooEB du Cirad grâce au soutien financier de l'Organisation internationale des Bois tropicaux (OIBT) et avec l'appui de l'Association technique internationale des Bois tropicaux (ATIBT). Il est issu des résultats de trente années de recherche en sciences technologie du bois fournis par de nombreux contributeurs. Il est coordonné au logiciel Tropix (version 7) édité par le Cirad.

Pesticides - Des impacts aux changements de pratiques

Auteurs : Edwige Charbonnier, Aïcha Ronceux, Anne-Sophie Carpentier, Hélène Soubelet, Enrique Barriuso ; EAN13 : 9782759223435

Editeur : Quae ; 400 pages ; Date de parution : 18/06/2015

Les pesticides font aujourd'hui l'objet d'enjeux environnementaux considérables. Dès 1999, le ministère français chargé de l'Écologie a mis en place le programme de recherche «Évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides». Dans ce cadre, 57 projets de recherche ont été lancés afin d'accroître la connaissance des risques et d'aider les acteurs du domaine à mettre en œuvre des actions pour les réduire.

Cet ouvrage présente les avancées majeures de ce programme à travers quatre thématiques principales : transferts de pesticides et réduction de la contamination de l'environnement ; effets des pesticides et réduction des impacts sur les organismes et les éco-

systemes ; pratiques agronomiques innovantes pour réduire l'utilisation des pesticides ; accompagnement des acteurs pour réduire les risques liés aux pesticides.

Les décideurs, porteurs de politiques publiques, professionnels du monde agricole ou encore gestionnaires de l'environnement y trouveront des éléments pour estimer les risques liés à l'utilisation de ces produits et agir en faveur de pratiques agricoles plus économes en pesticides. Les enseignants mais aussi les étudiants accéderont à une synthèse des connaissances, étoffée de nombreuses références bibliographiques. Enfin, l'ouvrage identifie certaines lacunes scientifiques de la problématique et ouvre la réflexion sur de futures pistes de recherche.

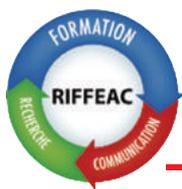
« Articles récents sur la REDD+ »

- 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

Suggestions de Lecture

- Larson, Anne. 2010. Forest Tenure Reform in the Age of Climate Change: Lessons for REDD+. *Global Environmental Change*. <http://dx.doi.org/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
- 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>



Revue Scientifique et Technique

Forêt & Environnement

Bassin du Congo

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 efficace?
- Est-ce qu'il présente seulement des éléments qui ont été abordés dans le texte?
- Est-ce que la portée de l'étude est bien précisée.

Directives aux Auteurs

Introduction

L'introduction devrait résumer les recherches pertinentes pour fournir un contexte et expliquer, s'il y a lieu, si les résultats de ces recherches sont contestés. Les auteurs doivent fournir une revue concise de la problématique, tout en évitant de produire une revue trop détaillée de la littérature ou un résumé exhaustif des résultats des recherches citées. Les objectifs du travail y sont énoncés, suivis des hypothèses et de la conception expérimentale générale ou une méthode.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que l'introduction relie le manuscrit à la problématique traitée ?
- Est-ce que l'objectif est clairement expliqué ?
- Est-ce que le propos véhiculé se limite à l'objectif et à la portée de l'étude ?

Matériel et Méthodes (Material and Methods)

L'auteur précise ici comment les données ont été recueillies et comment les analyses ont été conduites (analyses de laboratoire, tests statistiques, types d'analyses statistiques). La méthode doit être concise et fournir suffisamment des détails pour permettre de reproduire la recherche. Les méthodes déjà publiées doivent être indiquées par une référence (dans ce cas, seules des modifications pertinentes devraient être décrites).

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que la méthode décrite est appropriée pour répondre à la question posée? Est-ce que l'échantillonnage est approprié?
- Est-ce que l'équipement et le matériel ont été suffisamment décrits? Est-ce que l'article décrit clairement le type de données enregistrées et le type de mesure?
- Y a-t-il suffisamment d'information pour permettre de reproduire la recherche?
- Est-ce que le détail de la méthode permet de comprendre la conception de l'étude et de juger de la validité des résultats?

Résultats

Les résultats doivent être clairs et concis et mettre en évidence certains résultats rapportés dans les tableaux. Il faut éviter les redites de données dans

le texte, les figures et les tableaux. Le texte doit plutôt servir à guider le lecteur vers les faits saillants qui ressortent des résultats. Ces derniers doivent être clairement établis et dans un ordre logique. L'interprétation des résultats ne devraient pas être incluse dans cette section (propos rapportés dans la discussion). Aussi, il peut être avantageux à l'occasion de présenter certains résultats en annexe, pour présenter certains résultats complémentaires.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Est-ce que les analyses appropriées ont été effectuées?
- Est-ce que les analyses statistiques ont été correctement réalisées? Est-ce que les résultats sont rapportés correctement?
- Les résultats répondent-ils aux questions et aux hypothèses posées ?

Discussion

Cette section explore la signification des résultats des travaux, sans toutefois les répéter. Chaque paragraphe devrait débiter par l'idée principale de ce dernier. Il faut éviter ici de citer outrageusement la littérature publiée et/ou d'ouvrir des discussions trop approfondies. Les auteurs doivent identifier les lacunes de la méthode, s'il y a lieu.

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- Les éléments apportés dans cette section sont-ils appuyés par les résultats de l'étude et semblent-ils raisonnables?
- Est-ce que la discussion explique clairement comment les résultats se rapportent aux hypothèses de recherche de l'étude et aux recherches antérieures? Est-ce qu'ils supportent les hypothèses ou contredisent les théories précédentes?
- Est-ce qu'il y a des lacunes dans la méthodologie? Si oui, a-t-on suggéré une solution ?
- Est-ce que l'ensemble de la discussion est pertinente et cohérente?
- La spéculation est-elle limitée à ce qui est raisonnable?

Conclusion

Les principales conclusions de l'étude peuvent être présentées dans une courte section nommée « Conclusion ».

Directives aux Auteurs

À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

- La recherche répond-elle à la problématique et aux objectifs du projet?
- Est-ce que la conclusion explique comment la recherche contribue à l'avancement des connaissances scientifiques ?
- Y a-t-il une ouverture pour les applications, les nouvelles recherches ou des recommandations pour l'application? (*si applicable*)

Remerciements

Les auteurs remercient ici les organismes subventionnaires et les personnes qui ont apporté leur aide lors de la recherche (par exemple, fournir une aide linguistique, aide à la rédaction ou à la relecture de l'article, etc.).

Bibliographie

La liste bibliographique de l'ensemble des ouvrages cités dans le texte, doit être présentée en ordre alphabétique en commençant par le nom de l'auteur, la date de publication, le titre de l'article, le titre du support de publication ou du journal, le numéro de la parution, et La pagination.

Robitaille, L. (1977). Recherches sur les feuillus nordiques à la station forestière du Duchesnay. *For. Chron.*57, 201-203.

Pour plusieurs auteurs, ils doivent être cités de la façon suivante :

Keller, T. E., Cusick, G. R. and Courtney, M. E. (2007). Approaching the transition to adulthood: Distinctive profiles of adolescents aging out of the child welfare system. *Social Services Review*, 81, 453-484.

Dans le corps du texte, on met : (Robitaille, 1977).

Quelques exceptions s'appliquent :

- Deux ou plusieurs articles rédigés par le ou les mêmes auteurs sont présentés par ordre chronologique; deux ou plusieurs articles rédigés la même année sont identifiés par les lettres a, b, c, etc.;
- Tous les travaux publiés cités dans le texte doivent être identifiés dans la bibliographie;
- Toutes les bibliographies citées doivent être notées dans le texte;
- Le matériel non disponible en bibliothèque ou non publié (p. ex. communication personnelle, données

privilegiées) doivent être cités dans le texte entre parenthèses;

- Les références à des livres doivent inclure, dans cet ordre, le ou les auteurs, l'année, titre, maison d'édition, ville, nombre de pages (p.);
- Les références à des chapitres tirés de livres doivent inclure, dans cet ordre, le ou les auteurs, le titre du chapitre, in éditeur(s), titre du livre, pages (pp.), maison d'édition et ville;
- Les articles, les actes de colloques, etc., suivent un format similaire de référence au chapitre d'un livre;

Quelques points spécifiques à surveiller :

- Utilisez le caractère numérique 1 (et non le « l » minuscule) pour imprimer le chiffre un;
- Utilisez le caractère numérique 0 (et non le « O » majuscule) pour le zéro;
- N'insérez pas de double espace après un point;
- Identifiez tous les caractères spéciaux utilisés dans le document.
- Utilisez les caractères arabes pour la numérotation des tableaux, figures, histogrammes, photos, cartes, etc. Ex. figure 11, tableau 7.

Les illustrations

La qualité des images imprimées dans la revue dépend de la qualité des images reçues. Nous acceptons les formats .TIF, .JPG, JPEG, BITMAP.

Les photographies doivent être de haute résolution, au moins 300 dpi. Toutes les copies des illustrations doivent être identifiées au moyen du nom de l'auteur principal et du numéro de l'illustration.

Les résumés

Il est obligatoire de remettre un résumé pour tous les articles et notes. Les résumés sont répertoriés et catalogués par plusieurs agences et permettent une plus grande visibilité de l'article et des auteurs. Les mots clés, jusqu'à un maximum de 12 mots ou expressions, doivent être produits pour tous les articles et jouent un rôle déterminant dans les recherches par mots clés.

Les résumés donnent en abrégé le contenu de l'article en utilisant entre 150 et 300 mots.

Divers

La *Revue scientifique et technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* est toujours à la

Directives aux Auteurs

recherche de photographies en couleur rattachées à ses domaines connexes d'intérêt pour utilisation potentielle sur sa page couverture des prochains numéros.

Processus de soumission

Les correspondances éditoriales et d'informations d'intérêt général, de même que les manuscrits doivent être acheminées à :

- **M. Kachaka Kaiko Sudi Claude**
- **Rédacteur en chef et Coordonnateur Régional du RIFFEAC**
- **Adresse e-mail : redaction@riffec.org**

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 :

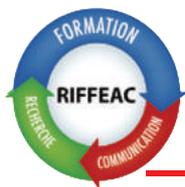
- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

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, 6th edition.

The References list follows the alphabetical order and gives the name of the author and the date as follows:

Robitaille L., (1977). Recherches sur les feuillus nordiques à la station forestière du Duchesnay. *For. Chron.*57 : 201-203.

For several authors, they must be quoted as follows:

Keller, T. E., Cusick, G. R., and Courtney, M. E. (2007). Approaching the transition to adulthood: Distinctive profiles of adolescents aging out of the child welfare system. *Social Services Review*, 81, 453-484.

In the manuscript one writes: (Robitaille, 1977).

Some few exceptions are applied:

- Papers written by only one authors came before papers written by many authors for which the researcher is considered as the first author.
- Two or many papers written by one or the same authors are presented in chronological order; two or many papers written in the same year are identified by letters a, b, c, etc.;
- All the works published and quoted in the manuscript should be identified in the references;
- All the references listed should be quoted in the manuscript;
- Material which is not available in the library or not published (for ex. Personal communication, privileged data) should be quoted in the manuscript in bracket;
- References of the books should include, in this order, the author or the authors, the year, editing house, town, number of the pages (p.);
- References to chapters drawn from books should include, in this order, the author or the authors, the title of the chapter, editors, title of the book, pages (pp.), editing house and town.
- Papers, proceedings, etc., follow a similar format of reference of a chapter of a book.

Some specific points to be checked:

- Use numerical character 1 (but not small « l ») for printing the number one ;
- Use numerical character 0 (but not capital « O ») for zero;
- Don't insert a double space after a dot;
- Identify all the special characters used in the document;
- Use Arabic characters for the numbering of tables,

figures, hystograms, photos, maps, etc... Ex. figure 11, table 7.

Illustrations

The high quality of images printed in the magazine lies on the quality of the images sent by the authors. We do accept TIF, .JPG, JPEG, BITMAP formats. Photographs should be at high resolution at least 300 dpi. All the copies for illustration should be identified by the means of the name of the first author and with the number of the illustration.

The summaries

It is obligatory to add an abstract for all the papers and notes. Abstract are gathered, catalogued by many agencies and therefore give more visibility to the paper and the authors. Keywords, up to a maximum of 12 words or expressions, should be given for all the papers and play an important role in the research of keywords. The abstract summarizes the contents of the paper by using 150 to 300 words.

Miscellaneous

The magazine « Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo » is always looking for colored photographs linked to the research areas covered for their potential use on the cover of the coming issues.

Submission Procedure

Editorials and general interest news as well as manuscripts should sent to:

Mr Kachaka Kaiko Sudi Claude

Chief Editor and Regional Coordinator of RIFFEAC

e-mail : redaction@riffec.org

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:

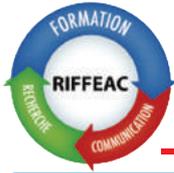
- E-mail of the author;
- Detailed postal address of the author
- His telephone number

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
Phone : + (237) 222 208 065 / 679 507 544 Subscription sheet available on 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



REPUBLIQUE DU TCHAD
UNIVERSITE DE SARH
INSTITUT UNIVERSITAIRE DES SCIENCES
AGRONOMIQUES ET DE L'ENVIRONNEMENT
Tél : 68 22 10 97 / 68 22 11 97 – BP : 105 Sarh / e-mail : univsarh@yahoo.fr



L'Institut Universitaire des Sciences Agronomiques et de l'Environnement (**IUSAE**) est l'un des cinq (5) établissements de l'Université de Sarh. Créé en 1997. Il a pour missions :

- la formation initiale, continue et professionnelle;
- la formation à la recherche ;
- la recherche scientifique et technologique ainsi que la valorisation des résultats ;
- la diffusion de la culture et de l'information scientifique et technique.

L'IUSAE dispose de cinq départements :

1. *Sciences Agronomiques ;*
2. *Sciences de l'Environnement,*
3. *Sciences Fondamentales,*
4. *Services Ruraux*
5. *Coordination du centre régional d'éducation et formation environnementale pour lutter contre la désertification (CREFELD).*

Les tâches de l'IUSAE sont :

- d'assurer un enseignement pluridisciplinaire de haut niveau conduisant, grâce à des filières interdisciplinaires de formation adaptées au marché de l'emploi, à des carrières, métiers ou professions utiles au développement de la société ;
- de donner aux personnes déjà engagées dans la vie active, une formation permanente adaptée dans un but de recyclage ou de promotion ;
- de développer des programmes et des activités de recherche à partir des réalités nationales en vue d'un développement socio-économique harmonieux et durable ;
- de promouvoir la liaison entre la formation et le milieu socioprofessionnel ;



Bloc Administratif avec salle Internet



- de participer, d'une manière générale, à l'affirmation d'une culture nationale propre à assurer le progrès de la société ;
- de rechercher sur le plan international toute collaboration susceptible de contribuer à l'avancement de la connaissance, aussi bien sur le plan de la recherche que sur celui de la formation.

L'AGRICULTURE ET L'ENVIRONNEMENT C'EST NOUS
STOP A LA DEGRADATION DE L' ENVIRONNEMENT, STOP A L' INSECURITE ALIMENTAIRE



Higher Institute of Environmental Sciences

The Higher Institute of Environmental Sciences (HIES) went operational in IBAYSUP (Nkolbisson, Yaoundé-Cameroon) since the academic year 2012-2013.

Under the partnership of Universities of California Los Angeles (USA), Ghent (Belgium) and Yaoundé I (Cameroon), HIES is offering Bachelor and Master, Degrees in subjects tailored for today's job market.

Fields of spécialisation

- *Agroforestry*
- *Climate Change*
- *Environmental Impact Assessment*
- *Environmental Health Science*

Courses are offered by a team of Lecturers selected in the domain of Environmental Sciences and Natural Resources. The Lecturers are from Cameroon (Universities of Yaoundé I and Dschang), United States of America (Universities of California Los Angeles, Berkley, Oregon) and Belgium (University of Ghent), and combining academic expertise with applied research skills.

Master students are admitted after an interview by a jury, while BSc candidates write a competitive entrance examination.

Our vision is to build a future in which all ecosystems (forest, savannah, dry forests) and communities achieve social, economic and environmental wellbeing. That is why we are dedicated to training future leaders with ethical values and skills to contribute to the sustainable development and management of various ecosystems while contributing to a prosperous and equitable society.



Contact : IBAYSUP - P. O. Box : 16 317 Yaounde – Cameroon

Phone : (+237) / 678 081 810 / 677 707 582 / e-mail: hies_ibaysup@hotmail.com / www.ibay-sup.org



**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^{er} 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 / www.afdb.org
CBFFSecretariat@afdb.org**



**AFRICAN DEVELOPMENT
BANK GROUP**



**Secrétariat du FFBC
Département de l'Agriculture et Agro-Industrie
Banque Africaine de Développement
Immeuble du Centre de Commerce International d'Abidjan, CCIA
Avenue Jean-Paul II. B.P.: 1387 Abidjan 01, Côte d'Ivoire
www.cbff-fund.org / www.afdb.org
CBFFSecretariat@afdb.org**