



Revue Scientifique et Technique

ISSN 2412-3005

Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Avril 2018

Volume 10





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 PEFOGRN ; (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 PEFOGRN-BC Avec l'Appui financier du Fonds pour les Forêts du Bassin du Congo (FFBC) administré par la Banque Africaine de Développement (BAD)



EDITORIAL

L'éducation étant considéré comme le socle de la civilisation, il est convenable pour le développement de toutes les communautés de prendre des dispositions adéquates pour s'arrimer à cette donne. Face aux enjeux climatiques et aux besoins sans cesse croissants dans les domaines des sciences forestières et environnementales, la formation et la recherche deviennent des impératifs pour la survie des espèces et particulièrement dans le Bassin du Congo.

Lors du 5^{ème} Sommet Union Africaine-Union Européenne, le discours du Président de la République Française, Monsieur Emmanuel MACRON, le lundi 28 novembre 2017 à l'Université Ki-Zerbo de Ouagadougou a sonné comme une demande de réveil et d'éveil du continent africain.



Pr Erick Amos FOUJET

*Directeur de Publication
Professeur Titulaire des Universités, CRESA
Forêt-Bois, Université de Dschang, Cameroun*

Le continent africain doit prendre en main son destin pour que les pays africains jouent pleinement leurs rôles dans le concert des nations et apportent leur contribution pour les quinze prochaines années à la mise en œuvre effective des 17 Objectifs de Développement Durable (ODD). La volonté affirmée de la France auprès des autres pays européens d'aider l'Afrique à se développer est une perche à saisir absolument. Nous africains, devons nous joindre au reste du monde pour réaliser le développement durable dans ses trois dimensions économique, sociale et environnementale. Le RIFFEAC (Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale), est particulièrement concerné par cette nouvelle vision du monde dans lequel chaque personne doit vivre dignement à l'abri des besoins vitaux et des violences diverses.

Créé à Libreville en octobre 2001, le RIFFEAC a aujourd'hui 17 ans. Les 22 institutions que compte le RIFFEAC aujourd'hui doivent comme l'indique son logo, amplifier la Recherche, la Formation et la Communication pour rester le leader dans l'aménagement durable des ressources naturelles du Bassin du Congo qui est le deuxième poumon de l'humanité après les forêts amazoniennes.

Le RIFFEAC doit être à l'avant-garde de toutes les innovations techniques et technologiques pour la préservation de la planète. Toutes les opportunités du discours de Ouagadougou doivent être capitalisées. Le RIFFEAC doit renforcer son réseau sous régional en l'étendant à d'autres technopoles universitaires des pays du Nord dans le but de produire plus d'experts pour renforcer les enseignements et la recherche dans son Réseau.

Editorial

La francophonie plurielle que le RIFFEAC pratique déjà est à féliciter, mais il faut aller plus loin dans la consolidation des acquis et la recherche de la mise sur pied d'un RIFFEAC qui s'ancrera sur des valeurs de mutations permanentes à l'écoute des exigences diverses du milieu industriel.

Lors de la COP 21 à Paris et au 72^{ème} Sommet des Nations Unies à New York, Monsieur Paul BIYA, Président de la République du Cameroun revient sur la sauvegarde du Bassin du Congo; Le RIFFEAC doit prendre cet appel comme un défi à relever.

Le RIFFEAC à travers sa Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo, qui est une publication Internationale, doit continuer sans relâche à publier toutes les informations nécessaires à l'amélioration de la gestion durable des ressources naturelles dans le Bassin du Congo.

La Coordination Régionale du RIFFEAC à travers son Coordonnateur, Professeur KACHAKA KAIKO SUDI Claude, lance dans ce numéro un cri d'appel au soutien financier pour la pérennisation de l'édition et de la publication de cette Revue qui représente pour le Bassin du Congo, un support de diffusion et de vulgarisation des techniques et technologies adaptées à la sauvegarde effective du Bassin du Congo.

Erick Amos FOUJDET

Directeur de Publication

**Professeur Titulaire des Universités,
CRESA Forêt-Bois, Université de Dschang, Cameroun**

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	Maitre 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>IYOUA-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>LALEYE Philippe</i>	(20) - Pisciculture et pêche	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Abomey-Calavi, BENIN. e-mail : laleyephilippe@gmail.com

COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
1	ASSAKO ASSAKO <i>Réné Joly</i>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, Université de Yaoundé I, CAMEROUN e-mail : rjassako@yahoo.fr
2	AVANA TIENCHEU Marie <i>Louise</i>	Maître Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN. e-mail : avanatie@yahoo.fr
3	AZIZ LAGHDIR	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	BITIJULA MAHIMBA Martin	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques / Université de Kinshasa RD CONGO e-mail : marbitijula@gmail.com
5	BOBDA Athanase	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE e-mail : bopda20001@yahoo.com
6	BOUKOULOU <i>Henri</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr
7	DAN LANSSANA KOUROUMA	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
8	DOSSOU Odile	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi, BENIN e-mail : viliho2004@yahoo.fr
9	FOUDJET Amos	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang CAMEROUN. e-mail : efoudjet@yahoo.fr
10	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
11	KHASA Damase	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca
12	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
13	IKOGOU Samuel	Maître Assistant des Universités	Ecole Polytechnique de Masuku / Université des Sciences et Technique de Masuku, GABON e-mail : ikogousamuel@yahoo.fr
14	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

COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
15	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
16	MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD e-mail : mbailaoj@yahoo.fr
17	MERIEM 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
18	MOUGOUÉ Benoit	Maitre de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr
19	NDIAYE Saliou	Professeur des Universités ANAFE RAFT-Sahel Chair	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, SENEGAL e-mail : drsaliou@gmail.com
20	NGNIKAM Emmanuel	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, Yaoundé CAMEROUN e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr
21	NKOUATHIO David Guimolaire	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences, Université de Dschang, CAMEROUN. e-mail : nkouathio@yahoo.fr
22	NSHIMBA SEYA WAMALALE Hippolyte	Professeur des Universités	Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables Université de Kisangani, RD CONGO e-mail : hippolyteseya@yahoo.fr
23	NZALA Donatien	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien Ngouabi Brazzaville, CONGO e-mail : nzaladon@yahoo.fr
24	OUELLET LAPOINTE Ugo	Maîtrise en Ecologie Forestière	Cadre Autonome en relations faune et habitats forestiers aménagés, Laval, CANADA e-mail : lapointe.u@gmail.com
25	PALUKU MUTIVITI Gilbert	Maître Assistant des Universités	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique du Graben, RD CONGO e-mail : malkakuva@gmail.com
26	RIERA Bernard	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE e-mail : riera@mnhn.fr
27	SONKE Bonaventure	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure, Université de Yaounde I, CAMEROUN e-mail : bsonke_1999@yahoo.com

COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
28	TALLA Pierre Kisito	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang CAMEROUN e-mail : tpierrekisito@yahoo.com
29	TCHATAT Mathurin	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN. e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr
30	TCHEBAYOU Sébastien	Master of Science in Natural Ressource Management ; Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses. Coordonnateur FODER	ONG Forêts et Développement Rural CAMEROUN. e-mail : setchebayou@yahoo.fr
31	TCHEHOUALI DEFODJI Adolphe	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi Université d'Abomey-Calavi, BENIN e-mail : tchehoua@yahoo.fr
32	TCHINDJANG Mesmin	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé 1, CAMEROUN e-mail : mtchind@yahoo.fr
33	TCHOUNDJEU Zacharie	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org
34	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
35	TUMWESIGYE Wycliffe	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA e-mail : wtum2012@gmail.com
36	ZAPFACK Louis	Maître de Conférences des Universités	Faculty of Science, Department of Plant Biology, University of Yaounde I, CAMEROUN e-mail : lzapfack@yahoo.fr

SOMMAIRE

<i>EDITORIAL</i>	P. 3-4	<i>Techniques de multiplication du blanc de trois espèces de champignons comestibles du genre pleurotus au Cameroun (Cas de la CoopSDEM COOP-CA)</i>	P. 67-76
<i>COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</i>	P. 5-6		
<i>COMITE DE LECTURE</i>	P. 7-9		
<i>ARTICLES SCIENTIFIQUES</i>		<i>SYNTHESES DES THESES ET DES MEMOIRES</i>	
<i>Influence de l'hétérogénéité édaphique et topographique sur la répartition des arbres en forêt tropicale humide d'Ipassa au Gabon</i>	P. 11-22	<i>Comportement mécanique des joints interfaciaux des armatures végétales à structure périodique dans le béton : cas du rônier dans les poutres fléchies</i>	P. 77-79
<i>Analyse diachronique de l'occupation des terres pour la conception d'une base de données géo-référencées de suivi des dynamiques territoriales dans la commune rurale de Koumbia au Burkina Faso</i>	P. 23-35	<i>Enjeux sécuritaires et environnementaux dans les grands projets routiers au Cameroun: le cas des travaux de construction de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen section «rase campagne»</i>	P. 80-82
<i>Organisation des populations de Limbali (Gilbertiodendron dewevrei) et leur dynamique de colonisation dans les forêts de la Cuvette Centrale Congolaise</i>	P. 36-44	<i>NOUVELLES</i>	P. 84-87
		<i>SUGGESTIONS DE LECTURE</i>	P. 88-90
<i>NOTES TECHNIQUES</i>		<i>DIRECTIVES AUX AUTEURS</i>	P. 91-95
<i>Urban sprawl and agriculture : A case study of the Yaounde metropolis (Cameroon)</i>	P. 45-58	<i>AUTHORS GUIDELINES</i>	P. 96-100
<i>Evaluation du rendement de deux variétés de cacaoyers dans la Région du Centre du Cameroun</i>	P. 59-66		



M. Pacôme Moubélet Boubeya
Ministre de la forêt, de la mer et de l'environnement
République du Gabon



«La gestion durable des écosystèmes aquatiques requière notre attention puisqu'elle est fondée sur les principes de prévention, de conservation et de réparation des milieux aquatiques face aux activités anthropiques.»

Influence de l'hétérogénéité édaphique et topographique sur la répartition des arbres en forêt tropicale humide d'Ipassa au Gabon

Obame Engone J. P.¹, Bélanger L.² et Assame B. S.¹

(1) Département Exploitation Forestière et Technologie du bois, École Nationale des Eaux et Forêts, B. P. : 3960 Libreville Gabon /
e-mail : jprobame@outlook.com

(2) Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Université Laval, Canada

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215884>

Résumé

La compréhension des facteurs qui contrôlent la structure spatiale des communautés d'arbres peut permettre d'expliquer la coexistence de nombreuses espèces en forêt tropicale. L'objectif de la présente étude est d'analyser l'influence des types de sol, du régime hydrique des sols, de la pente et la position topographique comme déterminants de la répartition des arbres dans la forêt d'Ipassa. L'étude a été conduite dans 100 parcelles contiguës de 50 m de long et 20 m de large, le long d'un transect de 5 km qui traverse un ensemble de plateaux et de vallées, couvrant ainsi la variabilité d'habitats du site. Un inventaire des arbres dont le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) est ≥ 5 cm a été réalisé dans l'ensemble des parcelles. Dans chaque parcelle, nous avons aussi mesuré la pente, la position topographique, le sol et le régime hydrique des sols. La variabilité des milieux a été analysée à l'aide d'une analyse en composante principale et de l'arbre de régression multivariable. Pour évaluer l'influence des

variables édaphiques et topographiques, nous avons utilisé une analyse des correspondances multiples. Les calculs ont été réalisés avec 188 espèces d'arbres différentes et 100 parcelles. L'analyse en composantes principales et l'arbre de régression multivariable démontrent une faible hétérogénéité des milieux, marquée par la dominance des Ferrasols xanthiques sur divers niveaux de pente et les Gleysols humiques. L'analyse des correspondances multiples met en évidence qu'environ 30 espèces d'arbres sont associées aux variables d'habitat. Par contre, près de 158 espèces d'arbres ne montrent pas de liens évidents avec les variables édaphiques et topographiques. Une prise en compte de la chimie des sols aurait probablement augmenté le nombre d'espèces associées aux variables édaphiques. Il est également possible qu'en dehors des facteurs environnementaux, des processus tels que la limitation de la dispersion et la dérive écologique contrôlent la répartition spatiale des arbres dans la forêt d'Ipassa.

Mots clés : Facteurs déterministes, espèces-habitats, répartition spatiale, forêt tropicale

Abstract

Understanding processes that govern the spatial distribution of tree communities can explain the coexistence of many species in tropical forests. The aim of the present paper is to investigate the effects of habitat factors as determinants of tree species distribution in the Ipassa forest. The study was conducted in 100 contiguous plots, 50 m long and 20 m wide, along a 5 km transect. Trees with Diameter at Breast Height (DBH) ≥ 5 cm have been inventoried in all the plots. In each plot, we also measured slope, topographic position, soil and soil moisture regime. Environmental heterogeneity was analyzed using a principal component analysis and the multivariate regression tree. To test the effect of edaphic and topographic variables on tree species, we used a multiple correspondence analysis. Calculations

were carried out with 188 tree species and environmental factors, for 100 plots. The principal component analysis and the multivariate regression tree show a low environmental heterogeneity of the site, with the dominance of xanthic Ferrasols on various slope levels and humic Gleysols. Multiple correspondence analysis detected association between 30 trees species and habitat types. Rather, 158 trees species did not exhibit significant associations with edaphic and topographic variables. Integration of soil chemistry may have probably increased species-habitats associations. Apart from environmental factors, it is possible that processes such as dispersal limitation and ecological drift control the spatial distribution of trees in the Ipassa forest.

Keywords : Deterministic factors, species-habitat, spatial distribution, tropical forest

1. Introduction

L'hétérogénéité environnementale est considérée comme l'un des principaux facteurs à l'origine des différences spatiales de la composition floristique. La variation de la composition floristique reflète les patrons de changements des conditions environnementales (Tuomisto et al., 1995; Ruokolainen et al., 1997). Les recherches réalisées en forêt tropicale d'Amérique et d'Asie démontrent que la répartition spatiale des arbres peut traduire leurs préférences édaphiques et/ou topographiques (Baillie et al., 1987; Duivenvoorden, 1995; Clark et al., 1999; Tuomisto et al., 2003). Dans le même sens, en forêt tropicale africaine du Cameroun, Gartlan et al., (1986), Newbery et al., (1986) ont mis en évidence dans le Parc National de Korup et dans la Réserve d'Edea, l'effet sur les plantes de l'altitude, de la pente, du drainage et de la composition du sol en phosphore. La littérature consultée ne semble pas faire état de travaux relatifs à l'influence des facteurs environnementaux sur les plantes en forêt gabonaise. La présente étude vise à combler ces lacunes de connaissances. Nous cherchons à répondre à la question suivante: la répartition spatiale des arbres dans la forêt d'Ipassa est-elle associée aux facteurs édaphiques et topographiques? L'objectif de notre étude est d'analyser l'influence des facteurs édaphiques et topographiques sur la répartition des espèces d'arbres. L'étude teste l'hypothèse selon laquelle les types de sol, le drainage, la pente et la position topographique, déterminent la

répartition des espèces d'arbres. Si cette hypothèse est vérifiée, on peut s'attendre à ce que des milieux aux caractéristiques d'habitats semblables aient une floristique similaire. Un tel déterminisme aurait des implications pratiques significatives en terme de possibilités d'élaboration de classifications écologiques pour des fins de conservation.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite dans la Réserve de Biosphère d'Ipassa située au Nord-Est du Gabon (0° 31' Nord; 12°48' Est), à 8 km de la ville de Makokou (figure 1). Cette réserve couvre une superficie d'environ 10000 hectares. Le climat est de type équatorial avec deux saisons sèches et deux saisons de pluies. La pluviosité moyenne annuelle est de 1700 mm et les températures moyennes annuelles varient de 21,60°C à 25,30°C. Les sols sont en majorité constitués de Ferrasols xanthiques (Van Kekem, 1984). Le site est couvert par la forêt dense humide sempervirente des plateaux de l'intérieur décrite dans la région de Makokou par Caballé et Fontès (1978).

2.2. Échantillonnage par transect

Un transect de 5 km a été ouvert dans la Réserve de Biosphère d'Ipassa, partant de la Station de Recherche à la rivière Nyabaré. Le tracé a été choisi de manière à couvrir un maximum de variabilité d'habitats en se servant de photos aériennes, des cartes topographiques, des cartes de sols et des cours d'eau. Il traverse un ensemble de plateaux et de vallées, une variabilité de pentes allant de 2% à 30% en terre ferme ainsi que des zones inondées. Le transect a été subdivisé en 100 parcelles contigües de 50 m de long et 20 m de large. Un inventaire (par présence/absence) des arbres de plus de 5 cm de DHP a été réalisé dans ces parcelles contigües de 50 m de long et 20 m de large. L'identification des espèces a été effectuée en collaboration avec les botanistes de la Station de Recherche de Makokou et de l'Herbier National du Gabon.

2.2.1. Variables environnementales mesurées

Dans chaque parcelle, nous avons mesuré la pente, la position topographique, le sol et le régime hydrique des sols (tableau 1). Ces variables sont reconnues comme facteurs pouvant déterminer la répartition spatiale des arbres à l'échelle du peuplement en forêt tropicale (Newbery et al., 1984; Tuomisto et

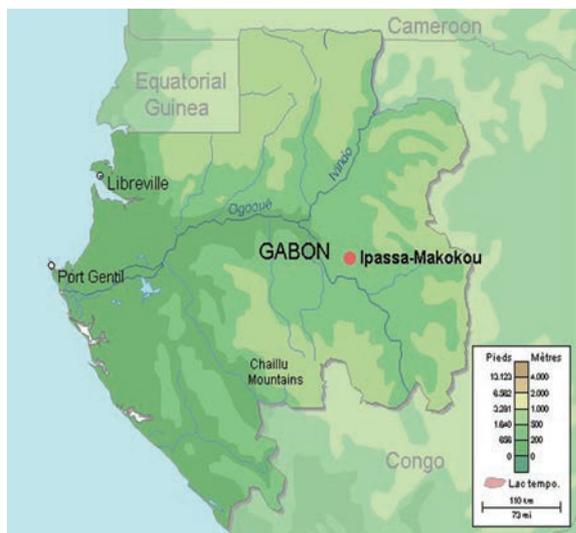


Figure 1 : Localisation du site d'étude : Réserve de Biosphère d'Ipassa, Makokou

Ruokalainen, 1994; Nazre et al., 2009). Les mesures de pentes ont été faites au clinomètre Suunto. Nous avons creusé un pèdon au milieu de chaque parcelle et réalisé une analyse au champ pour caractériser les sols. L'identification directe des types de sols a été réalisée en utilisant le système de classification des sols de la FAO (1974). Nous avons déterminé les classes texturales des sols avec le test du moule humide, le test de rubanage, les tests tactiles, le test gustatif et le test de surbrillance (Saucier et al., 1994). Les sols d'Ipassa sont réputés acides, très pauvres en éléments minéraux avec des concentrations similaires d'une station à l'autre (Van Kekem, 1984); ce faisant, l'effet de la chimie des sols sur les arbres n'a pas été évalué. Nous avons cependant réalisé quelques analyses des sols en laboratoire (10% des échantillons), suivant les méthodes décrites par Petard (1993) :

- a) analyse granulométrique par sédimentation;
- b) détermination du pH au pH mètre;
- c) détermination de la teneur en carbonates dans les sols par méthode volumétrique;
- d) détermination de la teneur en carbone après combustion sèche (analyse élémentaire);
- e) détermination des bases échangeables par la méthode à l'acétate d'ammonium 1N à pH 7.0.

Nous avons par ailleurs évalué le régime hydrique des sols au champ, en utilisant 5 classes de drainage (Saucier et al., 1994), allant «d'excessif» à «très mauvais».

2.3. Analyses statistiques

2.3.1. Analyse de la variabilité des milieux

La variabilité écologique du site a été évaluée à l'aide de l'analyse en composantes principales et l'analyse de l'arbre de régression multivariante.

2.3.1.1. Analyse en composantes principales

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été exécutée en utilisant 100 sites et l'ensemble des variables environnementales. L'objectif de l'ACP est d'obtenir des vecteurs (axes) définissant un sous-espace de dimension réduite permettant une représentation des individus et des variables. Ce type d'analyse convient pour l'ordination des milieux décrits par des variables environnementales mesurées dans des unités différentes. L'ACP permet aussi de résumer, en quelques dimensions importantes, la plus grande partie de la variabilité d'une matrice de dispersion d'un grand nombre de variables environnementales, et de connaître la quantité de variance expliquée par les axes principaux indépendants. Les précisions sur les calculs liés à l'analyse en composantes principales sont présentées dans Legendre et Legendre (2012). Nous avons effectué les calculs avec le logiciel R (librairie vegan).

2.3.1.2. Analyse de l'arbre de régression multivariante

Pour clarifier davantage la variabilité et la typologie des milieux, nous avons appliqué l'analyse de l'arbre de régression multivariante, une forme de groupement sous contrainte, permettant de regrouper les objets multivariants de la matrice de réponse en se basant sur des variables explicatives. Cette méthode réalise une succession de partitions binaires des objets. Chaque partition des objets en deux groupes est faite de manière à maximiser

Tableau 1 : Principales variables édaphiques et topographiques mesurées

Variables	Modalités
	Classification FAO
Types de sol	Ferrasols xanthiques
	Ferrasols orthiques
	Ferrasols plinthiques
	Gleysols dystriques
	Gleysols humiques
	Fluvisols dystriques
Pente (%)	Code
	A (0-2%)
	B (2-5%)
	C (5-8%)
	D (8-16%)
	E (16-30%)
Position topographique	
	Haut de pente
	Mi-pente
	Bas de pente
Régime hydrique	
	drainage 2
	drainage 3
	drainage 4
	drainage 5
	drainage 6

l'homogénéité intragroupe de la variable réponse. Chaque partition est définie par une seule variable environnementale (dite variable primaire). Le processus se poursuit jusqu'à l'atteinte d'une partition en petits groupes d'objets, et on émonde ensuite l'arbre obtenu en remontant vers la racine, jusqu'à atteindre la taille désirée, en testant chaque partition par validation croisée (Legendre et Legendre, 2012). Les calculs liés à l'arbre de régression multivariable peuvent être consultés dans De'ath (2002), Larsen et Speckman (2004). Nous avons effectué les calculs avec le Logiciel R (bibliothèque mvpart), en considérant 100 parcelles et l'ensemble des variables environnementales.

2.3.1.2. Analyse des correspondances multiples

Pour analyser l'influence des types de sol, de la pente, de la position topographique et du régime hydrique sur les espèces d'arbres, nous avons utilisé une Analyse des Correspondances Multiples (ACM). L'ACM permet d'évaluer en même temps des liaisons entre les variables types de sol, drainage, pente, position topographique et la répartition des espèces d'arbres. Les méthodes de calcul de l'ACM sont décrites dans Benzécri (1976), Husson et al., (2009), Escofier et Pagès (2008), Pagès (2013). Nous avons réalisé les calculs avec le logiciel SPAD.7.0, en considérant 188 espèces d'arbres, l'ensemble des variables environnementales et 100 parcelles. Le nombre d'axes significatifs a été déterminé à l'aide du test des bâtons brisés (Legendre et Legendre, 2012). L'interprétation des axes a été effectuée en considérant les coordonnées, contributions absolues et relatives des variables actives et les valeurs tests (Lebart et al., 1995). Les variables significatives pour un axe sont celles ayant une plus forte contribution absolue (Saporta, 2006), une valeur-test supérieure en valeur absolue à 2 ainsi qu'une contribution relative significative proche de 1 (Lebart et al., 1995).

3. Résultats

3.1. Les sols de la forêt d'Ipassa

3.1.1. Les Ferrasols xanthiques

Les Ferrasols xanthiques ont été trouvés dans 80% des sites, principalement sur les plateaux. Ce sont des sols bien drainés, très profonds, présentant un profil ABC bien distinct. L'horizon A est brun grisâtre très sombre (10 YR 3/2). L'horizon B est brun jaunâtre (10 YR 3/3). La texture est argileuse à argilo-sableuse, avec un rapport limon-argile inférieur à 10% ; le taux d'argile

varie de 50% à 60%. La structure de l'horizon A est fortement développée, polyédrique, subangulaire, fine à très fine alors que celle de l'horizon B est moyennement développée. La chimie des sols se caractérise par :

- a) pour l'horizon A : un pH d'environ 3,5, un taux de carbone organique variant de 2,5% à 3,5% et une capacité d'échange variant entre 10 et 15 me/100g. La saturation en base est d'environ 2% ;
- b) pour l'horizon B : un pH variant de 4 à 4,5 et une capacité d'échange d'environ 6 me/100 g.

3.1.2. Les Gleysols humiques

Ces sols ont une hydromorphie caractéristique à moins de 40 cm de profondeur. Ils ont un drainage très mauvais et présentent un profil AC ou HAC. L'horizon A a une couleur brun grisâtre très sombre (10YR 3/2) alors que l'horizon C varie de blanc (2,5Y 8/1) à gris bleuâtre clair (5B 7/1). Les Gleysols humiques ont une texture limono-sableuse à argileuse.

3.2. Variabilité des milieux

L'analyse en composantes principales et l'analyse de l'arbre de régression multivariable donnent des résultats complémentaires. L'analyse en composantes principales discrimine les différents types de milieux (figure 2), opposant les Gleysols humiques en fonds de vallées avec drainage 6 aux Ferrasols xanthiques sur différentes positions topographiques et pentes. Un contraste marqué apparaît aussi entre les variables Mi-pente, pente B et Haut de pente, pente C. L'analyse de l'arbre de régression multivariable (figure 3) met en évidence une typologie de stations en terre ferme, associée aux Ferrasols xanthiques et différents niveaux de positions topographiques, de pentes, de régimes hydriques. Le nombre de variables étant élevé, les groupes terminaux de l'arbre de régression multivariable sont de lecture difficile sur le graphique; ce faisant, nous avons extrait les objets de chaque nœud et analysé les caractéristiques des nœuds en nous servant du « Résidual of MRT » (une des sorties des résultats générés par R) comme décrit par Borcard et al., (2011). Sept (7) groupes de stations (tableau 2) sont identifiables. Le milieu est donc moins hétérogène que nous ne l'avions imaginé au départ.

3.3. Liens entre les variables d'habitat et les espèces d'arbres

L'analyse des correspondances multiples donne les résultats présentés dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7.

Ces tableaux fournissent les poids, coordonnées, contributions absolues et relatives à la construction des axes de chaque variable significative.

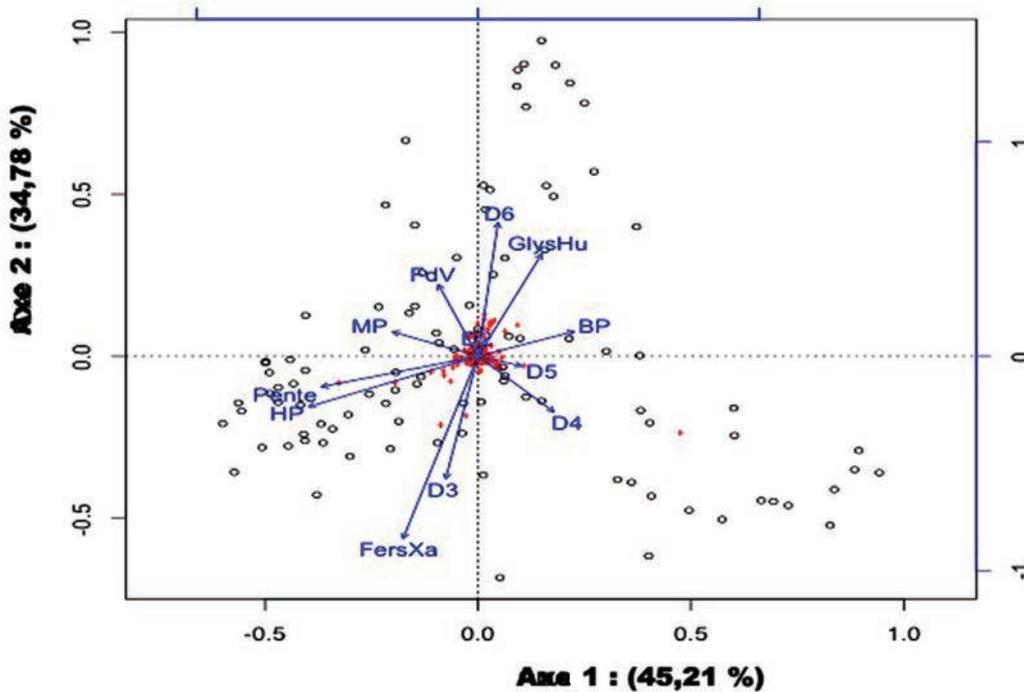
3.3.1. Interprétation des axes de l'analyse des correspondances multiples

L'axe 1 discrimine les variables «pente A» (0 à 2%), «Ferrasols xanthiques», et «drainage 3» (bon drainage), auxquelles sont associées les espèces suivantes (tableau 3): *Trichoscypha abut* Engler et V. Brehm, *Corynanthe mayumbensis* (R.D. Good) Raym.-Hamet, *Tabernaemontana crassa* G. Bentham, *Erismadelphus exsul* Mildbr., *Strombosia pustulata* Oliv, *Coelocaryon klainei* Pierre, *Pentaclethra macrophylla* Benth. Dans la forêt d'Ipassa, les Ferrasols xanthiques sur faibles pentes avec bon drainage occupent les plateaux et les vallées. Les «Gleysols humiques» en «fond de vallée» avec «drainage 6» sont explicatifs de l'axe 2 (tableau 4). Ce type de stations en permanence inondées contrôle la répartition des espèces d'arbres ci-après (tableau 4):

Gilbertiodendron dewevrei (De Wild.) J. Léonard., *Bikinia grisea* Wieringa, *Cynometra mannii* Oliv., *Uapaca paludosa* (Aubrév.), *Macaranga monandra* Müll. Arg., *Hallea ciliata* (Aubrév. et Pellegr.) J.F. Leroy.

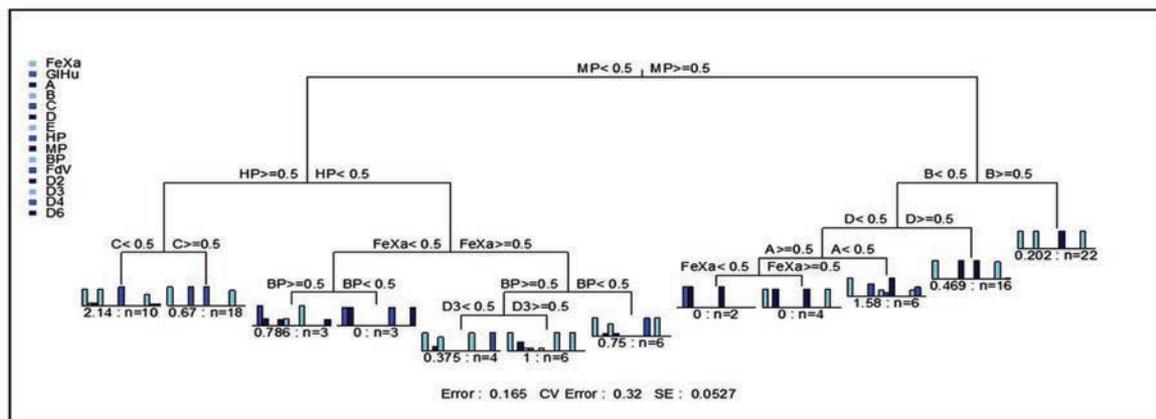
Tableau 2 : Types de stations présentes sur le site d'Ipassa

Type de stations
Ferrasols xanthiques en mi de pente, de pente A, avec drainage 3
Ferrasols xanthiques en mi de pente, de pente D, avec drainage 3 ou 4
Ferrasols xanthiques en haut de pente, de pente B, avec drainage 3
Ferrasols xanthiques en mi de pente, de pente D, avec drainage 3 ou 4
Ferrasols xanthiques en bas de pente et drainage 3 ou 4
Ferrasols xanthiques en haut de pente, avec pente C
Gleysols humiques en fond de vallées avec drainage 6 sur pente faible (pente A).



Codes		Codes		Codes		Codes	
Fers Xan	Ferrasols xanthiques	C	Pente C (5-8%),	MP	Mi-pente	D4	Drainage 4
Glsu Hum	Gleysols humiques	D	Pente D (8-16%)	BP	Bas de pente	D5	drainage 5
A	Pente A (0-2%)	E	Pente E (16-30%)	FdV	Fond de vallée.	D6	drainage 6
B	Pente B (2-5%)	HP	Haut de pente	D3	Drainage 3		

Figure 2: Analyse en composantes principales de 17 modalités de variables environnementales dans 100 placettes échantillons de la forêt d'Ipassa



Codes		Codes		Codes		Codes	
Fers Xan	Ferrasols xanthiques	C	Pente C (5-8%),	MP	Mi-pente	D4	Drainage 4
Glsu Hum	Gleysols humiques	D	Pente D (8-16%)	BP	Bas de pente	D5	drainage 5
A	Pente A (0-2%)	E	Pente E (16-30%)	FdV	Fond de vallée.	D6	drainage 6
B	Pente B (2-5%)	HP	Haut de pente	D3	Drainage 3		

Figure 3: L'arbre de régression multivariée ayant la plus faible erreur relative

Tableau 3 : L'axe 1 discriminant les Ferrasols xanthiques, le drainage 3 et les espèces associées

Variables	Abréviations	Poids	Cordonnées	Contributions absolues	Cosinus carrés
Ferrasols xanthiques	Fers Xan	0.10	4.31	9.2	0.77
Pente A	A	0.07	4.74	8.4	0.69
Drainage 3	D3	0,07	4.73	8.3	0.69
<i>Trichoscypha abut</i>	<i>Tric abut</i>	0.10	4.32	9.3	0.78
<i>Corynanthe mayumbensis</i>	<i>Cory mayum</i>	0,19	2.58	6.6	0.58
<i>Tabernaemontana crassa</i>	<i>Tabe cras</i>	0.10	2.76	3.8	0.32
<i>Erismadelphus exsul</i>	<i>Eris excs</i>	0.07	4.12	6.3	0.53
<i>Strombosia pustulata</i>	<i>Stro pust</i>	0.07	4.12	6.3	0.53
<i>Coelocaryon klainei</i>	<i>Coel klai</i>	0.07	4.74	8.4	0.69
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	<i>Pent macr</i>	0.10	4.31	9.2	0.77

La présence de sept espèces est reliée aux pentes B (2 à 5%) discriminées par l'axe 3 (tableau 5). Dans ce groupe d'espèces, on compte *Memecylon sp.*, *Oddoniodendron micranthum* (Harms) Baker f., *Garcinia sp.*, *Porterandia cladantha* (K. Schum.) Keay, *Dacryodes sp.*, *Strombosia pustulata* Oliv., *Heisteria parvifolia* Sm. Par contre, tel que discriminé par l'axe 4 (tableau 6), les espèces *Baphia leptobotrys* (Harms) Soladoye, *Fillaeopsis discophora* Harms, *Dichostemma glaucescens* Pierre, *Garcinia punctata* Oliv., *Tetraberlinia*

bifoliolata (Harms) Hauman occupent les «hauts de pentes» et «pente C» (5-8%). L'axe 5 exprime l'association aux variables environnementales «mi pente, bas de pente et pentes D» des espèces suivantes (tableau 7) : *Oncoba glauca* (P. Beauv.) Planch., *Dialium tessmannii* Harms, *Dacryodes sp.*, *Sorindeia nitida* Engl., *Pancovia pedicellaris* Radlk. et Gilg. Ces espèces se retrouvent sur les pentes très prononcées (pentés D : 8-16%) des vallées encastrées d'Ipassa.

Tableau 4 : L'axe 2 discriminant les Gleysols humiques en fonds de vallée avec drainage 6 et espèces associées

Variables	Abréviations	Poids	Cordonnées	Contributions absolues	Cosinus carrés
Gleysol Humique	Glso Hum	0.19	2.78	11.4	0.67
Fond de vallée	FdV	0.31	1.92	8.9	0.55
Drainage 6	D6	0.24	2.47	11.2	0.68
<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	<i>Gilb</i>	0.17	2.08	5.6	0.32
<i>Bikinia grisea</i>	<i>Biki gris</i>	0.10	2.84	6.0	0.34
<i>Cynometra mannii</i>	<i>Cyno man</i>	0.07	2.96	4.8	0.27
<i>Uapaca paludosa</i>	<i>Uapa palu</i>	0.45	1.11	4.3	0.29
<i>Macaranga monandra</i>	<i>Maca mona</i>	0.19	2.66	10.4	0.61
<i>Hallea ciliata</i>	<i>Halea cili</i>	0.14	3.28	11.9	0.69

Tableau 5 : L'axe 3 discriminant les pentes B (2-5%) avec les espèces associées

Variables	Abréviations	Poids	Cordonnées	Contributions absolues	Cosinus carrés
Pente B	B	0.24	1.53	6.7	0.26
<i>Memecylon sp</i>	<i>Meme</i>	0.10	-2.01	4.6	0.17
<i>Oddoniodendron micranthum</i>	<i>Oddo</i>	0.10	2.00	4.5	0.17
<i>Garcinia sp</i>	<i>Garc sp</i>	0.10	1.23	1.7	0.06
<i>Porterandia cladantha</i>	<i>Port clad</i>	0.12	1.68	4.0	0.15
<i>Dacryodes sp</i>	<i>Dacr sp</i>	0.14	1.67	4.7	0.18
<i>Strombosia pustulata</i>	<i>Stro pust</i>	0.14	2.23	8.4	0.32
<i>Heisteria parvifolia</i>	<i>Heis parv</i>	0.57	0.71	3.5	0.16

Tableau 6 : L'axe 4 discriminant les variables « Haut de pente avec pentes C (5-8%) » et espèces associées

Variables	Abréviations	Poids	Cordonnées	Contributions absolues	Cosinus carrés
Pente C	C	0.57	-0.86	6.3	0.01
Haut de pente	HP	0.67	-0.87	7.5	0.29
<i>Baphia leptobotrys</i>	<i>Baph lept</i>	0.62	0.99	9.0	0.34
<i>Fillaeopsis discophora</i>	<i>Fill disc</i>	0.43	-0.94	5.6	0.19
<i>Dichostemma glaucescens</i>	<i>Dico glau</i>	1.38	-0.51	5.4	0.36
<i>Garcinia puntata</i>	<i>Garc punt</i>	0.10	1.08	1.6	0.05
<i>Tetraberlinia bifoliolata</i>	<i>Tetr bifo</i>	0.07	-2.31	5.7	0.17

Le plan (1-2) factoriel des deux premiers axes (figure 4) et le plan 1-5 (figure 5) résument l'essentiel des patrons d'associations ou oppositions visibles sur les axes. Le plan 1-2 montre une opposition entre les Gleysols humiques en fond de vallée avec drainage 6 (axe 2) colonisés par des espèces de zones humides et les Ferrasols xantiques en terre ferme où l'influence de la topographie semble

prédominer. Le plan 1-5 par contre présente de petits groupes d'espèces réparties selon leurs préférences géomorphologiques. L'analyse des correspondances multiples a porté sur 188 espèces d'arbres. Les résultats démontrent que seules 30 espèces sont associées aux variables d'habitats. La majorité des espèces ne semblent pas avoir des liens évidents avec les variables environnementales étudiées.

4. Discussion

4.1. Effet des facteurs édaphiques et topographiques

Notre hypothèse de départ admet que les caractéristiques d'habitat dont le sol, le drainage, la pente et la topographie déterminent la répartition des arbres. Les résultats montrent que 30 espèces présentent de l'affinité avec les caractéristiques d'habitats étudiées, confirmant en partie notre hypothèse et conséquemment les considérations théoriques admettant l'environnement comme facteur déterministe

de la présence des arbres. On note particulièrement l'effet des milieux extrêmes (Gleysol humique en fond de vallée avec drainage 6), qui contrôlent la répartition de 6 espèces caractéristiques. Dans leur étude sur les Raphiales du Gabon, Hoff et Florence (1975) avaient déjà rapporté la présence de certaines de ces espèces (*Cynometra mannii*, *Uapaca paludosa*) dans ce type de milieux caractérisés par le mauvais drainage. D'autres travaux en Amazonie (Nigel et al., 1999, Renato et al., 2004) ont également rapporté l'association de

Tableau 7 : L'axe 5 discriminant les variables «position topographique mi, bas de pente, pente D (8-16%)» des vallées encastrées

Variables	Abréviations	Poids	Cordonnées	Contributions absolues	Cosinus carrés
Pente D	D	0.40	-1.39	13.1	0.40
Mi Pente	MP	1.12	-0.62	7.2	0.34
Bas de Pente	BP	0.31	1.20	7.5	0.22
<i>Oncoba glauca</i>	<i>Onco glau</i>	0.07	-2.82	9.5	0.25
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	<i>Pipt afri</i>	0.17	-0.97	2.6	0.07
<i>Dialium tesmanii</i>	<i>Dial tesm</i>	0.26	-0.97	4.1	0.12
<i>Sorindeia nitida</i>	<i>Sori niti</i>	0.31	0.89	4.1	0.12
<i>Pancovia pedicellaris</i>	<i>Panc pedi</i>	0.52	-0.69	4.1	0.13

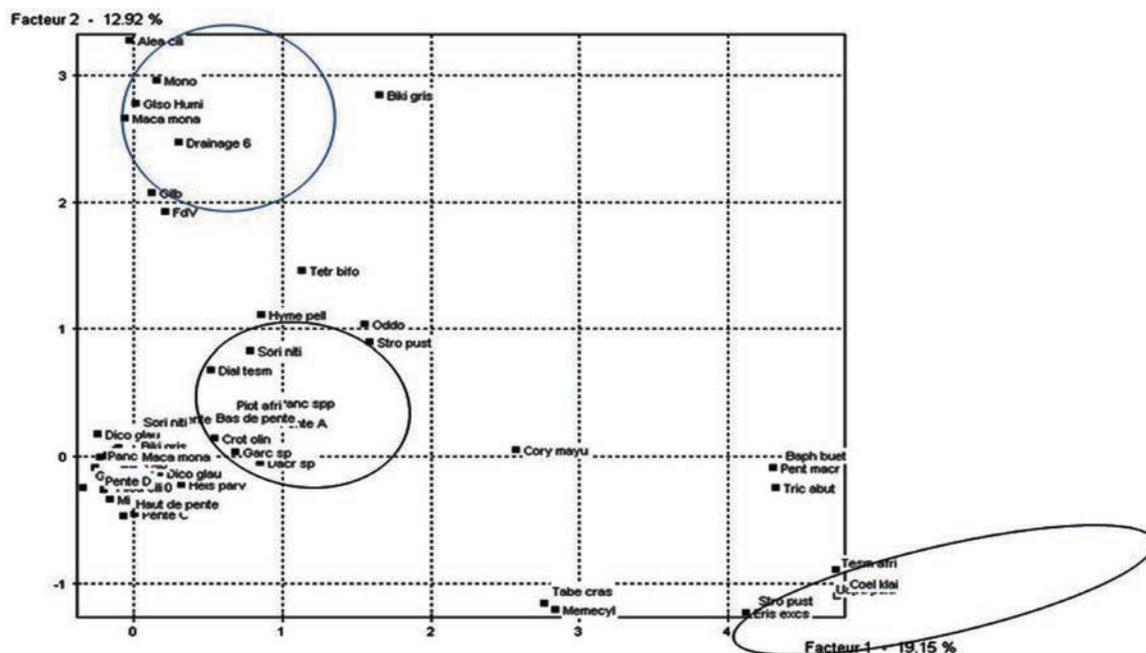


Figure 4 : Plan factoriel des deux premiers axes (1 et 2) donnant une représentation synthétique de l'effet du drainage 6, des pentes et de la position topographique. Les abréviations sont reportées dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7

certaines espèces d'arbres aux forêts inondées. Notre étude met également en évidence l'influence du sol, de la position topographique et de la pente. Le rôle des facteurs édaphiques et topographiques comme déterminants de la répartition des arbres est bien documenté en forêt tropicale (Webb et Peart, 2000; Itoh et al., 2003 ; Ferreira-Júnior et al., 2007; Nazre et al., 2009; Lan et al., 2011; Guoyulana et al., 2011). Nos résultats montrent par ailleurs que 158 espèces (84% des espèces) n'ont pas d'affinités avec les variables édaphiques et topographiques étudiées. L'étude n'a pas pris en compte la composition chimique des sols. Ce facteur aurait augmenté le nombre d'espèces associées aux facteurs édaphiques. En effet, les recherches en forêt tropicale d'Afrique et d'Amazonie ont mis en évidence des liens entre les taux de nutriments du sol et la présence de certaines espèces d'arbres (Svenning et al., 2004; Paoli et al., 2006; Medjibe et al., 2011 ; Mirkka et al., 2008). Cependant, en dehors du déterminisme environnemental, d'autres mécanismes gouvernent la répartition des espèces d'arbres.

Dans la forêt d'Ipassa, plusieurs travaux ont établi l'influence de la faune par la dissémination des diaspores de plusieurs espèces d'arbres (Gautier-Hion, 1978; Gautier-Hion et al., 1981, Gautier-Hion et al., 1985) et conséquemment la dispersion des arbres. D'ailleurs, l'hétérogénéité de la répartition des arbres peut être reliée, non pas à leurs préférences pour des conditions environnementales spécifiques, mais plutôt à l'habilité limitée des espèces à coloniser les habitats favorables (Hubbell, 2001; Chave, 2008; Condit et al., 2012). La dispersion est ainsi reconnue comme l'un des principaux mécanismes explicatifs de la répartition des arbres. En dehors de la dispersion, l'absence d'influence des facteurs édaphiques et topographiques constatée chez une bonne partie des arbres, pourrait aussi s'expliquer par l'effet des chablis. Plusieurs études démontrent que certaines espèces d'arbres maintiennent leurs populations en forêt tropicale en colonisant les trouées des chablis (Watt, 1947; Whitmore, 1975 ; Denslow, 1987 ; Denslow et al., 1998).

Facteur 5 - 5.97 %

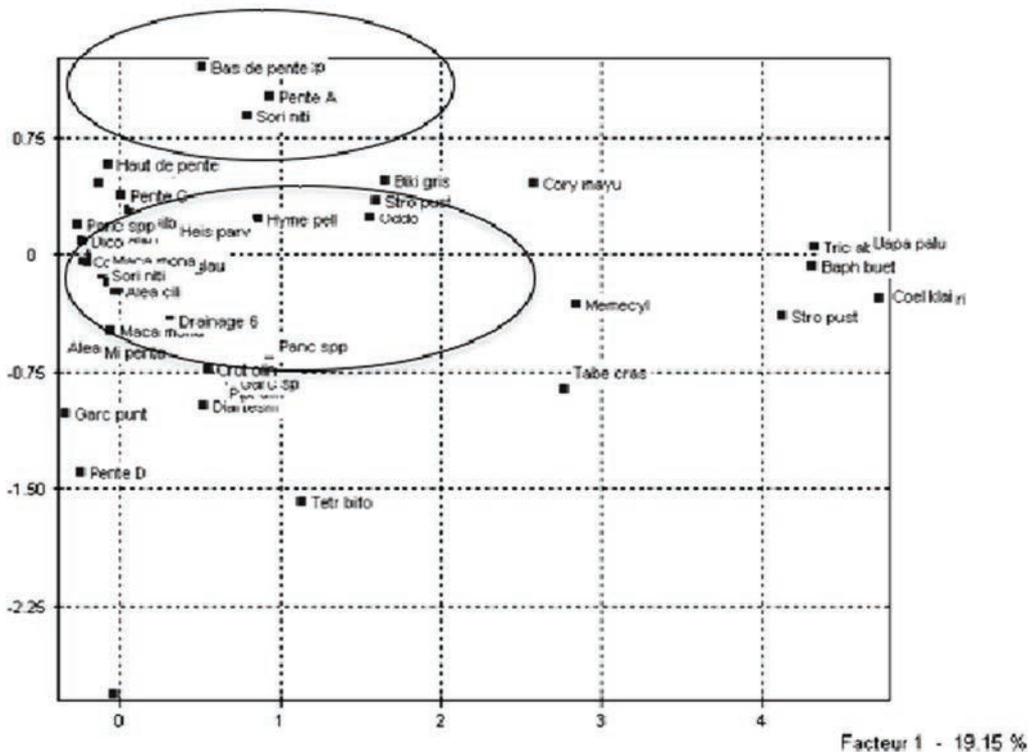


Figure 5: Plan factoriel des axes 1 et 5 donnant une représentation synthétique de l'effet de la pente et de la position topographique. Les abréviations sont reportées dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7

5. Conclusion

L'étude visait à comprendre l'effet des facteurs édaphiques et topographiques sur la répartition des arbres. L'analyse des correspondances multiples a mis en évidence, d'une part l'influence des Gleysols humiques en fond de vallée avec Drainage 6 sur la répartition de 6 espèces, et d'autre part, l'effet de la topographie et de la position topographique auxquelles sont associées des espèces d'arbres. Ces résultats confirment le rôle des facteurs environnementaux comme déterminants de la répartition des arbres. Toutefois, un grand nombre d'espèces d'arbres analysées ne semblent pas avoir des liens évidents avec les facteurs édaphiques et topographiques. Probablement que notre étude a manqué de considérer certaines variables critiques, notamment la chimie des sols. Ces résultats laissent aussi penser que les facteurs édaphiques et topographiques ne suffiraient pas pour expliquer la répartition des arbres dans la forêt d'Ipassa. Plusieurs autres mécanismes pourraient justifier la variation de la composition forestière. Parmi ces mécanismes suspectés, la limitation de la dispersion associée aux processus neutres décrite par Hubbell (2001), Etienne et Alonso (2006), mérite d'être évaluée pour une meilleure compréhension des facteurs à la base de la variation de la composition en espèces d'arbres dans cette forêt.

Bibliographie

- Baillie, I.C., Ashton, P.S., Court, M.N., Anderson, J.A.R., Fitzpatrick, E.A. and Tinsley, J. (1987).** Site characteristics and the distribution of tree species in Mixed Dipterocarp Forest on Tertiary sediments in central Sarawak, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 3 : 201-220.
- Benzécri, J.P. (1976).** L'Analyse des Données 2. *L'Analyse des correspondances*. Dunod. Paris. 616 p.
- Borcard, D., Gillet, F. and Legendre, P. (2011).** Numerical Ecology with R. Use R! Series, *Springer*, New York. 302 p.
- Caballé, G. et Fontès, J. (1978).** Les inventaires forestiers au Gabon: applications à la phytogéographie. *Bois et Forêts des Tropiques* 178 : 15-33.
- Caballé, G. (1978).** Essai phytogéographique sur la forêt dense du Gabon. *Annales de l'Université Nationale du Gabon, Série Sciences et Techniques* 2 : 87-101.
- Chave, J. (2008).** Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process; pp 11-30 in *Tropical Forest Community Ecology*, Eds. Stefan Schnitzer and Walter Carson. Wiley-Blackwell. Oxford.
- Clark, D.B., Palmer, M.W. and Clark, D.A. (1999).** Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80:2662-2675.
- Condit, R., Chisholm, R.A., Hubbell, S.P. (2012).** Thirty years of forest census at Barro Colorado and the importance of immigration in maintaining diversity. *PLoS ONE* 7(11): 1-6.
- De'ath, G. (2002).** Multivariate regression trees: a new technique for modeling species-environment relationships. *Ecology*, 83(4) : 1105-1117
- Denslow, J. S. (1987).** Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 431-451.
- Denslow, J.S., Ellison, A. and Sanford, Jr. R.E. (1998).** Treefall gap size effects on ecological processes in a tropical wet forest. *Journal of Ecology* 86: 597-609
- Duivenvoorden, J.F. (1995).** Patterns of tree species richness in rain forests of the middle Caquetá area, Colombia, NW Amazonia. *Biotropica* 28:142-158.
- Escofier, B. et Pagès, J. (2008).** Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation. *Dunod*. Paris. 318 p.
- Etienne, R.S. and Alonso, D. (2006).** Neutral community theory: how stochasticity and dispersal-limitation can explain species coexistence. *Journal of Statistical Physics*
- FAO (1974).** Soil Map of the World 1: 5 000 000. Volume I. Legend. *UNESCO*, Paris. 59p.
- Ferreira-Júnior, W.G., Silva, A.F., Schaefer, C.E.G.R., Meira-Neto, J.A.A., Dias, A.S., Ignácio, M. and Medeiros, M.C.M.P. (2007).** Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a brazilian atlantic tropical semi-deciduous forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64: 137-157.
- Fontès, J. (1978).** Les formations herbeuses du Gabon. *Annales de l'Université Nationale du Gabon* 2 : 126-153.
- Gartlan, J.S., Newbery, D.C., Thomas, D.W., Waterman, P.G. (1986).** The influence of topography

- and soil phosphorus on the vegetation of Korup forest reserve, Cameroun. *Vegetatio Acta Geobot* 65:131-148.
- Gautier-Hion, A., Gautier, J.P., Quris, R. (1981).** Forest structure and fruit availability as complementary factors influencing habitat use by a troop of monkeys (*Cercopithecus cephus*). *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 35: 511-536.
- Gautier-Hion, A. (1984).** La dissémination des graines par les cercopithecidés forestiers africains. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 39:159-165.
- Gautier-Hion, A., Duplantier, J.M., Quris, R., Feer, F., Sourd, C., Decoux, J.P., Dubost, G., Emmons, L., Erard, C., Heckestweiller, P., Mougazi, A., Roussillon, C., Thiollay, J.M. (1985).** Fruits characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia* 65 : 324-337
- Hoff, M. et Florence, J. (1975).** Note sur une raphiale du Gabon. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Colamr* 56 : 191-197.
- Hubbell, S.P. (2001).** The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. **Monographs in population biology, Vol.32.** Princeton University Press, New Jersey. 375 p.
- Husson, F., Lê, S. et Pagès, J. (2009).** Analyse des données avec R, *Presses Universitaires de Rennes.* 224 p.
- Itoh, A., Yamakura, T., Ohkubo, T., Kanzaki, M., Palmiotto, P.A., LaFrankie, J.V., Ashton, P.S., Lee, H.S. (2003).** Importance of topography and soil texture in the spatial distribution of two sympatric dipterocarp trees in a Bornean rainforest. *Ecological Research* 18 (3) : 307-320.
- Lan, G., Hu, Y., Cao, M., Zhu, H. (2011).** Topography related spatial distribution of dominant tree species in a tropical seasonal rain forest in China. *Forest Ecology and Management* 262 (8): 1507-1513.
- Larsen, D. R. and Speckman, P. L. (2004).** Multivariate regression trees for analysis of abundance data. *Biometrics* 60: 543-549.
- Lebart, L., Morineau, A. et Piron, M. (1995).** Statistique exploratoire multidimensionnelle. *Dunod. Paris.* 439 p.
- Legendre, P. and Legendre, L. (1998).** Numerical ecology. *Elsevier Science B.V. Amsterdam.* 853 p.
- Medjibe, V., Hall, J.S., Ashton, M. and Harris, D.J. (2011).** Distribution of selected timber species of a Central African rain forest in relation to topography and soil heterogeneity: implications for forest management. *Journal of Sustainable Forestry* 30 (5): 343-359.
- Mirkka, M. J., Tuomisto, H. and Olivas, P.C. (2008).** Differences in the degree of environmental control on large and small tropical plants: just a sampling effect? *Journal of Ecology* 96: 367–377
- Nazre, M., Latiff, A., Mohamad-Roslan, M. K. (2009).** Effect of Topography and Soil on the distribution of under canopy trees of *Garcinia* (Guttiferae) in lowland forest of Peninsular Malaysia. *International Journal of Botany* 5 (4): 287-294.
- Newbery, D.M., Proctor, J. (1984).** Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak IV. Associations between tree distribution and soil factors. *Journal of Ecology* 72: 475-493.
- Pagès, J. (2013).** Analyse factorielle multiple avec R, *EDP sciences, Paris.* 253 p.
- Paoli, G.D., Curran, L.M., Zak, DR. (2006).** Soil nutrients and beta diversity in the Bornean Dipterocarpaceae: evidence for niche partitioning by tropical rain forest trees. *Journal of Ecology* 94 (1) : 157–170
- Ruokolainen, K., Linna, A. and Tuomisto, H. (1997).** Use of Melastomataceae and pteridophytes for revealing phytogeographic patterns in amazonian rain forests. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 243–256.
- Saporta, G. (2006).** Probabilités, analyse des données et statistique. *Ed. Technip. Paris.* 622 p.
- Saucier, J.P., Berger, J.P., D'Avignon, H. et Racine, P. (1994).** Le point d'observation écologique, *normes techniques. Ministère des Forêts.* Québec. 116 p.
- Svenning, J.C., Kinner, D.A., Stallard, R.F., Engelbrecht, B.M.J. and Wright, S.J. (2004).** Ecological determinism in plant community structure across a tropical forest landscape. *Ecology* 85 (9) : 2526-2538.
- Tuomisto, H. and Ruokolainen, K. (1994).** Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 5: 25-34.

- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Linna, A., Dan-joy, W. and Rodriguez, Z. (1995).** Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269: 63-66.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Poulsen, A. D., Moran, R. C., Quintana, C., Canas, G. and Celi, J. (2002).** Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, 34: 516-533.
- Tuomisto, H., Poulsen, A.D., Ruokolainen, K., Moran, R.C., Quintana, C., Celi, J. (2003).** Linking floristic patterns with soil heterogeneity and satellite imagery in Ecuadorian Amazonia. *Ecological Applications* 13 (2): 352-371.
- Van Kekem, A.J. (1984).** Etude pédologique de la Réserve de la Biosphère de M'passa. Makokou, Gabon. Unesco. *Programme on Man and the Biosphère (MAB)*. 34 p.
- Watt, A.S. (1947).** Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology* 35 (1/2) : 1-22.
- Webb, C.O., Peart, D.R. (2000).** Habitat associations of trees and seedlings in a Bornean rain forest. *Journal of Ecology* 88 (3): 464-478.
- Whitmore, T.C. (1975).** Tropical rain forests of the Far East. *Clarendon Press*. Oxford. 282 p.

Analyse diachronique de l'occupation des terres pour la conception d'une base de données géo-référencées de suivi des dynamiques territoriales dans la commune rurale de Koumbia au Burkina Faso

Ngo Makak R.¹, Sanou P.¹, Toure I.², Tchindjang M.³, Makak J. S.⁴

(1) Institut Supérieur d'Etudes Spatiales et Télécommunications, Ouagadougou-Burkina Faso / e-mail : rosemakak2@gmail.com

(2) Unité mixte de recherche CIRAD-INRA-SUPAGRO, Ouagadougou, Burkina Faso

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

(4) Geospatial Company, Libreville Gabon

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215893>

Résumé

Au Burkina Faso, comme partout ailleurs en Afrique, l'occupation anarchique des terres est devenue un problème environnemental majeur ces dernières années. Pour mieux saisir la problématique de l'occupation des sols et de leurs évolutions, le choix de la commune comme échelle d'observation de la couverture terrestre et des rythmes des changements qui affectent les sols a été privilégié. C'est dans cette optique que la présente étude s'est fixé pour objectif d'analyser l'occupation des terres dans la commune rurale de Koumbia pour mieux évaluer les problèmes environnementaux afin d'aider les autorités locales à prendre des décisions en faveur d'un développement durable. Pour cela, il s'est agi de recenser les données disponibles concernant la zone d'étude, les sauvegarder dans une base de données géo-référencées sous Microsoft (MS) Access 2013. Le but étant de faire de cette commune un site de référence pour le suivi à moyen et à long terme les

dynamiques territoriales liées aux changements s'opérant au niveau des exploitations agricoles. L'analyse s'est faite sur la base de traitement d'images satellitaires Landsat TM et ETM+ des années 1999, 2006 et 2009. Les résultats obtenus montrent que durant cette période, les champs/jachères, les affleurements cuirassés et les savanes herbeuses ont progressé de 201%, 162% et 25% respectivement. A l'opposé, les forêts galeries/ savanes arborées, les savanes arbustives, les sols nus et les plans d'eau ont respectivement régressé de 40%, 61%, 70% et 56%. L'étude révèle en outre que la culture intensive du coton a entraîné la dégradation des sols, l'expansion des superficies agricoles et donc la dégradation des ressources naturelles. Toutefois, les changements climatiques, les autres activités agricoles et pastorales, la pression démographique et l'activité minière constituent les principales causes de ces mutations.

Mots clés : Burkina-Faso, Occupation des sols, Commune de Koumbia, Base de données, géo-référencées

Abstract

In Burkina Faso, as elsewhere in Africa, uncontrolled land occupation has become a major environmental problem in recent years. To better understand the issue of land use and its development, Koumbia municipality was chosen as observation scale of land cover and changes rhythm that affect the soil. In this line, this paper aims at analyzing the land use in the Koumbia rural council to better assess environmental issues in order to assist local authorities in decision making for sustainable management. It succeeded in identifying the available data on the study area, saving them in a geo-referenced database with Microsoft Access 2013 software. The aim is to provide a common reference site to track territorial dynamics in the medium and long

term related to changes taking place at the farm level. The analysis was done on Landsat satellite images of 1999, 2006 and 2009. The results show that during this period, fields/fallow outcrops, battleships and grassland increased by 201%, 162% and 25% respectively. Conversely, galleries forests/tree savannas, shrub lands, bare soils and water bodies decreased by 40%, 61%, 70% and 56% respectively. The study further showed that the intensive cultivation of cotton has led to the soil degradation, expansion of agricultural land and thus the degradation of natural resources. However, climate change, other agricultural and pastoral activities, demographic pressure and mining are the main causes of these changes.

Keywords : Burkina Faso, land occupation, Koumbia council, database, geo-referenced

1. Introduction

Le Burkina Faso est un pays sahélien d'Afrique de l'Ouest. Son économie est basée sur les activités agro-sylvo-pastorales et minières. Ces activités engendrent de fortes pressions sur les ressources naturelles et induisent la dégradation des sols, du couvert végétal, l'érosion de la biodiversité, l'aggravation du stress hydrique, l'amplification des problèmes environnementaux en milieu urbain au Burkina Faso. Les changements climatiques exacerbent ces problèmes, hypothéquant ainsi le potentiel de développement du pays (Annuaire statistique de l'environnement au Burkina-Faso, 2010).

Face à une telle situation, il y a une nécessité urgente d'aménagement intégré et concerté des espaces de productions agropastorales pour satisfaire les besoins croissants des populations ; Ceci justifie le recours aux images de télédétection dont le traitement et l'intégration dans les bases de données géographiques permettent de répondre aux besoins de gestion de ressources naturelles.

Dans le cadre du DP-ASAP (Dispositif en Partenariat

des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux en Afrique de l'Ouest), de nombreuses données ont été collectées dans la commune de Koumbia à l'échelle des parcelles, des exploitations agricoles et des territoires villageois, afin de caractériser différents aspects d'évolution de la production agricole et de la gestion des espaces et des ressources naturelles. Il ressort de ces études que les systèmes agro-pastoraux rencontrent aujourd'hui de grandes difficultés dues à l'augmentation des superficies cultivées et l'accroissement du cheptel herbivore dans ladite commune (Diallo, 2009). L'accès aux ressources clés (terres agricoles, point d'eau, bas fonds, jachères, pâturages, ressources forestières et fauniques) est devenu un enjeu majeur pour les acteurs qui les exploitent. L'analyse de l'occupation des terres dans la commune de Koumbia à partir des images satellites et des SIG a permis de déceler les tendances évolutives de l'occupation des sols et les types de changements qui s'y opèrent, puis d'appréhender les facteurs déterminants de ces changements d'une part et de concevoir une base de données géo-référencées de suivi de dynamiques territoriales d'autre part.

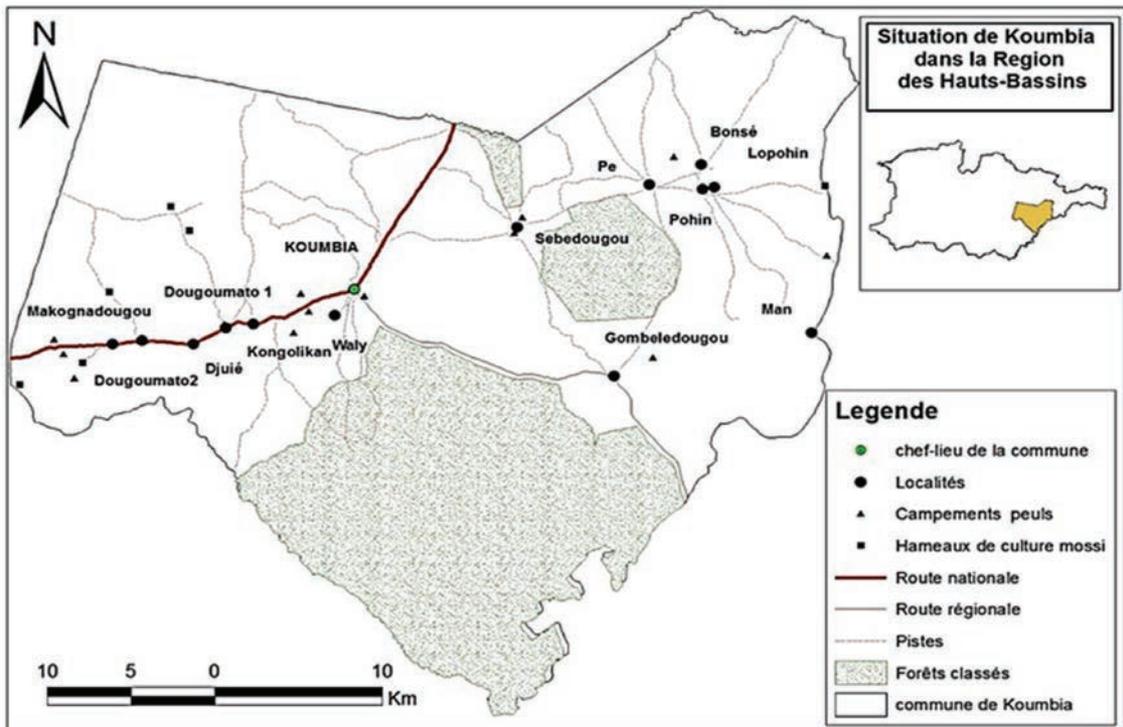


Figure 1 : Localisation de la commune rurale de Koumbia dans la région des Hauts-Bassins

(Source : BNDT2002/BD L. GUERRINI, 2007_2008)

2. Matériel et Méthodes

2.1. Site d'étude

Koumbia est le chef-lieu de la commune de même nom. Il est situé dans la province du Tuy, Région des Hauts Bassins, (11° 14' 0" Nord et 3° 42' 0" Ouest, figure 1). Créée en 2004, cette commune est passée de 7 à 14 villages. Le 3^{ème} recensement général de la population du Burkina Faso de 2006 a estimé la population de la commune de Koumbia à 36 252 habitants avec 48,5% d'hommes et 51,5% de femmes. En deux décennies la population a presque quadruplée (Institut National de la Statistique et de la Démographie). Le nombre d'habitants au km² est passé de 8 en 1985 à 28 habitants/km² en 2006 ; mais il reste encore en dessous de la densité moyenne de la province (39 habitants/km²).

La commune s'étale sur une superficie d'environ 1358 km² dont 30% couverte par des forêts classées (Charte foncière de Koumbia, 2010). La commune de Koumbia possède un relief collinaire assez vallonné. C'est un plateau fortement encaissé, caractérisé par une dénivellation moyenne de 80 m entre le nord et le sud.

Les aspérités du relief induisent un réseau hydrographique assez dense, marqué par une juxtaposition des cours d'eau et de nombreux ruisseaux. Ceux-ci coulent respectivement dans les sens Sud-nord et Sud-ouest et Sud-est avec quelques variations.

Le climat est de type soudanien caractérisé par la succession de deux saisons: une saison sèche qui va de novembre à avril et une saison pluvieuse de mai à octobre.

La pluviométrie moyenne annuelle est relativement abondante et varie entre 800 et 1 100 mm. Les mois les plus pluvieux (juin-septembre) enregistrent des quantités de précipitations ≥ 100 mm) avec un pic au mois d'août. C'est la période active de végétation où le disponible fourrager constitué surtout de graminées au cycle végétatif annuel est le plus abondant.

Les sols rencontrés dans la commune sont de types : ferrugineux trop lessivés et riches en dioxyde de fer (la

proportion des cuirasses ferrugineux avoisine 25% du territoire communale), gravillonnaires (dominants et répandus un peu partout dans les villages), sablonneux (un peu répandus, on les rencontre dans les plaines), argileux ou sols hydromorphes, localisables dans les bas-fonds et les zones inondables (cuvettes). Ces derniers sont des sols les plus riches en matières organiques et fortement prisés pour le développement des activités agricoles (Charte foncière de Koumbia, 2010).

La végétation est constituée de savanes boisées et arborées dans les forêts classées notamment au sud de la commune ; savanes arbustives sur les cuirasses avec affleurements rocheux par endroits et des parcs arborés dans les zones agricoles. Il existe aussi des forêts claires et des forêts galeries. Ces écosystèmes naturels alternent dans l'espace avec des champs agricoles.

L'agriculture est l'une des activités qui structurent la vie socio-économique locale. Elle est par endroits intensive (utilisation des engrais inorganiques) principalement pour la culture du coton. Celle-ci (51% de la surface totale cultivée) de même que la culture de maïs (37% des surfaces totales cultivées) se concentrent sur les assolements. Le sorgho, le mil, l'arachide et le niébé restent des spéculations secondaires qui représentent 12% des surfaces totales cultivées (Diallo, 2009).

Le système agricole est basé sur la rotation (coton/maïs) des cultures. Les agriculteurs des groupes sociologiques Bwaba et Mossi cultivent le coton, le maïs et le sorgho en culture pluviale. Chez les éleveurs Peulhs, les assolements restent exclusivement vivriers avec près de la moitié de la surface totale cultivée allouée au maïs et l'autre moitié réservée à des céréales «dites traditionnelles» (sorgho et mil) (Diallo, op.cit.).

Les productions (en tonne) enregistrées par la Zone d'Appui Technique d'Agriculture (ZATA) de Koumbia entre 2006 et 2009 (tableau 1) montrent que le coton occupe la première place des spéculations avec 2 fois plus de surface cultivée que le maïs. Le riz pluvial est cultivé dans les bas-fonds et il y a très peu de bas-fonds aménagés.

Tableau 1 : Production des différents types de cultures entre 2006 et 2008 (en tonne)

Année	Coton	Maïs	Sorgho	Mil	Riz	Arachide	Sesame	Total
2006	10 000	4 900	2 700	531	110	375	110	18 726
2007	9 200	4 950	2 750	530	80	380	110	18 000
2008	10 000	4 000	2 615	575	90	380	172	17 832

Source : ZATA, Koumbia, 2009

2.2. Matériel et outils

2.2.1. Les images satellitales

Trois (3) images satellites Landsat (tableau 2) multitudes (1999, 2006 et 2009) obtenues dans le projet DREP-ASAP (Dispositif de Recherche et d'Enseignement en Partenariat sur l'Intensification écologique et la conception des innovations dans les Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux de l'Afrique de l'Ouest) «co-conception des innovations dans les savanes sub-humides» ont été utilisées pour réaliser l'analyse diachronique et produire les cartes thématiques.

Le choix de ces images tient de leur disponibilité et d'une meilleure couverture spatiale de la commune qu'elles offrent. Leur traitement se complète des vérifications de terrain.

2.2.2. Logiciels de traitement des données

Le logiciel MS Access 2013 a été utilisé pour la constitution de la base de données, le stockage des données attributaires et la gestion des métadonnées.

Le logiciel Power AMC 15.1 a servi à la constitution des modèles objets. Les données géographiques ont pu être intégrées et traitées grâce à ArcGis 10.2 et QGIS 2.18 ; Ces deux logiciels de cartographie et d'analyse spatiale permettent une liaison avec des données sous Access et Oracle.

2.3. Méthodes

2.3.1. Réalisation des cartes thématiques

Pour la réalisation des cartes thématiques, les images satellites retenues ont été traitées et validées après les enquêtes et observations de terrain. Ces dernières se sont réalisées durant les deux (2) missions de terrain.

2.3.2. Traitement d'image

Les images Landsat des années 1999, 2006 et 2009 ont permis une étude diachronique de l'occupation des terres. Le traitement a consisté en deux étapes: les prétraitements et les traitements des images.

Les prétraitements ont été effectués en trois étapes: correction géométrique, radiométrique (réflectance) et le choix de la composition de bandes spectrales.

Les traitements des images, ont consisté en la réalisation des classifications supervisées et non

supervisées (Fauvel, 2016). Nous avons aussi calculé l'indice de végétation normalisée «NDVI». La visualisation de cet indice nous a permis d'apprécier l'activité chlorophyllienne du couvert végétal.

2.3.3. Constitution du SIG et de la base de données

Les images obtenues après filtration, ont été vectorisées sous ARCGIS 10.2 afin de disposer des ensembles homogènes d'unités d'occupations des terres et pour leur enregistrement dans un SIG. La vectorisation est une conversion qui aboutit à la segmentation de l'image. Les unités s'individualisent et chacune d'elle peut être modifiée sans entraîner les autres (Caloz et Collet, 2001). Les fichiers ainsi obtenus ont été édités pour générer les différentes cartes thématiques.

2.3.4. Sorties de terrain

Ce processus a consisté à effectuer deux séjours de terrain en saison des pluies (mai et août). Le premier a consisté à une prise de contact et à la collecte des données disponibles au sein du projet DP ASAP. Le deuxième était de collecter les données de vérités-terrain pour contrôler des unités thématiques à classifier. Il s'agissait de cibler les zones à vérifier sur les images, relever leurs coordonnées géographiques et les intégrer dans le GPS avant de se rendre sur le terrain. Les cartes provisoires de la zone ont préalablement été réalisées de même que des fiches de collectes de données sur le terrain. Chaque description était accompagnée d'une photo afin de confronter les images à la réalité du terrain. Un questionnaire a été administré à un échantillon aléatoire constitué d'une cinquantaine de résidents. Des entretiens guidés ont été réalisés auprès du maire, des chefs de service de l'agriculture, des eaux et forêts et de l'élevage, etc. C'est après cette phase de terrain que les dernières classifications supervisées des images ont été réalisées pour apporter des corrections cartographiques et affiner les statistiques associées.

2.3.5. Analyse des données

Les données socio-économiques et statistiques collectées et saisies sous Microsoft Excel 2013 pour des analyses statistiques sur l'évolution de la population, de la pluviométrie et des zones cultivées ont été effectuées pour identifier les causes de la dégradation des unités d'occupation des terres. D'autres analyses spatiales ont été effectuées sous les logiciels ERDAS imagine 9.2 et ArcGis 10.2 afin de comparer les superficies et les pourcentages des différentes unités durant ces trois périodes.

Tableau 2 : Images Landsat utilisées

Satellite	Capteur	Scène (Path-Row)	Date
Landsat 7	ETM+	196-052	20/11/1999
Landsat 5	TM	196-052	02/12/2006
Landsat 5	TM	196-052	24/11/2009

Tableau 3 : Matrice de confusion de la classification de l'image du 20 novembre 1999

Données classées	Forêt galerie/ Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Champs cultivés/jachère	Sol nu	Affleurements cuirassés	Plan d'eau	Total	Erreur de commission	Précision (%)
Forêt galerie/ Savane arborée	65	0	0	0	0	0	0	65	0	100
Savane arbustive	0	86	2	0	0	1	0	89	0,034	96,63
Savane herbeuse	0	2	92	5	0	1	0	100	0,08	92
Champs cultivés/jachère	0	2	3	87	0	3	0	95	0,084	91,57
Sol nu	0	0	0	5	113	0	0	118	0,042	95,76
Affleurements cuirassés	0	0	0	0	0	234	0	234	0	100
Plan d'eau	0	0	0	0	0	0	9	9	0	100
Total	65	90	97	97	113	239	9	710	-	-
Erreur d'omission	0	0,044	0,051	0,103	0	0,021	0	-	-	-

Indice Kappa = 0,96 %

Légende /

Erreur d'omission : Nombre de pixels d'un objet mal classé / Total des pixels de la classe. (Lire verticalement) ;

Exemple : Erreur d'omission : savane arbustive (EO2) = 2+2/90, c'est-à-dire EO2= 0,044 ;

Erreur de commission : Nombre de pixels d'une classe mal classée / Total des pixels de la classe. (Lire horizontalement) ;

Exemple : Erreur de commission savane arbustive (EC2) = 2+1/89, c'est-à-dire EC2= 0,034 ;

Précision : (Nombre de pixels de la classe bien classée / Total des pixels de la classe)*100 ;

Exemple : Précision savane arborée (P2)= 86/89*100, c'est-à-dire P2= 96,69% ;

Tableau 4: Matrice de confusion de la classification de l'image du 2 décembre 2006

Données classées	Forêt galerie/ Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Champs cultivés/jachère	Sol nu	Affleurements cuirassés	Plan d'eau	Total	Erreur de commission	Précision (%)
Forêt galerie/ Savane arborée	151	0	0	0	0	0	0	151	0	100
Savane arbustive	0	14	1	0	0	0	0	15	0,067	93,33
Savane herbeuse	0	3	20	0	0	0	0	23	0,13	86,95
Champs cultivés/jachère	0	0	0	38	0	0	0	38	0	100
Sol nu	0	0	0	5	42	0	0	47	0,106	89,36
Affleurements cuirassés	0	0	0	0	0	144	0	144	0	100
Plan d'eau	0	0	0	0	0	0	71	71	0	100
Total	151	17	21	43	42	144	71	489		
Erreur d'omission	0	0,176	0,047	0,116	0	0	0			

Indice Kappa = 0,95%

3. Résultats

3.1 Les changements environnementaux dans la commune de Koumbia

3.1.1. Évaluation de la qualité de classification supervisée

La matrice de confusion de la classification a été calculée pour chacune des trois dates (1999, 2006

et 2009) ; On constate également les confusions spectrales entre les différentes classes. Les matrices de confusions obtenues sont représentées par les tableaux 3, 4 et 5. Les résultats obtenus montrent que les erreurs de commission et d'omission sont faibles. La précision moyenne est de : 96,6 ; 95,7 et 93,0% pour les trois images (1999, 2006 et 2009).

Tableau 5 : Matrice de confusion de la classification de l'image du 24 novembre 2009

Données classées	Forêt galerie Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Champs cultivés, jachères	Sol nu	Affleurements cuirassés	Plan d'eau	Total	Erreur de commission	Précision (%)
Forêt galerie/ Savane arborée	226	10	0	0	0	0	0	236	0,042	95,76
Savane arbustive	39	267	0	0	0	0	0	306	0,127	87,25
Savane herbeuse	0	2	50	14	0	0	0	66	0,242	75,75
Champs cultivés/jachère	1	1	0	93	0	0	1	96	0,031	96,87
Sol nu	0	0	0	1	22	0	0	23	0,043	95,65
Affleurements cuirassés	0	0	0	0	0	46	0	46	0	100
Plan d'eau	0	0	0	0	0	0	174	174	0	100
Total	266	280	50	108	22	46	175	947		
Erreur d'omission	0,15	0,046	0	0,139	0	0	0,005			

Indice Kappa= 0,93%

Tableau 6: Occupation des terres en 1999, 2006 et 2009

Unités d'occupation	Novembre 1999		Décembre 2006		Novembre 2009	
	Superficies (ha)	Pourcentage (%)	Superficies (ha)	Pourcentage (%)	Superficies (ha)	Pourcentage (%)
Forêt galerie/ Savane arborée	28310,8	20,79	14169,6	10,41	17060,5	12,53
Savane arbustive	54453,3	40	50284,9	36,95	21161,3	15,54
Savane herbeuse	25573,5	18,8	20276,7	14,9	31878,4	23,42
Champs cultivés/jachère	19716,6	14,5	42362,7	31,12	59269,3	43,54
Sol nu	6052,64	4,44	2996,55	2,2	1822,59	1,33
Affleurements cuirassés	1857,29	1,4	5909,49	4,34	4858,38	3,6
Plan d'eau	122,33	0,07	104,49	0,08	54	0,04
Total	136086,46	100	136104,43	100	136104,47	100

(Source : traitement d'image Landsat TM des années 1999-2006-2009)

En effet, les erreurs d'omission représentent le taux de pixels assignés incorrectement à une classe qui appartient en fait à une autre classe alors que les erreurs de commissions représentent le taux de pixels incorrectement exclus d'une classe.

Les trois (3) tableaux des matrices de confusion montrent pour chacune des classes, le niveau de fiabilité et les principales confusions faites lors de la classification des images. Pour l'ensemble des classes définies, il y a eu des confusions c'est-à-dire les pixels de certaines unités d'occupation des terres ont été confondus à d'autres. Les précisions globales obtenues sont respectivement de 0,96% (1999), 0,95% (2006) et 0,93% (2009) que nous avons eu respectivement pour les trois dates. Ce qui traduit un résultat acceptable entre les classifications et les données de vérification.

3.2. Occupation des terres dans la commune de Koumbia

Les unités d'occupation des terres identifiées sur les différentes images sont : les forêts galeries/ savanes arborées, les savanes arbustives, les savanes herbeuses, les champs/jachères, les affleurements cuirassés et les plan d'eau (figure 2).

La figure 2 montre une évolution, suivant les années/dates, des champs et affleurements cuirassés contrairement aux forêts galeries et savanes qui régressent. L'état d'occupation des terres à ces dates et les statistiques y référents sont consignés dans le tableau 6 (d'après l'interprétation des images Landsat retenues pour cette étude). On constate qu'en 1999, les savanes arbustives étaient dominantes avec un pourcentage de 40% de la superficie totale considérée. Ensuite, les forêts galeries/savanes arborées (20,79%),

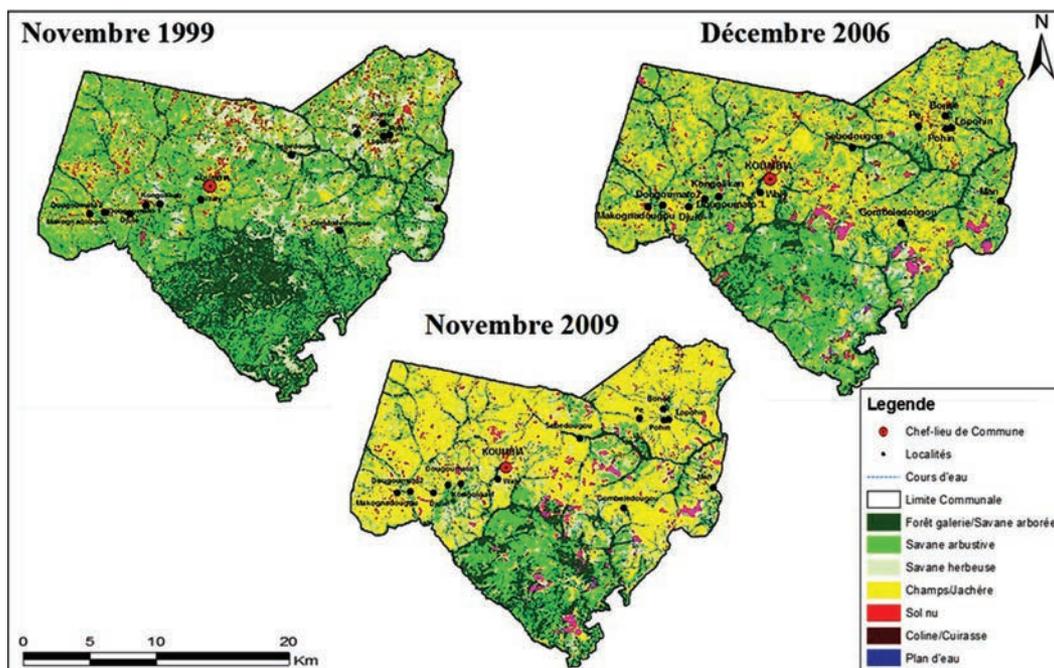


Figure 2: Occupation des terres dans la commune rurale de Koumbia en 1999, 2006 et 2009

Tableau 7 : Dynamique de l'occupation des terres

Unités d'occupation	Novembre 1999	Décembre 2006	Novembre 2009	Dynamique en %		
	Superficies (ha)	Superficies (ha)	Superficies (ha)	1999-2006	2006-2009	1999-2009
Forêt galerie/savane arborée	28310,8	14169,6	17060,5	-50%	20%	-40%
Savanes arbustives	54453,3	50284,9	21161,3	-8%	-58%	-61%
Savanes herbeuses	25573,5	20276,7	31878,4	-21%	57%	25%
Champs cultivés / Jachère	19716,6	42362,7	59269,3	115%	40%	201%
Sols nus	6052,64	2996,55	1822,59	-50%	-39%	-70%
Affleurements cuirassés	1857,29	5909,49	4858,38	218%	-18%	162%
Plan d'eau	122,33	104,49	54	-15%	-48%	-56%
Total	136086,46	136104,43	136104,47			

(Source : traitement d'image Landsat TM 1999-2006-2009)

les savanes herbeuses (18,8%), les champs/jachères occupaient (14,5%), les affleurements cuirassés (1,4%), les sols nus (4,44%) et enfin les plans d'eau (0,07%).

En 2006, on a observé une dominance de savanes arbustives et de champs/jachères avec 36,95% et 31,12% de la superficie totale considérée. Les savanes herbeuses, les forêts galeries/savanes arborées, les affleurements cuirassés, les sols nus et les plans d'eau occupaient respectivement 14,90%, 10,41%, 4,34%,

2,20% et 0,08% de la superficie totale considérée.

En 2009, le mode d'occupation des terres a évolué. L'unité champs/jachère devient prédominante avec 43,54%, ensuite suivent les savanes herbeuses avec 23,42%, les savanes arbustives, les forêts galeries/savanes arborées, les affleurements cuirassés, les sols nus et les plans d'eau occupent respectivement 15,54%, 12,53%, 3,6%, 1,33% et 0,04% de la superficie totale du terroir.

Tableau 8 : Matrice de transition des unités d'occupation des terres entre 1999 et 2009

		Unités d'occupation des terres en 2009							
		Forêt galerie Savane arborée	Savane arbustive	Savane herbeuse	Champs cultivés, jachères	Sol nu	Affleurements cuirassés	Plan d'eau	Total
Unité d'occupation des terres en 1999	Forêt galerie/ savane arborée	307,07	429,53	199,79	73,26	2,05	2,97	1,69	1016,36
	Savanes arbustives	365,75	9970,31	3827,82	413,74	16,17	6,57	2,42	14602,78
	Savanes herbeuses	193,49	166,76	2250,48	3863,01	189,15	12,87	2,01	6677,77
	Champs cultivés Jachère	107,74	9970,31	6661,15	91363,4	1389,19	17,57	1,04	109510,4
	Sols nus	30,6	297,96	2071,12	677,3	43,45	48,39	4,51	3173,33
	Affleurements cuirassés	6,64	111,19	518,38	18,24	0,26	401,58	0,51	1056,8
	Plan d'eau	3,77	11,71	15,24	0,15	0,02	0,01	28,36	59,26
	Total	1015,06	20957,77	15543,98	96409,1	1640,29	489,96	40,54	136096,7

Source : Traitement d'image Landsat ETM+1999-TM2009

Tableau 9: Superficie des types de changements de l'occupation des terres (de 1999 à 2009)

Type	Stabilité	Régression	Progression
Superficie en ha	31305,38	79063,51	25572,36
Pourcentage (%)	23%	58%	19%

Pendant ces trois périodes, nous constatons que les unités forêts galeries/savanes arborées, savanes herbeuses et les champs/jachères ont augmenté. Par contre, les savanes arbustives, les sols nus et les affleurements cuirassés ont diminué. Cependant, les plans d'eau qui ont augmenté en 2006 ont ensuite diminué en 2009.

3.2.1. Évolution de l'occupation des terres de 1999 à 2009

Le tableau 7 montre la dynamique intervenue durant ces trois périodes. Les changements survenus au niveau de chaque unité d'occupation ainsi que les transformations peuvent être évalués en termes de progression ou régression.

Ainsi, nous constatons que de 1999 à 2006, les unités champs/jachères et les affleurements cuirassés ont connu une importante progression de 22 646,1 ha (+201%) et 4 052,2 ha (+162%) de leurs superficies respectives. Par contre, les unités forêts galeries/savanes arborées, les savanes arbustives, savanes herbeuses, les sols nus et les plans d'eau ont régressé.

De 2006 à 2009, il y a eu une forte pression sur les savanes arbustives, sols nus, affleurements cuirassés et plans d'eau, contrairement aux unités forêts galeries/savanes arborées, savanes herbeuses et champs qui ont progressé.

Le bilan de l'évolution de l'occupation des terres de 1999 à 2009 montre une forte pression sur les forêts galeries/savanes arborées (-40%), les savanes arbustives (-61%), les sols nus (-70%) et les plans d'eau (-56%). Par contre, les unités savanes herbeuses (+25%), champs/jachères (+201%) et les affleurements cuirassés (+162%) ont subi une augmentation. Cette augmentation est beaucoup plus ressentie au niveau des champs. Après un entretien avec les populations, il ressort qu'il y a 10 ans, plus de surface de la commune était couverte de savanes arborées, savanes arbustives et de bas-fonds. Les arbres et les arbustes étaient prédominants. On rencontrait beaucoup plus les Karités («*Vitellaria paradoxa Gaertn. f.*»), le néré «*Parkia biglobosa* » et le Seko «*Andropogon gayanus*» (herbe utilisée pour la paille).

De nos jours, on note la rareté de certaines espèces arborées, arbustives et herbeuses (linga yiri en dioula «*Azelia africana*», raisins sauvages «*Vitis spp*», «*Panicum maximum*»). Cependant il y a eu apparition de nouvelles espèces (les tournesols «*Helianthus annuus*»). De tout ce qui précède il y a lieu de dire que l'importance sur l'augmentation des champs justifie la forte dégradation des autres formations naturelles.

3.3. Détection des types de changements de l'occupation des terres

La détection des changements s'est fait à partir de la matrice de transition. (tableau 8). La matrice de transition est un tableau à double entrée qui permet de décrire de manière condensée les changements d'état des cellules d'occupation des terres intervenus entre deux dates (Schlaepfer, 2002). L'analyse des types de changements a donné les résultats du tableau 9 et la figure 3. On constate que le pourcentage des éléments stables est de 23% (affleurements cuirassés, plans d'eau). Certaines unités d'occupation ont progressé 19% (champs/jachères, Savanes herbeuses, sols nus), d'autres ont régressé 58% (forêts galeries/savanes arborées, savanes arbustives).

Ces pourcentages laissent voir qu'il y a une dégradation intensive des terres.

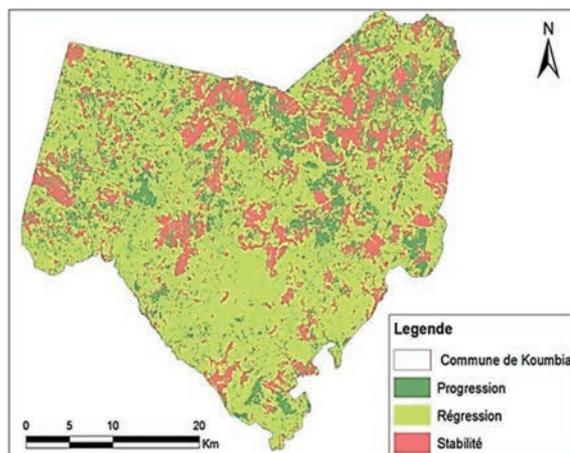


Figure 3 : Types de changements de l'occupation des terres (1999 à 2009)

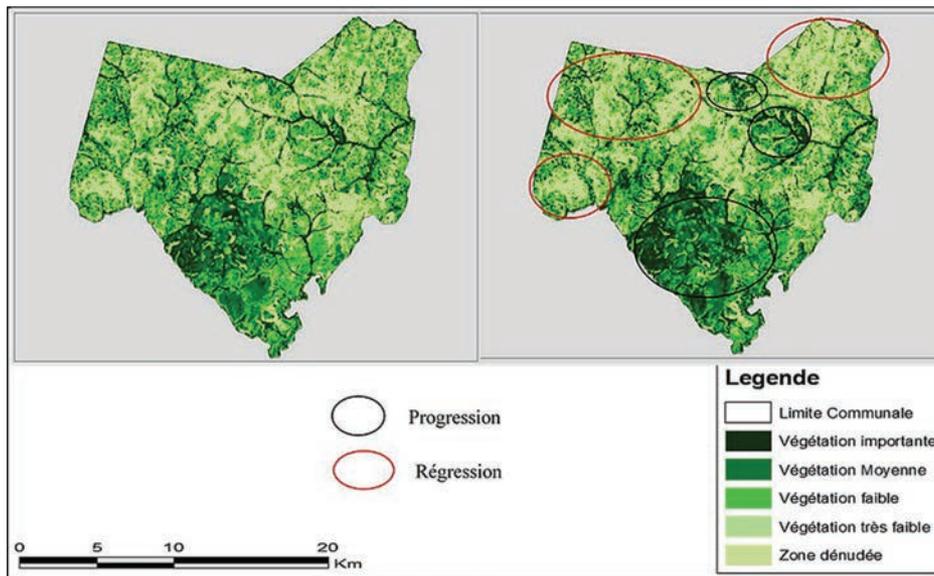


Figure 4 : Couvert végétal de 2006 à 2009

Tableau 10 : Surfaces reboisées et aménagées dans la commune de Koumbia depuis 1999

Localités	Années	Responsables	Superficie
Makognadougou	1999	Projet PDRI	45 ha reboisés
	2004	Projet PNGT2	50 ha aménagés
Pohin	2005-2007	Projet PNGT2	0,5 ha reboisé
Dougoumato2	2004	Projet PNGT2	2 ha reboisés
	2008	Projet PDLO	Appui à des reboisements individuels
Dougoumato1	1999	Projet PDRI	5 ha
	2008	Projet PDLO	2 ha reboisés
Bonsè	2005	Projet PNGT	0,5 ha

3.4. Évolution du développement végétatif

Les résultats issus de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI), montrent que la biomasse végétale présente dans la zone en 2006, a progressé au niveau des forêts classées en 2009. Cependant, on note une dégradation du couvert végétal au niveau des zones agricoles et des sols nus (figure 4).

3.5. Les facteurs déterminants de l'évolution de l'occupation des terres

3.5.1. Évolution de la population

La courbe de la figure 5a montre que la population croît chaque année dans la commune de Koumbia. De même durant ces trois périodes (1999, 2006 et 2009), la superficie des zones cultivées a augmenté. On a enregistré 19 716,6 en 1999, 42 362,7 en 2006 et 59 269,3 en 2009 (figure 5b). La croissance rapide de la population constitue la principale cause des difficultés d'accès au foncier dans les différents villages. Elle se traduit également par une forte pression sur les autres ressources naturelles et pourrait engendrer des

dégradations considérables si des modes de gestion durable de ces ressources ne sont pas mises en œuvre.

3.5.2. Évolution des superficies des zones cultivées

Il ressort de la figure 6 ci-dessous que la superficie des zones cultivées a augmenté au cours des trois années. On a enregistré 14,5% en 1999, 31,12% en 2006 et 43,54% en 2009. Cette remarque conduit à l'expansion progressive des champs dans la commune.

3.5.3. Les sites miniers

Les enquêtes de terrain ont montré que la commune de Koumbia compte 4 sites d'orpaillage situés respectivement dans les villages suivant : Koumbia, Gombèlédougou, Man et Pé. Un buffer de 5 km de part et d'autre du site d'orpaillage, permet d'identifier les différentes formations naturelles qui seront touchées par les travaux d'extraction liée à l'activité minière. Aussi, la figure 7 montre que les forêts classées, les formations rupicoles et les surfaces agricoles se trouvent à l'intérieur de la zone tampon. La dégradation de ces ressources peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement.

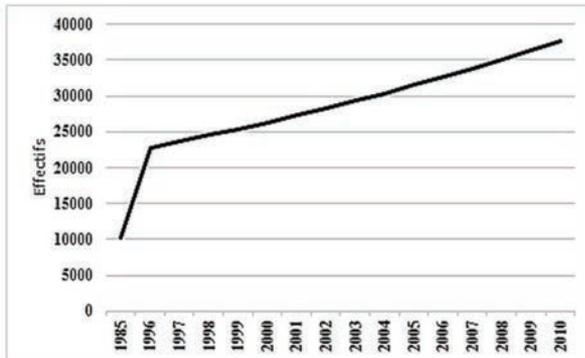


Figure 5 a: Tendence évolutive de la population de 1985 à 2010

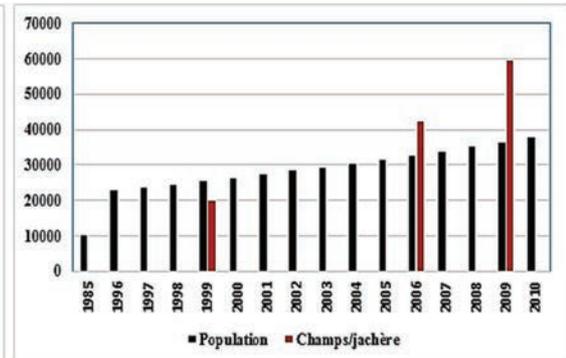


Figure 5b. Tendence évolutive de la population et des champs de cultures

(Source : Institut National de la Statistique et de la démographie 2009)

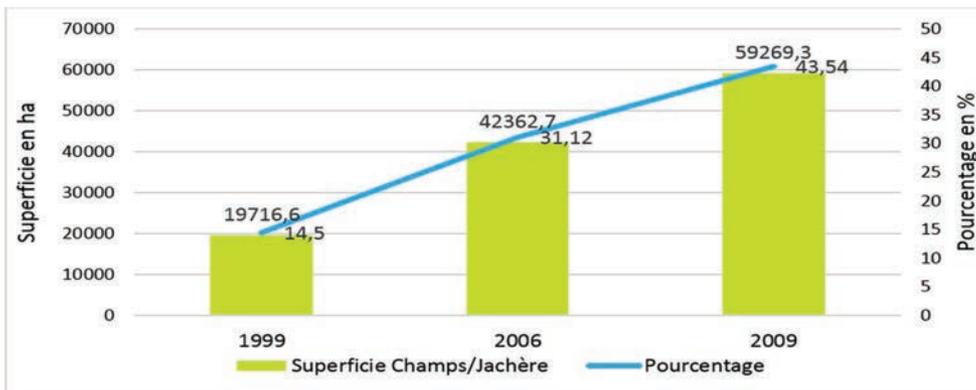


Figure 6 : Tendence évolutive des champs

3.6. Réalisations environnementales dans la zone d'étude

Les réalisations rencontrées dans la commune de Koumbia sont surtout les aménagements dans les domaines forestier, agricole et hydraulique. La commune abrite aujourd'hui environ 65 ha reboisés suivant la répartition indiquée au tableau 10. 50 ha d'aménagement de bas-fonds et un appui à des reboisements individuels financés par des ONG (PNGT2, PDLO, PDRI). (Diallo M. A., 2009).

La forte concentration des parcs agroforestiers sur

toute l'étendue de la Commune (en dehors des zones mises en défens-forêts classées) traduit l'emprise surfacique des activités agricoles qui s'inscrivent au fil des années, dans la perspective de durabilité.

4. Discussion

Les analyses précédentes montrent que l'expansion agricole est la principale cause du déboisement. La présence des formations naturelles végétales s'explique par des actions de restaurations opérées par les acteurs du développement rural (tableau 10).

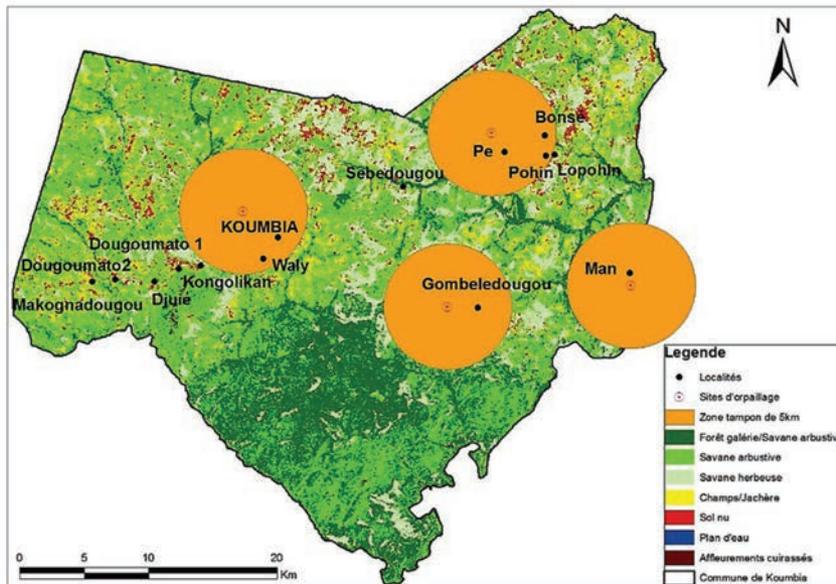


Figure 7 : Rayon d'impact environnemental des sites miniers

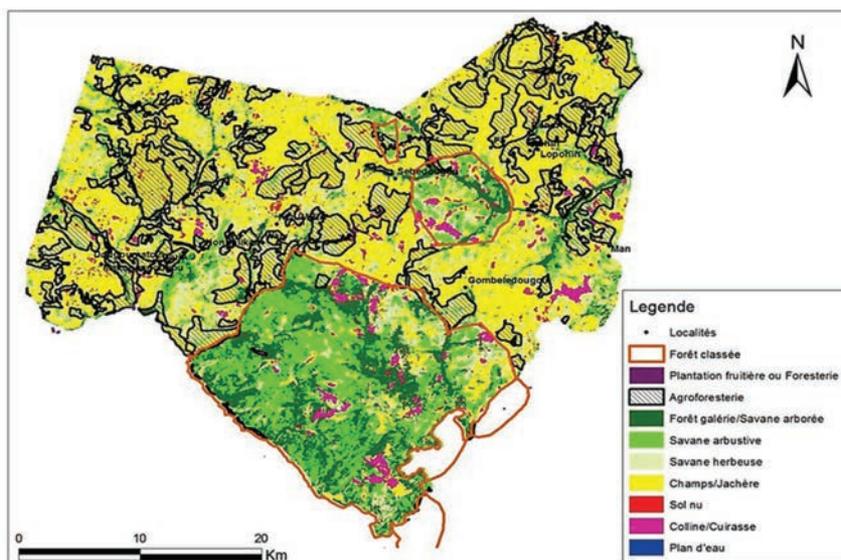


Figure 8 : Proportion des agroforesteries dans la commune de Koumbia en 2009

L'étude met en évidence le même processus d'évolution décrit par plusieurs auteurs. Ils analysent l'occupation des terres dans certaines zones ayant les caractéristiques physiques semblables à celles de notre zone d'étude, mais avec des méthodes différentes. Morant, (1995) cité par Augusseau, (2007) ; Vall et al., (2011), par analyse visuelle des photos aériennes et Blanchard, (2005) par classification supervisée d'image Landsat TM 1999 (canaux 5, 4, 3) couvrant les terroirs Koumbia et Waly. Les résultats obtenus ont montré que les champs sont dominants par rapport aux autres types d'occupation.

La superficie des champs a augmenté avec la multiplication des cultures dans la zone. La mise en place de la filière coton a entraîné l'installation des nouveaux exploitants dans la zone (Vall et al., 2006). Par ailleurs, Landais, (1985) cité par Augusseau (2007), a observé les changements dans le Nord de la Côte d'Ivoire avec un accroissement du cheptel en zone agricole dense. L'intégration de l'agriculture et de l'élevage est désormais une pratique présente dans toutes les exploitations de la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso, mais le degré d'intégration et son rôle varie selon le type d'exploitation et sa stratégie agropastorale dominante (Vall et al., 2012).

Le couvert végétal quant à lui a subi de fortes dégradations entre 2006 et 2009. Les zones les plus dégradées sont : les sols nus, les champs, les savanes herbeuses et les savanes arborées. Cette dégradation pourrait s'expliquer par le développement des activités minières, l'accentuation de l'agriculture et la coupe abusive du bois énergie, etc.

L'effectif de la population est passé de 25 420 habitants en 1999 à 32 630 habitants en 2006 et en 2009, 36315 habitants ont été recensés (Projection de population du Burkina-Faso). Cette population augmente chaque année (en moyenne de 800 individus). Ce constat est fait par Vall et al., (2006) qui soulignent qu'après les années 1970, la population de Koumbia en trois décennies a triplé.

Les pluies connaissent une variation inter et intra annuelle dans la commune de Koumbia. Deux années consécutives (2004 et 2005) sont marquées par de faibles pluviosités situées en dessous de 800 mm. Le déficit pluviométrique peut entraîner la rareté, voire la disparition de certaines espèces pérennes et une multiplication des annuelles (Ali et al., 2007). Ainsi l'évolution régressive du climat influence la dynamique des ressources.

5. Conclusion

En définitive, cette étude a permis de caractériser la situation de référence des principales unités d'occupation des terres entre 1999, 2006 et 2009 à partir des outils et méthodes de géomatique. Il ressort de cette étude que les unités d'occupation des terres ont considérablement évoluée. En cette période, les superficies des champs/jachères, des affleurements cuirassés et des savanes herbeuses ont progressé. Par contre celles des forêts galeries/savanes arborées, des savanes arbustives, des plans d'eau et des sols nus ont régressé. L'activité agricole et pastorale, les variations climatiques, la pression démographique et l'activité minière sont des principales causes de ces changements de l'occupation des terres dans la commune rurale de Koumbia. L'expansion des champs a vu le jour depuis la mise en place de la culture de coton qui a entraîné l'intégration des migrants dans la zone. De multiples défriches pour les mises en cultures tendent à faire disparaître les espèces végétales. De nos jours, certaines espèces arbustives (les raisins sauvages «*Vitis spp*») et herbeuses («*Panicum maximum*») sont devenues rares. L'étude a montré que la population est une source incontournable pour comprendre l'analyse de l'occupation des terres dans une zone donnée. Grâce à elle nous avons pu appréhender l'évolution des unités d'occupation dans la commune de Koumbia sur une décennie. En ce qui concerne la base de données ainsi réalisée, elle a permis la création d'une métabase qui décrit toutes les données répertoriées au cours de l'étude. L'importance ici est de rendre l'information disponible et de donner la possibilité aux chercheurs d'acquérir facilement les données.

Bibliographie

- Ali, M., Saadou, M., Bakasso, Y., Abassa, I., Aboubakar, I. et Karim, S. (2007).** Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristique de la végétation dans la commune de Gabi (Région de Maradi, Niger). *Article scientifique*, p 301.
- Augusseau, X. (2007).** Évolution des systèmes agro-pastoraux dans le sud-ouest du Burkina Faso, interactions et dynamiques territoriales. *Mémoire de thèse Université Paul Valéry- Montpellier III*, P13.
- Blanchard, M. (2005).** Relation agriculture élevage en zone cotonnière : Territoire de Koumbia et de Waly, Burkina-Faso. *Mémoire de DESS Université Paris XII, Val de Marne*, 97 P.

- Caloz, R. et Collet, C. (2001).** Précis de télédétection. *Traitements numériques d'images de télédétection*, Volume 3. ISBN 2-7605-1145-6 400P.
- Diallo, M., A. (2009).** Rapport général des diagnostics sur la gestion des ressources agro-sylvo-pastorales de la commune de Koumbia, *Document de travail Activité 6*, CIRDES/URPAN/Projet Fertipartenaires 89 P.
- Diallo, M. A., Vall, E. et Fako, Ouattara, B. (2010).** Charte foncière locale de la commune de Koumbia, *Document de travail Activité 6*, CIRDES/URPAN/Projet Fertipartenaires, 30 P.
- El Yacoubi, Z. et al. (2000).** Conception et mise en œuvre d'un SIG pour la gestion des systèmes d'irrigation sous pression. *Article, CIHEAM, 2000*. p. 121-130 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 31), 12 P.
- Fauvel, M. (2016).** Introduction à la télédétection aérospatiale : *Techniques numériques de traitement de l'information*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSAT), 85 P.
- Girard, M. C. (1995).** Apport de l'interprétation visuelle des images satellitaires pour l'analyse spatiale des sols : un exemple dans la Lodève. Institut National Agronomique Paris-Grignon-UER *Dynamique des Milieux et Organisation spatiales-78850*, P 7-25.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie (2009).** La population du Burkina Faso de 1997 à 2006 ; *www.insd.bf*, 47 P.
- Landais, E. (1985).** Population, élevage bovin et agriculture : aspect de l'évolution récente de l'occupation et la gestion de l'espace rural dans les systèmes agro-pastoraux du nord de la Côte d'Ivoire, In : CIRAD (ed.). *Relation agriculture élevage, Montpellier*. CIRAD. P. 49-57.
- Laurini, R. et Milleret-Raffort, F. (1993).** Les bases de données en géomatique. *Edition HERMES*, 340 P.
- Morant, P. (1995).** Contributions de la cellule télédétection de l'INERA, In: (ed.), *Ouagadougou. 1991*. CNRST, 24p.
- Schlaepfer, R. (2002).** Analyse de la dynamique du paysage. Lausanne : *Laboratoire de gestion des écosystèmes (GECOS)*, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 10 p.
- Vall, E. et Bernier, F. (2011).** Analyse du mode d'évaluation de la campagne agricole par les producteurs en zone cotonnière (Gombèlédougou). *Rapport de stage CIRDES/URPAN/Projet Fertipartenaires*, 115 P.
- Vall, E., Dugué, P. et Blanchard, M. (2006).** Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton. *Cahiers Agricultures vol. 15*, n° 1, janvier-février 2006, 8 P.
- Vall, E., Koutou, M., Blanchard, M., Coulibaly, K., Diallo, M. (2012).** Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agro-sylvo-pastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy. *CIRAD, 2012*. 13 p Colloques. <hal-00718613>

Organisation des populations de Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*) et leur dynamique de colonisation dans les forêts de la Cuvette Centrale Congolaise

Katembo W. E.¹, Amani A. C.^{2,3}, Lejoly J.⁴ et Nshimba S. M.¹

(1) Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo / e-mail : ericwasingya@gmail.com

(2) Center for International Forestry Research

(3) Faculté des Sciences, Université Officielle de Bukavu, RD Congo

(4) Université Libre de Bruxelles, Belgique

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215909>

Résumé

La présente étude s'est déroulée dans le Domaine de Chasse de Rubi Tele (au Nord-Est de la République Démocratique du Congo, à cheval entre les provinces de la Tshopo et du Bas-Uele, au Sud de la ville de Buta). Elle vise à étudier l'organisation des populations de Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*) et leur dynamique de colonisation. L'analyse comparée de la composition floristique et de la structure des strates arborescentes supérieure (A) et inférieure (Ad) dans les forêts monodominantes à *G. dewevrei* et mixtes est issue des données ($D_{hp} \geq 10$ cm) récoltées grâce à la méthode de phytosociologie synusiale intégrée. De ces données collectées, il a été constaté que la richesse et la

diversité des strates arborescentes variaient d'un type forestier à un autre. Des liens floristiques entre les strates arborescentes A (0,88) et Ad (0,82) entre ces forêts ont été établis. Il a en outre, été constaté que la densité et la surface terrière occupées par les individus de la strate Ad variaient d'un type forestier à un autre et non pour celles occupées par les individus de la strate A. La présence d'un grand effectif d'individus de *G. dewevrei* dans les quatre premières classes de diamètre en défaveur des individus de *Julbernardia seretii* et la moindre contrainte de *G. dewevrei* aux variables topo-édaphiques ont prouvé l'expansion des plaques à *G. dewevrei* dans ce domaine.

Mots clés : Forêts monodominantes, Forêts mixtes, *Gilbertiodendron dewevrei*, Dynamique forestière, Colonisation

Abstract

The present study has been carried out in Rubi Tele Domaine de Chasse (at the North-Eastern part of the Democratic Republic of Congo, spanning the Tshopo and Bas-Uele provinces, at the South of the Buta city). It aims to study the organization of the Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*) populations and their dynamics of colonization; The comparative analysis of the floristic composition and structure of the upper (A) and lower (Ad) arborescent layers in *G. dewevrei* monodominant and mixed forests results from data ($D_{hp} \geq 10$ cm) collected using the integrated synusial phytosociology method. From this survey, it was found that the richness and diversity of arborescent

layers varied from one forest type to another. Floristic links between the A (0.88) and Ad (0.82) arborescent layers between these forests have been established. In addition, it was found that the density and basal area occupied by individuals in the Ad arborescent layer varied from one forest type to another and not those occupied by individuals in A arborescent layer. The presence of large numbers of *G. dewevrei* individuals in the first four classes to the detriment of the individuals of *Julbernardia seretii* and the slightest constraint of *G. dewevrei* to the topo-edaphic variables proved the expansion of the plates to *G. dewevrei* in this domain.

Keywords : Monodominant forests, Mixed forests, *Gilbertiodendron dewevrei*, Forest dynamics, Colonization

1. Introduction

Les forêts tropicales humides sont des systèmes complexes à haute diversité floristique (Leigh et al., 2004). En effet, il résulte des travaux d'inventaire à large échelle que cette diversité différerait d'une région intertropicale à une autre (Slik et al., 2015; Parmentier

et al., 2007). Signalons, cependant, qu'il y existe des zones de faible diversité où les arbres de la canopée sont dominés par une espèce (Richards, 1996, Connell et Lowman, 1989). Cette monodominance est connue et documentée aussi bien dans les forêts tropicales d'Asie où on note la monodominance

d'une *Dipterocarpaceae Drybalanops aromatica* (Richards, 1996 ; Whitmore, 1984). Des cas concernant les Leguminosae-Caesalpinioideae sont observés dans le bassin amazonien, notamment *Peltogyne gracilipes* dans le Nord du Brésil (Nascimento et Proctor, 1997) et *Dicymbe spp.* en Guyane (Henkel, 2003 ; Zagt, 1997). Dans le bassin du Congo, l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* forme des peuplements extensifs (Kouob, 2009 ; Torti et al., 2001 ; Gérard, 1960). De nature, elle est tolérante à l'ombre et régénère bien sous ombre (Barbier et al., 2017). Elle est, en outre, classée parmi les espèces monodominantes du type I apparaissant au stade climacique d'une succession secondaire (Barbier et al., 2017 ; Connell et Lowman, 1989).

La compréhension de la coexistence des forêts hétérogènes et monodominantes a suscité l'attention de la plupart des chercheurs. Cependant, Hardy et Sonké (2004), Chave et al. (2002), Hubbell (2001) ont, à l'échelle régionale, présumé que cette coexistence résulterait des processus stochastiques liés à la dispersion limitée de l'espèce dominante et aux processus déterministe impliquant une exclusion compétitive des espèces. Ils ont, en outre, présumé que ce phénomène de coexistence résulterait des processus déterministes liés au filtrage environnemental. Ces processus ont, en outre, permis d'expliquer la monodominance en se focalisant sur les traits des espèces dominantes et du rôle des nutriments de sol dans l'expansion des forêts monodominantes. L'on présume que la fructification massive et synchrone, la faible prédation des diaspores, la tolérance aux faibles flux lumineux, la symbiose ectomycorrhizienne (Torti et al., 2001 ; Mc Guire, 2007) seraient à la base du maintien de ce type forestier. Ces facteurs altèrent l'environnement du sous-bois et stimulent la persistance de l'espèce dominante et son recrutement (Woolley et al., 2007 ; Henkel et al., 2005). Malgré toutes ces propriétés conférées par l'espèce dominante, des études ont montré que ces forêts différaient des forêts mixtes par la faible diversité fonctionnelle (Kearsley et al., 2017). Cependant elles ne différaient pas des forêts mixtes par la biomasse aérienne (Lewis et al., 2009), la productivité du bois (Chave et al., 2009), la densité des individus à DHP ≥ 10 cm et la surface terrière (Makana et al., 2004).

L'importance des conditions édaphiques sur la distribution des espèces ligneuses a laissé croire que la dominance de *G. dewevrei* serait liée à un type

particulier de sol. Torti et al. (2001) ont trouvé une faible présence d'azote dans les forêts monodominantes alors que Peh et al. (2011), Conway (1992) et Hart (1985) n'ont rien mis en évidence. Des études similaires ont été effectuées sur des forêts dominées par les espèces autre que *G. dewevrei* où Nascimento et Proctor (1997), au Brésil, se sont rendu compte qu'aucune différence n'existait entre les variables édaphiques des forêts monodominantes à *Peltogyne gracilipes* et les forêts mixtes. Cette absence de différence entre les variables édaphiques des forêts monodominantes et mixtes a été constatée par Martijena (1998) au Mexique (forêts monodominantes à *Celaenodendron mexicanum* et mixtes) et par Henkel (2003) en Guyane (forêts monodominantes à *Dicymbe corymbosa* et mixtes).

Quant à la définition des tendances évolutives spatio-temporelles, Traissac (2003) a eu à démontrer que, dans toutes les conditions de coexistence, la dominance tend à renverser les forêts mixtes. Ceci renforce l'hypothèse stipulant que le maintien des individus sur le long terme participe à l'exclusion des autres espèces du peuplement (Fonty, 2009). S'il est admis que cette tendance de la supplantation des forêts mixtes par des forêts monodominantes se confirme au niveau de la strate arbustive de cette forêt (Wasingya, 2013), la question que l'on se pose de vouloir savoir si la tendance peut être similaire au niveau des strates arborescentes. C'est dans cette optique qu'a été conçu le présent travail afin d'étudier l'organisation des populations de *G. dewevrei* et leur dynamique de colonisation. Plus spécifiquement, ce travail vise à comparer la diversité floristique et la structure des strates arborescentes des forêts monodominantes et mixtes et d'analyser l'effet de la monodominance sur les fonctions écosystémiques des forêts matures.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Site d'étude

Le Domaine de Chasse de Rubi Tele (DCRT) est localisé au Sud de la ville de Buta, entre 2° 32' 22,9'' et 2° 43' 50,04'' de latitude Nord et entre 24° 38' 25,17'' et 25° 4' 35,98'' de longitude Est. Ce domaine couvre actuellement une aire de 6 227,74 km² (ICCN, 2012) et se trouve à cheval entre les provinces de la Tshopo et du Bas-Uele, au Nord-Est de la République Démocratique du Congo (RD Congo). Il a été créé comme Réserve de Chasse par l'ordonnance No 51/ Agri du 12 décembre 1930 (figure 1).

Le DCRT fait partie du domaine climatique Am de la classification de Vladimir Koppen (1936). Les températures moyennes mensuelles oscillent autour de 25°C et les précipitations annuelles sont abondantes (1500-1800 mm par an).

2.2. Collecte des données

Les sites d'échantillonnage ont été choisis après la prospection de terrain. La méthodologie utilisée a été réalisée sur 20 relevés homogènes, de 1 ha chacun placés dans des échantillons des forêts monodominantes à *Gilbertiodendron dewevrei* (10 ha) et mixtes (10 ha). Chaque relevé a été réalisé selon l'approche de phytosociologie synusiale intégrée (Nshimba, 2008 ; Senterre, 2005 ; Gillet et al., 1991) où tous les ligneux à Diamètre à Hauteur de Poitrine (Dhp) ≥ 10 cm ont été identifiés, inventoriés, mesurés (Dhp) et catégorisés en strates arborescentes supérieure (A) et inférieure (Ad). Cinq échantillons de sol (à 30 cm de profondeur) ont été récoltés dans chacun des relevés afin de voir si l'expansion

de *Gilbertiodendron dewevrei*, dans ce domaine, est conditionnée par des paramètres édaphiques particuliers. Ces échantillons de sol ont été amenés au laboratoire de pédologie de l'IFA-Yangambi pour les analyses physiques (taux d'argile, de sable et du limon) et chimiques (carbone organique, azote, acidité, phosphore assimilable, pH, capacité d'échange cationique, bases échangeables). Des variables topographiques (altitude et pente) ont en outre, été relevées.

2.3 Analyse des données

L'analyse comparée de la composition floristique et de la structure des strates A et Ad des forêts ciblées a été faite grâce aux données d'identification, d'inventaire et de mesures circonférentielles prises sur les espèces ligneuses. Les liens floristiques (indices de similarité de Morisita-Horn) entre ces strates ont aussi été analysés. Le test *t* de student a servi aux analyses de données de richesse, de diversité, de densité, de surface terrière des strates arborescentes (A et Ad) des types forestiers considérés.

La comparaison des effectifs de *G. dewevrei* et de *Julbernardia seretii* groupés dans des classes de diamètre a permis de voir si *G. dewevrei* est en train de remplacer l'espèce *Julbernardia seretii*. Cette comparaison a indirectement renseigné sur l'évolution des plaques à *G. dewevrei* au niveau des strates arborescentes. L'Analyse Canonique de Redondance (Redundancy Analysis : RDA) a permis de détecter les gradients floristiques sous contrainte des variables topo-édaphiques analysées.

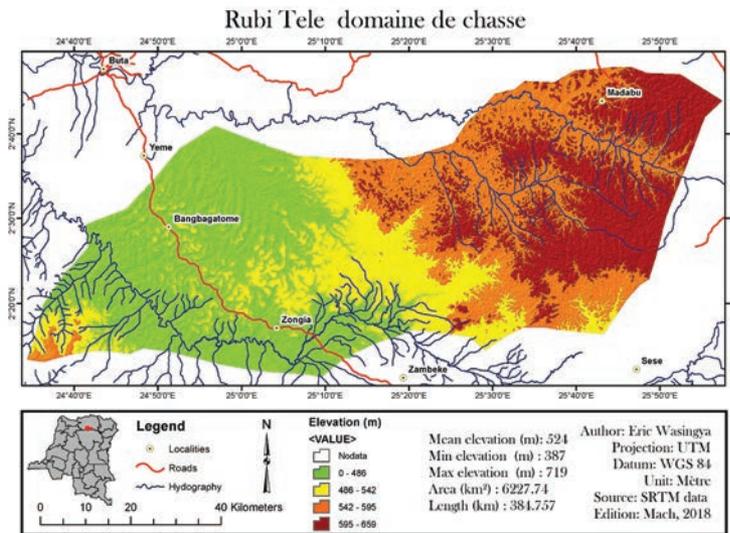


Figure 1 : Carte illustrant le Domaine de Chasse de Rubi Tele

Tableau 1 : Richesse et diversité floristique entre les strates A et Ad

Forêts	Familles	Genres	Espèces	Fisher α	Pielou
Mono_A	7,6±3,24	10,9±4,12	11,2±4,34	2,97±1,45	0,31±0,07
Mixte_A	9,7±3,06	14,4±4,01	15,1±4,56	4,54±1,75	0,51±0,04
p.value	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Mono_Ad	15,0±2,49	22,2±4,61	28,5±6,33	8,72±2,31	0,61±0,09
Mixte_Ad	17,9±3,25	28,7±6,60	36,1±7,81	11,08±2,71	0,73±0,06
p.value	< 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05

3. Résultats

3.1. Composition floristique et structure des forêts ciblées

La comparaison de la richesse (espèces, familles et genres) et de la diversité floristique (indice de Fisher alpha et Equitabilité de Pielou) des strates arborescentes entre les forêts monodominantes à *Gilbertiodendron dewevrei* et mixtes illustre de différence ($p < 0,05$) sauf pour la comparaison des valeurs moyennes de l'indice Fisher alpha de la strate Ad (tableau 1).

La strate A des forêts monodominantes à *G. dewevrei* établit des liens floristiques avec celle des forêts mixtes de l'ordre de 0.88. Quant à la strate Ad, ces liens ont été de l'ordre de 0.82.

L'inventaire des arbres d'au moins 10 cm de Dhp ayant couvert 20 ha dont 10 dans les forêts monodominantes à *G. dewevrei* et 10 dans les forêts mixtes compte respectivement 3618 arbres (313 et 407 arbres/ha) et 4144 arbres (370 et 461 arbres / ha). Les surfaces terrières varient en forêts monodominantes à *G. dewevrei*, entre 26,52 et 37,52 m²/ha alors qu'en forêts mixtes, elles varient entre 29,06 et 37,99 m² / ha. De ces deux types forestiers (tableau 2), il a été constaté que la densité et la surface terrière de la strate Ad varie d'un type forestier à un autre ($p < 0,05$) alors qu'il n'en ait pas le cas pour la strate A ($p > 0,05$).

Nous avons, en outre, tenté de chercher à comprendre si la densité de *G. dewevrei* pouvait avoir des effets sur la diversité des strates de deux forêts ciblées; cette tentative a été faite en comparant les «p values»

sur la diversité floristique (Fisher α et Equitabilité de Pielou) des strates A et Ad avant le retrait des individus de *G. dewevrei* (p.value 1) et après le retrait des individus de *G. dewevrei* (p.value 2) de la base des données. Il résulte de cette observation que le retrait de sa densité (p.value 1 $< 0,05 \neq$ p.value 2 $> 0,05$) avait des effets sur la diversité de la strate A et sur la répartition des individus entre les espèces de la strate Ad (tableau 3).

3.2. Effet de la monodominance sur les fonctions écosystémiques des forêts

La comparaison des effectifs, en forêts mixtes, des individus de *G. dewevrei* et ceux de *Julbernardia seretii* groupés en classes de diamètre illustre la présence d'un grand effectif de la première espèce dans les quatre (4) premières classes de diamètre.

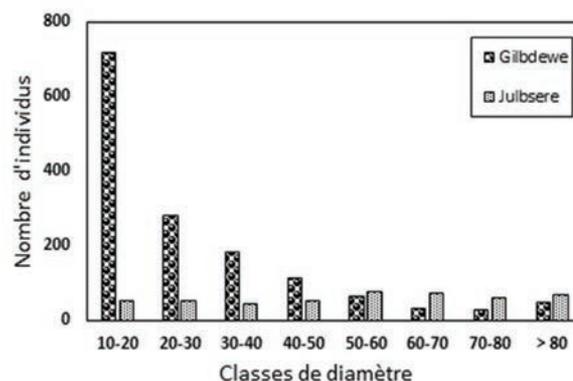


Figure 2 : Structure diamétrique des espèces *G. dewevrei* et *Julbernardia seretii* dans les forêts mixtes

Tableau 2 : Comparaison des densités et des surfaces terrières des strates A et Ad

	Strates	Mono	Mixtes	P
Densité	A	137.5 ± 21.42	134.7 ± 28.25	> 0.05
	Ad	224.3 ± 39.38	279.7 ± 48.84	< 0.05
Surface terrière	A	28.4 ± 2.61	27.82 ± 3.17	> 0.05
	Ad	4.08 ± 1.04	5.21 ± 1.37	< 0.05

Tableau 3 : Effet de la densité de *G. dewevrei* sur la diversité (Fisher alpha et Equitabilité de Pielou) des strates A et Ad

Indices	Strates	Avant retrait de <i>G. dewevrei</i>			Après retrait de <i>G. dewevrei</i>		
		Mixte	Mono	p.value1	Mixte	Mono	p.value2
Fisher α	A	4,73 ± 1,79	3,04 ± 1,54	< 0,05	6,04 ± 2,68	11,78 ± 3,54	> 0,05
	Ad	11,08 ± 2,71	8,72 ± 2,33	> 0,05	12,55 ± 2,25	11,89 ± 2,77	> 0,05
Pielou	A	0,51 ± 0,04	0,31 ± 0,07	< 0,05	0,57 ± 0,15	0,85 ± 0,08	< 0,05
	Ad	0,73 ± 0,06	0,61 ± 0,09	< 0,05	0,82 ± 0,04	0,81 ± 0,04	> 0,05

p.value 1 : valeur p avant retrait des individus de *G. dewevrei* et p.value 2 : valeur p après retrait des individus de *G. dewevrei*

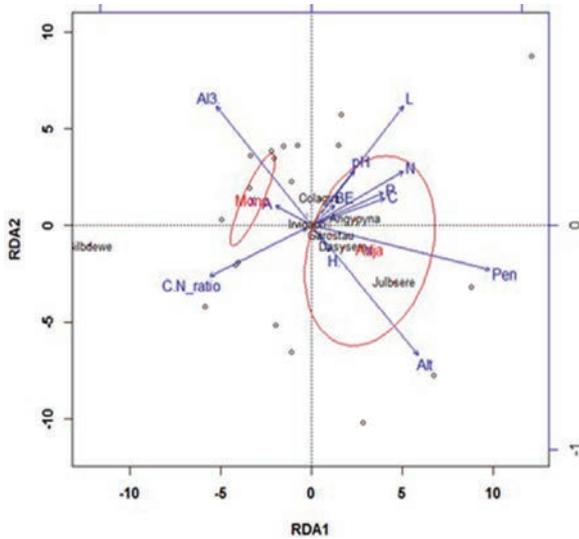


Figure 3 : Détection des gradients floristiques sous contrainte (72,19%) des variables topo-édaphiques (RDA1 : 80.59 % ; RDA2=7.79 %)

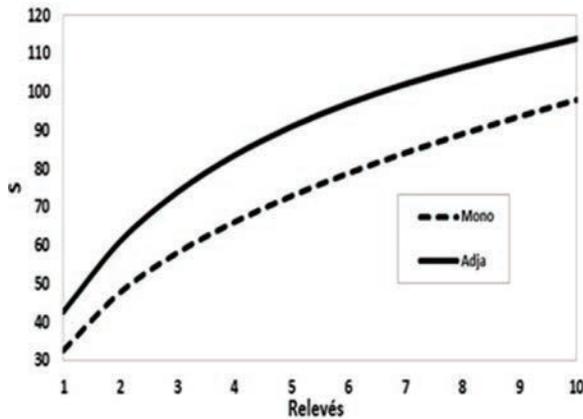


Figure 4 : Courbes aires-espèces des relevés installés dans les panels des forêts monodominantes à *G. dewevrei* (Mono) et mixtes (Adja)

En d’autres termes, *G. dewevrei* est en train de prendre place dans les forêts mixtes en défaveur de *Julbernardia seretii* (figure 2). La détection des gradients floristiques sous contrainte des variables topo-édaphiques (figure 3) aboutit au résultat selon lequel l’espèce *G. dewevrei* est peu contrainte aux variables topo-édaphiques alors que l’espèce *Julbernardia seretii* présente des affinités aux petites variations topographiques (Altitude et Pente). Signalons en outre, que les abondances de l’espèce *Cola griseiflora* donne sens à l’axe 1 (partie positive) alors que l’espèce *Angylocalyx pynaertii* en donne à l’axe 2.

4. Discussion

4.1. Particularités floristiques et structurales des strates arborescentes

Les forêts tropicales humides figurent parmi les écosystèmes les plus diversifiés. Elles sont aussi clairsemées par des secteurs dominés par une seule espèce, forêts monodominantes (Fonty, 2009). Ces dernières sont moins diversifiées et diffèrent significativement des forêts mixtes (figure 4).

Des résultats similaires ont été trouvés par Peh et al. (2014) et Hart et al. (1989). Ces résultats s’éloignent de ceux de Makana et al. (2004). Une moindre richesse fonctionnelle (Kearsley et al. 2017) et une étroite niche fonctionnelle (Villéger et al., 2008) ont été trouvés dans les forêts monodominantes à *G. dewevrei* par rapport aux forêts mixtes. La comparaison des valeurs moyennes des paramètres de diversité floristique des strates A et Ad des forêts monodominantes à *G. dewevrei* et mixtes a été faite. De cette comparaison, nous avons constaté que ces valeurs au niveau des strates arborescentes des forêts étaient supérieures à celles des forêts monodominantes. Cette différence s’explique par une surreprésentation de l’espèce dominante qui influence négativement la diversité spécifique (Sabongo, 2015 ; Peh et al., 2014 ; Hart et al., 1989).

En basant l’échantillonnage des relevés installés dans les forêts ciblées, notre étude confirme une variabilité structurale de densité et de surface terrière au niveau de la strate Ad et non au niveau de la strate A. Elle confirme, en outre, la variabilité de la densité et non de la surface terrière de tous les individus à $Dhp \geq 10$ cm des forêts monodominantes à *G. dewevrei* et mixtes. Ceci est dû à la stature imposante des individus de cette espèce atteignant de gros diamètres et aussi à sa large couronne ne permettant pas aux autres espèces de s’installer et émerger (Sabongo 2015 ; Hart et al., 1989). Ce constat nous rapproche des résultats trouvés par Peh et al. (2014) au Cameroun et par Makana et al. (2004) en République Démocratique du Congo.

4.2 Dynamique de *Gilbertiodendron dewevrei* au regard des traits de l’espèce et de l’expression de variables environnementales

La monodominance par *G. dewevrei* (Torti et al., 2001 ; Hart, 1990) est une monodominance de type I (Connell et Lowman 1989). Signalons, par ailleurs, que l’établissement de cette monodominance a souvent été décrit par de séries de mécanismes

(Peh et al., 2011 ; Torti et al., 2001) traduits en stratégies de soutien et de répression (Sabongo, 2015). Par stratégie de soutien, on sous-entend l'apport d'un avantage compétitif à ses propres recrues, soit par création d'une banque des graines, soit par soutien de leur croissance par le biais d'un réseau mycorhizien (Hobbie et Högberg, 2012 ; Craine et al., 2009 ; Torti et al., 2001). Quant à la stratégie de répression, l'espèce dominante finit par amoindrir la compétitivité des recrues des autres espèces de la communauté soit par monopolisation d'une ressource en l'occurrence la lumière (Torti et al., 2001) soit par allélopathie traduite par la couche épaisse de la litière (Peh, 2009 ; Torti et al., 2001 ; Hart et al., 1989). Nos résultats rencontrent ces stratégies car *G. dewevrei* domine les strates A et Ad de ses plaques et a tendance à remplacer l'espèce *Julbernardia seretii*, espèce caractéristique de la plupart des forêts mixtes de terre ferme du DCRT.

Tolérant de nature et régénérant bien sous son ombre, l'espèce *G. dewevrei* ne dépend clairement pas des conditions édaphiques (Barbier et al., 2017 ; Peh et al., 2011 ; Hart, 1985 ; Gérard, 1960). Comparé au sol des forêts mixtes, nous avons constaté que le sol sur lequel s'établissent les forêts monodominantes différait en taux de limon et aux petites variations topographique (tableau 4).

Nos résultats s'éloignent de ceux de Torti et al. (2001) où le sol sur lequel s'établissent les forêts monodominantes sont pauvres en azote. Ceci

Tableau 4 : Comparaison des variables topo-édaphiques de deux forêts ciblées.

	Pr(>r)	Sign
A	0.883	ns
L	0.027	*
S	0.822	ns
N	0.183	ns
C	0.309	ns
C/N	0.137	ns
P	0.258	ns
BE	0.888	ns
Al3.	0.08	ns
CEC	0.738	ns
pH	0.928	ns
Pen	0.001	***
Alt	0.045	*

se justifie par la canopée fermée de ces forêts qui intercepte la lumière et les gouttes de pluie ralentissant ainsi la décomposition de la litière. Nos résultats rejoignent, en outre, l'hypothèse stipulant que la monodominance est liée à l'altération, au fil du temps, des modifications des cycles des nutriments par l'espèce monodominante (Fonty, 2011).

5. Conclusion

La présente étude a permis d'étudier l'organisation des populations de Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*) et leur dynamique de colonisation. Elle est basée sur l'analyse comparée de la composition floristique et de la structure des strates A et Ad dans les forêts monodominantes à *G. dewevrei* et mixtes. Il a résulté de cette analyse que la composition floristique des strates arborescentes différait de la forêt monodominante à *G. dewevrei* à la forêt mixte. Il a été constaté que la densité et la surface terrière occupée par les tiges de la strate Ad variait d'un type forestier à un autre alors qu'il n'en était pas le cas pour la strate A. Il a, en outre, été constaté que la densité de *G. dewevrei* avait des effets sur la diversité de la strate A et sur la répartition des individus entre les espèces de la strate Ad. La présence d'un grand effectif des individus de *G. dewevrei* dans les quatre premières classes de diamètre en défaveur des individus de *Julbernardia seretii* et la moindre contrainte de *G. dewevrei* aux variables topo-édaphiques ont prouvé l'expansion de la plaque à *G. dewevrei*.

Remerciements

Nous remercions l'Université de Kisangani à travers le projet de fonds compétitifs «Forêt et Changement Climatique au Congo, FCCC en sigle» pour le financement de ce travail. Nos remerciements s'adressent également à l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature pour l'accessibilité accordée au lieu d'étude. Enfin, merci au projet Flemish Inter University Council, VLIR-UOS en sigle d'avoir organisé l'expédition qui nous a permis de découvrir pour la première fois le site d'étude.

Bibliographie

Barbier, N., Libalah, M. B., Katembo, J., Ploton, P., Droissart, V., Texier, N., Sonké, B. (2017). Pistes pour l'étude de la distribution des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* comme signature des impacts climatiques ou anthropiques anciens. *Pour Une Écologie Historique En Afrique Centrale*, 157-170.

- Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S.L., Swenson, N.G. et Zanne, A.E. (2009).** Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12, 351–366.
- Connell, J. et Lowman, M. (1989).** Low-diversity in tropical rain forests: some possible mechanisms for their existence, *American Naturalist* 134 :88-119.
- Conway, D. (1992).** A Comparison of Soil Parameters in Monodominant and Mixed Forest in the Ituri Forest Reserve, Zaire, *Tropical Environmental Science*, Honours Project.
- Craine, J. M., Elmore, A. J., Aidar, M. P. M., Bustamante, M., Dawson, T. E., Hobbie, E. A., Wright, I. J. (2009).** Global patterns of foliar nitrogen isotopes and their relationships with climate, mycorrhizal fungi, foliar nutrient concentrations, and nitrogen availability. *New Phytologist*, 183, 980–992.
- Fonty, E. (2011).** Etude de l'écologie du *Spirotropis longifolia* DC Baill (Leguminosae–Papilionoideae) Espèce monodominante dans les forêts de Guyane Française, *Thèse de doctorat*, Université Montpellier II, 208 p.
- Gérard, P. (1960).** Etude de la forêt dense à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la Région de l'Uélé, *Publ, INEAC, Sér, Sc*, 87:1-159.
- Gillet, F., de Foucault, B., et Julve, P. (1991).** La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, 46, 315–340. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=5120754>;
- Gross, N., Torti, S., Feener, D., Coley, P. (2000).** Monodominance in an African Rain Forest: Is Reduced Herbivory Important? *Biotropica*, 32(3), 430–439, <https://doi.org/10.1111/j.1744.7429.2000.tb00490>;
- Hardy, O.J. et Sonké, B. (2004).** Spatial pattern analysis of tree species distribution in a tropical rain forest of Cameroon: assessing the role of limited dispersal and niche differentiation. *Forest Ecology and Management* 197:191–202.
- Hart, T.B. (1985).** The ecology of a single-species-dominant forest and a mixed forest in Zaire, Africa, *PhD Thesis*, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 215 p.
- Hart, T.B., Hart, J.A., Murphy, P.G. (1989).** Monodominant and species-rich forests forest composition over the last 4000 years in the Ituri basin, Zaire, In: van der Maesen L,J,G, et al. (eds), *The Diversity of African Plants*, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, pp, 545-563.
- Hart, T.B. (1990).** Monospecific dominance in Tropical rain forest, *Trends in Ecology and Evolution* 5: 6 – 11.
- Henkel, T. (2003).** Monodominance in the ectomycorrhizal *Dicymbe corymbosa* (Caesalpinaceae) from Guyana, *Journal of Tropical Ecology*, 19(4), 417–437.
- Henkel, T., Mayor, J., Woolley, L. (2005).** Mast fruiting and seedling survival of the ectomycorrhizal monodominant *Dicymbe corymbosa* (Caesalpinaceae) in Guyana, *New Phytologist*, 167 :543-556.
- Hobbie, E. et Högberg, P. (2012).** Nitrogen isotopes link mycorrhizal fungi and plants to nitrogen dynamics. *New Phytologist*, 196, 367–382.
- Hubbell, S.P. (2001).** The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton University Press, Princeton, USA.
- ICCN (2012).** Relance des activités d'aménagement forestier dans le domaine de chasse de Rubi Tele, *Rapport technique*, 17p.
- Katembo, W. (2013).** Etude floristique et structurale des forêts monodominantes à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Leonard sur sol périodiquement inondé et sur terre ferme à UMA (Province Orientale, RDC), *DEA inédit*, Fac. Sc., UNIKIS, 49 p.
- Kearsley, E., Verbeeck, H., Hufkens, K., Van de Perre, F., Doetterl, S., Baert, G., Huygens, D. (2017).** Functional community structure of African monodominant *Gilbertiodendron dewevrei* forest influenced by local environmental filtering. *Ecology and Evolution*, 7(1), 295–304. <http://doi.org/10.1002/ece3.2589>
- Koppen, W. (1936).** Handbuch der Klimatologie ed W Koppen and G Geiger (Berlin: Borntraeger).
- Kouob, S. (2009).** Organisation de la diversité végétale dans les forêts matures de terre ferme du sud-est Cameroun, *Thèse de doctorat*, Ecole facultaire du bio ingénieur, ULB, 157p.
- Leigh, E.G., Davidar, P., Dick, C.W., Terborgh, J., Puyravaud, J.P., Ter Steege, H. et Wright, S.J.**

- (2004). Why do some tropical forests have so many species of trees? *Biotropica*, 36(4) : 447-473.
- Letouzey, R. (1968).** Etude phytogéographique du Cameroun, *Edition Paul le chevalier*, Paris, 511 p.
- Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T. (2009).** Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457: 1003–1007.
- Lisingo, J. (2016).** Organisation spatiale de la diversité spécifique d'arbres en forêt tropicale dans le bassin nord-est de la Cuvette Centrale Congolaise, Unikis, Fac, Sc., *Thèse (inérite)*, 169p + annexes.
- Makana, J.R. (1999).** Forest structure, species diversity and spatial patterns of trees in monodominant and mixed stands in the Ituri Forest, Democratic Republic of Congo, Scholaris Archive at Oregon State University, *Master of* (December), 128, Retrieved from http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-11092004-194516/unrestricted/Dimov_dis.pdf
- Makana, J.R., Ewango, C., McMahon, S., Thomas, S., Hart, T.B., Condit, R. (2011).** Demography and biomass change in monodominant and mixed old-growth forest of the Congo, *Journal of Tropical Ecology*, 27(05), 447–461, <http://doi.org/10.1017/S0266467411000265>
- Makana, J.R., Hart, T.B., Liengola, I., Ewango, C., Hart, J.A., Condit, R. (2004).** Ituri forest dynamics plot, Democratic Republic of Congo, *Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-Scale Plot Network*, 492–505.
- Martijena, N.E. (1998).** Soil properties and seedling establishment in soils from monodominant and high-diversity stands of the tropical deciduous forests of Mexico, *Journal of Biogeography*, 25: 707-719.
- Mc Guire, K.L. (2007).** Ectomyorrhizal networks may maintain monodominance in a tropical rain forest. *Ecology* 88, 567p.
- Nascimento, M.T., Proctor, J. (1997).** Soil and Plant Changes Across a Monodominant Rain Forest Boundary on Maraca Island, Roraima, Brazil, *Global Ecology and Biogeography Letters*, 6(5), 387–395.
- Nshimba, S.M. (2008).** Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D.Congo, *Thèse de doctorat*, ULB, labo. Bot, Syst., 271 p.
- Parmentier, I., Malhi, Y., Senterre, B., Whittaker, R. J., Alonso, A., Balinga, M. P. B., Comiskey, J. A. (2007).** The odd man out? Might climate explain the lower tree-diversity of African rain forests relative to Amazonian rain forests? *Journal of Ecology*, 95, 1058–1071.
- Peh, K. S. H., Sonké, B., Lloyd, J., Quesada, C. A., Lewis, S. L., Peh, K. S. H., Lewis, S. L. (2011).** Soil does not explain monodominance in a Central African tropical forest. *PLoS ONE*, 6(2). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0016996>
- Peh, K.S. (2009).** The Relationship between Species Diversity and Ecosystem Function in Low- and High-diversity Tropical African Forests, *School of Geography*, Submitted, 228, Retrieved from http://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/alumni/peh_kelvin_thesis.pdf.
- Peh, S.H., Sonké, B., Séné, O., Djuikouo, K., Nguembou, K., Taedoung, H., Kouob, B., Lewis S. (2014).** Mixed-forest species establishment in a monodominant forest in Central Africa: Implications for tropical forest invasibility, *PLoS ONE*, 9(5), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097585>
- Read, T., Jaffre, E., Godrie, G., Hope, S., Veillon, J.M. (2000).** Structural and Floristic Characteristics of Some Monodominant and Adjacent Mixed Rainforests in New Caledonia, *Journal of Biogeography*, 27, 233- 250.
- Richards, P. (1996).** The Tropical Rainforest, An ecological study, 2nd edn, Purseglove, J.W. 1975. Raffia palms. In ELBS and Longman (ed.), *Tropical monocotyledons*. Volumes 1 and 2 combined. Cambridge University Press, Cambridge, 440p.
- Sabongo, P. (2015).** Etude comparative de la structure et de la diversité des forêts à Gilbertiodendron dewevrei (De Wild.) j, léonard des régions de Kisangani et de l'Ituri (R,D, Congo), *Thèse de doctorat*, Université de Kisangani, 173 p.
- Senterre, B. (2005).** Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. *Thèse de Doctorat*, Université libre de Bruxelles, 344p. Répéré à <http://dx.doi.org/10.1080/12538078.2005.10515499>;
- Slik, J. W. F., Arroyo-Rodríguez, V., Aiba, S. I., Alvarez-Loayza, P., Alves, L. F., Ashton, P., Venticinque, E. M. (2015).** An estimate of the number of tropical tree species. *PNAS*, 24, 7472–7477.

- Torti, S., Coley, P., Kursar, T. (2001).** Causes and consequences of monodominance in tropical lowland forests, *The American Naturalist*, 157(2), 141–153, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18707268>;
- Traissac, S. (2003).** Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana*(Aublet), arbre de forêt tropicale humide à répartition agrégée, *Thèse de doctorat*, Université Claude Bernard-Lyon 1, 193p.
- Villéger, S., Mason, N. W. H. et Mouillot, D. (2008).** New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89, 2290–2301.
- Whitmore, T.C. (1984).** Tropical rainforest of the far East. Second edition. Toronto, Oxford University Press.
- Woolley, L. P., Henkel, T. W. et Sillett, S. C. (2007).** Reiteration in the monodominant tropical tree *Dicymbe corymbosa* (Caesalpiniaceae) and its potential adaptive significance. *Biotropica* 40:32-43.
- Zagt, R. J., Malta, E.J. et Rijks, M. H. (1997).** Stem sprouting of the *Dicymbe altsonii* in the tropical rainforest of Guyana: impact of soil type and potential for regeneration. Pp. 55-72 in Zagt, R. J. (ed.). *Tree demography in the tropical rainforest of Guyana*. Tropenbos Foundation, Wageningen.

Urban sprawl and agriculture : A case study of the Yaounde metropolis (Cameroon)

Nkwemoh C. A.¹ and Tchindjang M.¹

(1) Department of Geography, University of Yaounde I, Cameroon / e-mail : anguhclem@yahoo.co.uk

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215911>

Abstract

The rapid rate of population growth and the expansion of the Yaounde metropolis have urged city dwellers to go an extra length, in order to earn a living. Apart from destroying the ecology for the building and destruction of animals habitats, there has been an unparalleled occupation of space for agriculture to feed the growing number of mouths. Agriculture and animals husbandry in the Yaounde Metropolis have particularly attracted our attention. In fact, urban agriculture has remained the hub of most studies in cities in sub-Saharan Africa, like Lagos and Accra; in Asia, like Jakarta, Bombay and New Delhi; in Latin America, like Brazil; in Europe, like Paris and London etc., where some city dwellers tend to practice agriculture in order to earn a living.

Utilizing a methodology that entailed field observation, the administration of questionnaires, topographical maps,

aerial photos and Satellite images, we were able to establish that a peculiar agricultural system exists in Yaoundé. This is truly paradoxical since it is supposed that cities are basically characterized by urban functions, mainly with manufacturing and service industries. The results show that there are three types of agriculture that are practiced in the metropolis. They include Permanent Cultivation system, Market Gardening, and suburban extensive farming systems. It was equally realized that the agriculture has reiterated the almost absence of greeneries within the city.

The measures that have been proposed to salvage the situation are those that would permit a rational development of an urban space with a well-integrated agro-sylvo-pastoral system. This will facilitate the establishment of a true bio/ecocity that a humid tropical town is supposed to be.

Keywords : *Deforestation, urban sprawl, green space, Yaounde, urban agriculture*

Résumé

Le taux de croissance rapide de la population et l'expansion de la métropole de Yaoundé ont poussé les habitants de la ville à changer les habitudes afin de gagner leur vie. En dehors de la destruction des forêts et des habitats des espèces pour la construction des maisons, il y a aussi une occupation sans précédent de l'espace pour l'agriculture dans le but de nourrir un nombre sans cesse croissant de bouches. L'agriculture et l'élevage dans la métropole de Yaoundé ont particulièrement attiré notre attention. L'agriculture urbaine a fait l'objet de nombreuses études dans les villes de l'Afrique subsaharienne (Lagos et Accra), d'Asie (Jakarta, Bombay et New Delhi), d'Amérique latine (Brazilia) et d'Europe, (Paris et Londres). Ces études montrent que certains habitants de la ville ont tendance à pratiquer l'agriculture pour gagner leur vie.

La méthodologie utilisée combine des observations sur le terrain, l'administration des questionnaires, l'utilisation des cartes topographiques, des photos aériennes et des images satellitaires. Les résultats montrent qu'il existe trois formes d'activités pratiquées dans la métropole : un système permanent de culture, le maraîchage, et un système d'élevage extensif de banlieue. On note aussi une absence d'espaces verts dans la ville.

Les mesures proposées pour améliorer la situation permettent un développement rationnel de l'espace urbain avec un système agro-sylvo-pastoral bien intégré. Elles faciliteront la mise en place d'une véritable cité écologique (éco-cité) tropicale humide en devenir.

Mots clés : *Déforestation, expansion urbaine, espace vert, Yaoundé, agriculture urbaine*

1. Introduction

The galloping population numbers of the Yaounde metropolis has pushed the society to stretch to

extremes in an attempt to meet up with the nutritional requirements. The situation has made most of the city dwellers to occupy the nooks and crannies

of unconstructed space for agricultural use. This situation has been exacerbated by the major salary cuts undergone by mainly the Civil Servants, and then a rapid occupation of areas by new comers and unemployed population or Job seekers.

The situations of remarkable urban sprawl as well as urban agriculture have been quite noticeable in main cities in Europe, America and Canada just as in Latin America, Asia and Africa (with specific reference to sub-Saharan Africa). These assertions have been upheld variously by Boserup (1965), Franqueville (1979), Andrews and Chetrick (1986), Goudie (1986), Brinkman (1990), Gleave (1992), Bhadra and Brandao (1993), Caroll et al. (1997), Mougoue (1992), Nguegang (2008), Prain et al. (2010), Bopda et al. (2010), Nkwemoh (2011), Fombe and Balgah (2010). The main problems of this study are two folds; Firstly, the problem of rapid urban Sprawl of the Yaounde metropolis, secondly, the ill-adapted nature of agricultural space that would have been appropriate for lawns and parks/gardens to muffle townscape.

2. Material and Methods

2.1 Data collection and methods

The methodology that has been adapted entailed deductive and inductive approaches. Data was collected from secondary sources via main Libraries of the University, of Yaounde, the World Bank, and the Ministries of Environment, Forest and Fauna, the Delegations of Agriculture and Rural Development as well as Housing and Town Planning. Selected historical data came from Yaounde National Archives (YNA) and selected maps of urban fabric from Yaounde. Topographical maps (topographic sheets of Yaounde 1/200000 and Yaounde 3b, 3d and 4c (Oveng, Nkolbisson etc.) at the scales 1:50,000), aerial photos (1965, 1984 and 1990) and satellite images (LANDSAT 1988, Spot 2002 and Google earth 2008) have been utilized for location and mapping of specific sites. We collected numerical census data (1933, 1957, 1976, 1987) and estimate projection of population of Yaounde in 1990, 2000

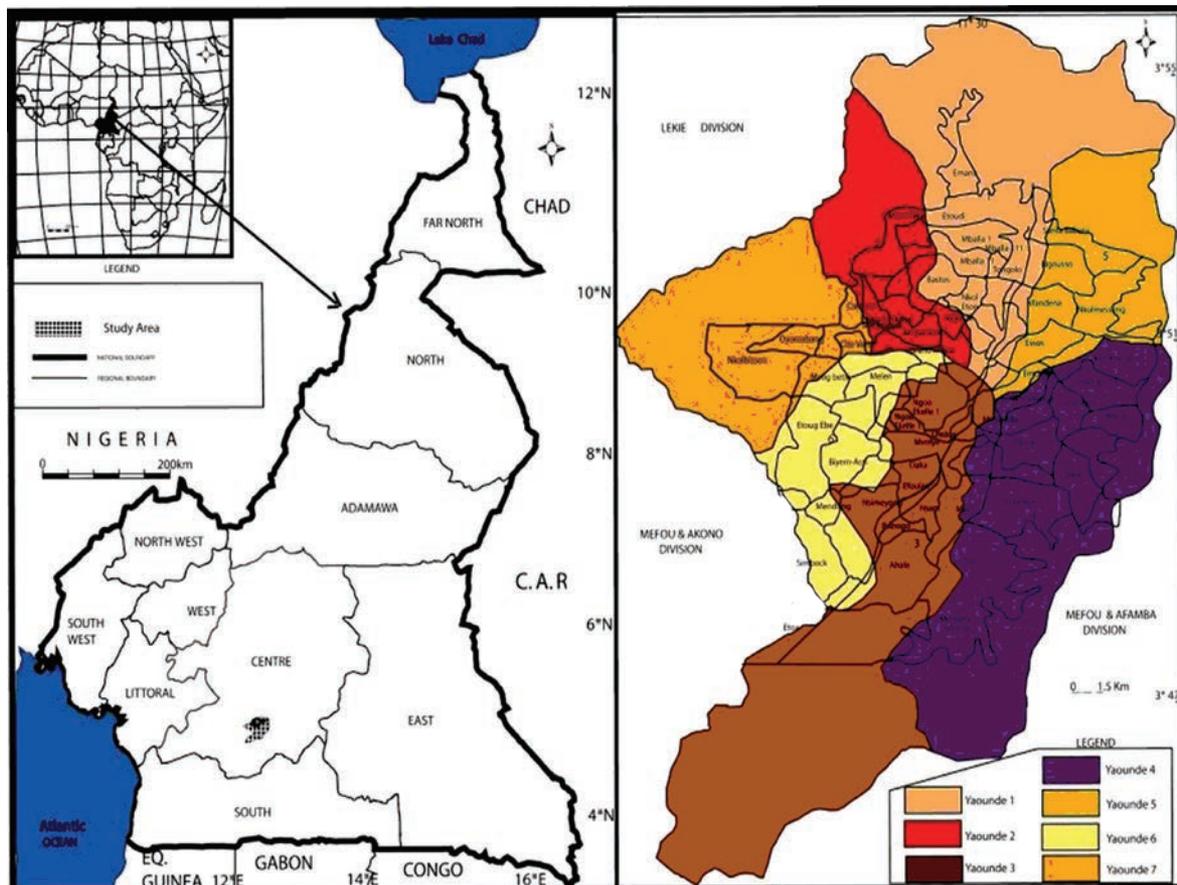


Figure 1: The Location of The Yaounde and Administrative Divisions of Yaounde Metropolis

and 2010 that we computed using Microsoft EXCEL. Field observation was enhanced by the use of 350 questionnaires to households. The 7 districts of the metropolis permitted the administration of 50 questionnaires to randomly selected households. The cartographic part of this work was realized by the use of computer assisted drawing and GIS programs such as Adobe Illustrator 9.0 and MapInfo 7.5 softwares. A simple evolution rate has been made with this equation: $P2 - P1 / P1 \times 100$.

Where **P1= Population for period 1**
P2= Population for period 2

Data analyses were realized by the use of the S.P.S.S (Statistical Package for Social Science).

2.2. Bio-physical background

The Yaounde metropolis (figure 1) is found between latitudes 3° 45' 50" and 3° 59' 55" North and Longitudes 11° 22' 40" and 11° 30' 25" East.

It is bordered to the North East by Mefou and Afamba Division, to the North West by Lekie Division and to the South by Mefou and Akono Division. Its surface area is 304 km² and this occupies the Mfoundi Division in the Centre Region.

The Yaounde metropolis is part of the western sector of the southern Cameroon Plateau. It is made up of gentle rolling chains of hills, and numerous valleys. These topographic elements depict a contrasted relief. With regards to the morphology, there is a contrast in the topographic layout of the Yaounde metropolis. This difference in the nature of the relief can be viewed from the local relief of the area. The Yaounde metropolis is characterized by interfluves that serve

as part of the Southern Cameroon Plateau. The topographic map of Yaounde and field observation gives the impression that the Yaounde metropolis is on a water divide. This water divide appears like a crest line according to Fritz and Kuete (1974) as well as Tchotsoua (1989). The substratum of the Yaounde metropolis is characterized by the outcrop of the basement complex. The area under study is found in the Equatorial region where the sun is constantly overhead and with high atmospheric humidity. Yaounde is of the bimodal subequatorial climate with four seasons (two dry and two rainy seasons).

Just like many Bantu countries in Africa, the aborigines of Yaounde were Pygmies. These Pygmies were pushed out by the invading Ewondo (Mougoue, 1982). Similar to the Fang (Beti, Bulu, and Fang) where they constitute a major part, the Ewondo came from Northern Sanaga to seek refuge in the hills of the South. They were escaping from the Fulbe in the North who constituted their main threat of the Century. They formed the Mvog who are found distributed on the hills that constitute the present Yaounde town. Yaounde, was founded in 1888 by the German Colonial Administration (Mougoue, 1982). It became the capital of the French territory under the League of Nations in 1922. During the 2nd World War, it was temporarily shifted as the capital of the former East Cameroon Province. With the independence of the Country in 1960, the city has remained the political capital. The Yaounde metropolis plays double administrative roles being the Regional and National capital.

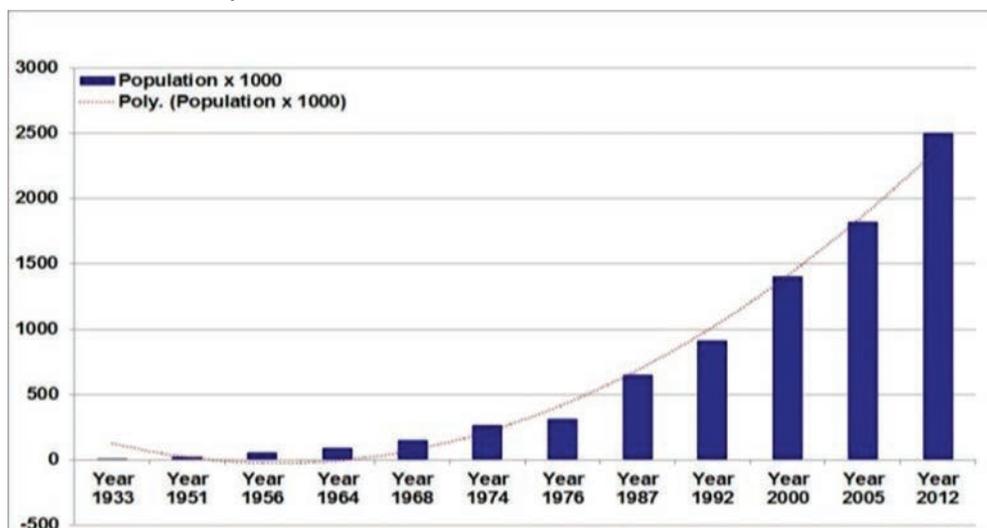


Figure 2: Population Evolution of the Yaounde metropolis, (Source: BUCREP, 2010, Tchindjang, 2012).

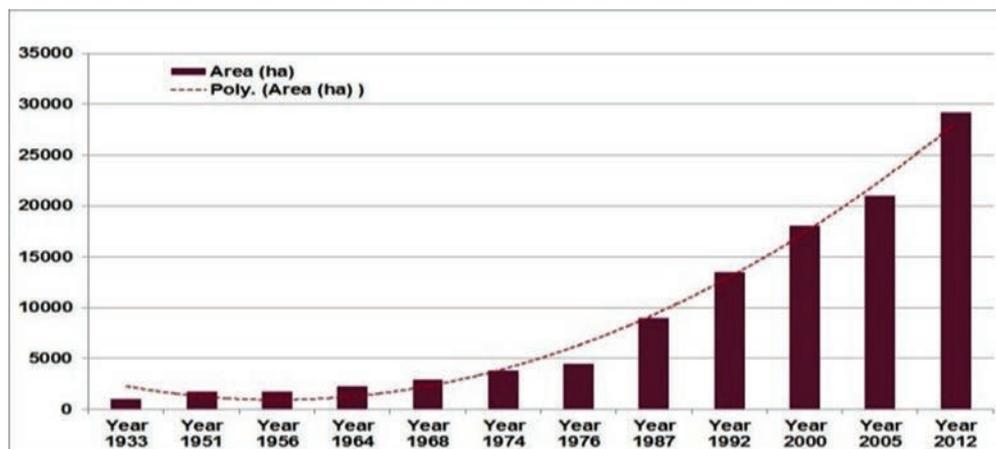


Figure 3 : the expansion of Yaounde town from 1933 – 2012

(Source : AUGEA INTERNATIONAL-IRIS CONSEIL-ARCAUPLAN in SDAU & PDL de Yaoundé,2001 ; Tchindjang et al., 2005; Tchindjang 2012)

3. Results

3.1. Rapid urban expansion of the metropolis

The population of Yaounde has greatly evolved over the past decades up till the time when it became a real primate city in the Centre region. In the year 2000, the city had a total population of 1,538,192 inhabitants while Mbalmayo, the second town in the rank had only 61,788 inhabitants. The rest of the region has several small subordinate towns. This certainly emphasizes the primacy of Yaounde. Urbanization the process by which large numbers of people become permanently concentrated in relatively small areas, forming cities.

The definition of what constitutes a city changes from time to time and place to place, but it is most usual to explain the term as a matter of demographics. The United Nations has recommended that countries regard all places with more than 20,000 inhabitants living close together as urban; but, in fact, nations compile their statistics on the basis of many different standards. The United States, for instance, uses “urban place” to mean any locality where more than 2,500 people live.

Whatever the numerical definition, it is clear that the course of human history has been marked by a process of accelerated urbanization. It was not until the Neolithic period, roughly 10,000 years ago, that humans were able to form permanent settlements. Meanwhile, urban growth is the process of increasing this population. The agglomeration of Yaounde originated from a Military Post under the German Administration in 1888 (Mougoue, 1984). A trend of the growth of the population can be traced from 1933 to 2012 (figure 3).

Figure 3 presents data on the evolution of population. At independence in 1960, the town was little more than a large agglomeration of 100,000 inhabitants. Between 1976 and 1987, it registered an urban growth rate of 6.86% as the administrative capital while Douala, the economic capital registered 5.32%. In this way, the town has grown into a metropolis.

Figure 4 shows the evolutions of the extent and rate of urban expansion of the Yaounde metropolis from 1956 through 1964, 1968, 1974, 1981, 1990, 1992 to 2000.

This figure illustrates a great rise in the rate of urban expansion. The rate of sprawl during the period in percentages showed 1.29, 1.29, 1.30, 1.38, 1.32, 1.00 and 1.33.

A digital processing of satellite images and aerial photographs in the 80's till present date have permitted to establish with certainty that the sprawling tendency of Yaounde is far from ever coming to an end. It can however be said that a threshold is being reached when judging from the administrative point of view. The Yaounde metropolis is already overlapping the Mfoundi Division. Figure 5, showing the situation of land occupation according to the periods, 1956,1988, 2002 and 2010 clearly illustrate the above situation.

3.2. A growing urban agriculture

The results from sampled households interviewed in the Yaounde metropolis show that 48 percent of them practice urban agriculture. This is clearly epitomized by farms that are owned by households in the metropolis. The origin of farms in the area dates since the pre-colonial era.

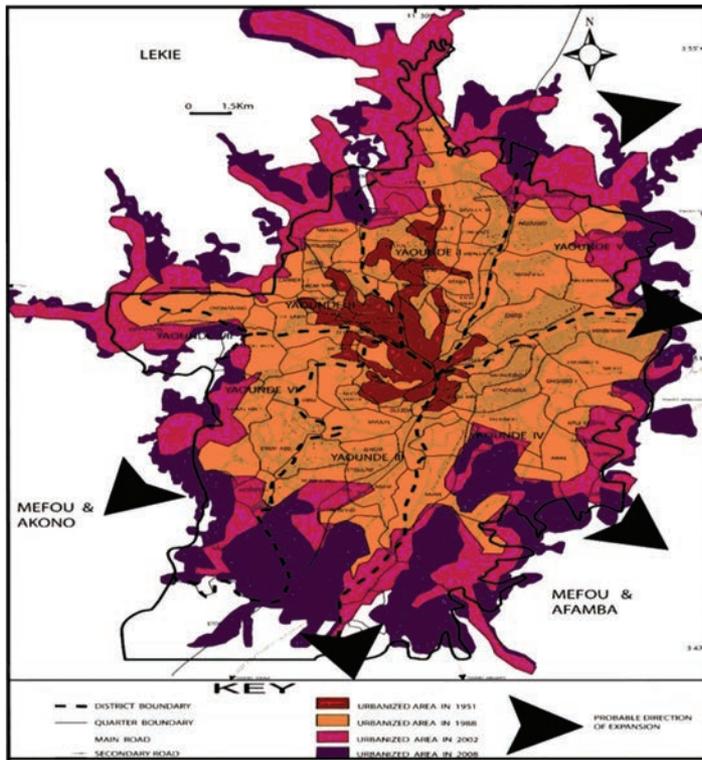


Figure 4 : The spatial extent of urban space over the years
(Sources: Tchindjang et al., 2005 ; Mani, 2008 ; Vaxelaire Manuel 2010 ; Nkwemoh, 2011 ; Tchindjang, 2012)

Table 1 : Variation in Fallow Periods of Sampled Households in the Metropolis

Period	1-2years	2-4years	4-6years	6+years	Total
Number	65	31	4	2	102
(%)	66.3	31.6	4.1	2	100%

During this period, the virgin equatorial evergreen forest was gradually being cleared for shifting cultivation.

Field and other researches permit to establish that this activity exists in the metropolis. Agriculture is practiced within the city in uninhabited areas. 83.8% of the 48% sampled households that practice agriculture do this activity to supplement the household nutrition. With the economic crisis and low salary with salary cuts, many civil servants turned to the activity in order to cope.

3.2.1. Nature and Sites of farms

a) Plots around interfluves of the metropolis

These are uninhabited areas around the valleys and summits of interfluves. These plots mostly belong to the landlords. The cultivation of crops on these plots is backed by some reasons. Firstly, it is to indicate that the plot is effectively occupied. Secondly, people have the right to use their plots the

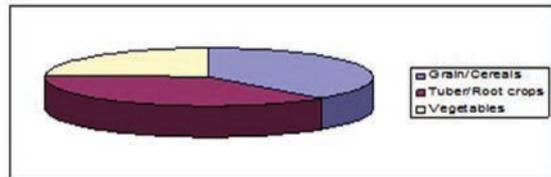


Figure 5 : Proportion of crops cultivated by sampled households
(Source: Field Work 2009)

Table 2 : Surface Area Under Main Crops According to Mfoundi Districts in 2009

Crop	Surface Area in hectares (ha)							Mfoundi Division
	Yde 1	Yde 2	Yde 3	Yde 4	Yde 5	Yde 6	Yde 7	
Palm oil	14.5	12	80	10.5	7	1.3	92	217.3
Pineapple	6.5	50.2	2.5	18	1.8	-	-	79
Cocoa	155	8	150	95	150	8	28	594
Market Gardening	40	05	13	20	31.1	4	15	128.1
Fruit crops	9	5.2	3	18	31.8	1	4	72
Banana	7.5	1.5	100	30	36	1	12	136
Maize	160	20	150	120	75	40	90	655
Groundnut	160	4.5	65	48	22	2.5	55	357
Cassava	195	25	200	150	85	95	180	208
Total	726.5	131.4	763.5	509.5	439.7	152.8	476	2446.4

Source: Annual Report of Divisional Delegation for Agriculture and Rural Development (2009)

Table 3 : Surface Area Under Main Crops According to Mfoundi Districts (2014)

Crop	Surface Area in hectares (ha)							Mfoundi Division
	Yde 1	Yde 2	Yde 3	Yde 4	Yde 5	Yde 6	Yde 7	
Palm oil	06	-	120	12	3.5	03	03	147.5
Pineapple	-	02	33	15	13	1.5	0.25	64.5
Cocoa	07	18	110	10	23	07	38.5	213.5
Market Gardening	-	217	24	-	20	4.8	79	344.8
Fruit crops								
Banana	10	13	230	34	18	15	18	328
Maize	20	100	130	82	65	25	350	772
Groundnut	-	20	-	63	08	-	3	94
Cassava		30	200	47	50	30	12	369
Total	43	400	847	263	200.5	86.3	503.75	2333.3

Source: Annual Report of Divisional Delegation for Agriculture and Rural Development (2014)

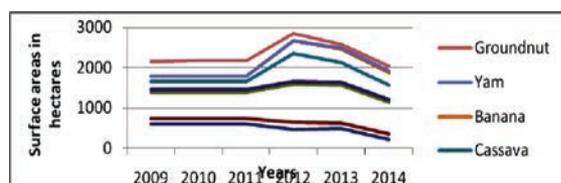


Figure 6 : Evolution of surface areas under crop

way it pleases them. Thirdly, free plots should be utilized in order to keep the city clean. The type of agriculture practiced in these areas is rain-fed. It is logical to note that Yaounde has all the physical background requirements that would permit full plant colonization and succession to a climax community if undisturbed. There is however no space and time because of these human activities. Even where the space is under fallow, the fallow period is very brief (table 3).

This cannot permit the regeneration of forest vegetation. Or again even if these fallowed plots would have mimicked greeneries/lawns/parks/gardens, the duration is short lived. So the idea of maintaining fallows to muffle the urban area is a mere illusion because the duration is very short.

b) Farms in wetland Valleys

These are farms found in the seasonally flooded valleys in the metropolis. In these areas, farmers have endeavored to canalize the streams. The areas beyond the banks then provide raised but humid alluvial soils that support perennial agriculture. In the flooded valleys where the water is not canalized, they practice the dry season cropping. This makes it possible for the urban dwellers to cultivate on the

interflaves during the rainy season and descend towards the valleys in the dry season.

3.2.2. Nature of Crop cultivation

The farmers here cultivate a great variety of crops that range from food to market oriented crops. Results from a sampled farming population from selected households in the metropolis, permits an establishment of the percentages according to crop types. Grain/Cereal crops constitute 38%, tubers/root crop, 38%, while Vegetables constitutes 24% of the total crop production. Meanwhile these crops occupy enough space that would have been under forest cover (table 4).

Judging from these figures for the total surface area under main crops, it is realized that 2446.4 ha is occupied. Meanwhile, this is part of the total surface area (304 km² or 30.400 ha) of the metropolis. This only comes to add to make up the approximately 22.000 ha occupied by the urban agglomeration in 2010. Of the part that is remaining unoccupied, a major portion is covered by marginal lands (hilly chains, steep slopes and marshy valleys. Figure 8 shows the Land Cover distribution of the Yaounde metropolis based on Landsat image of 2010. This figure clearly shows the magnitudes of constructed areas and space that is reserved for agriculture.

3.3. Permanent Cultivation System

3.3.1. Nature of Food crop cultivation

This entails the cultivation of crops that are needed for immediate consumption by the households. Cereals include maize (*Zea Maïs*), and legumes like beans (*Phaseolus spp.*) and groundnut (*Arachis hypogaea*).

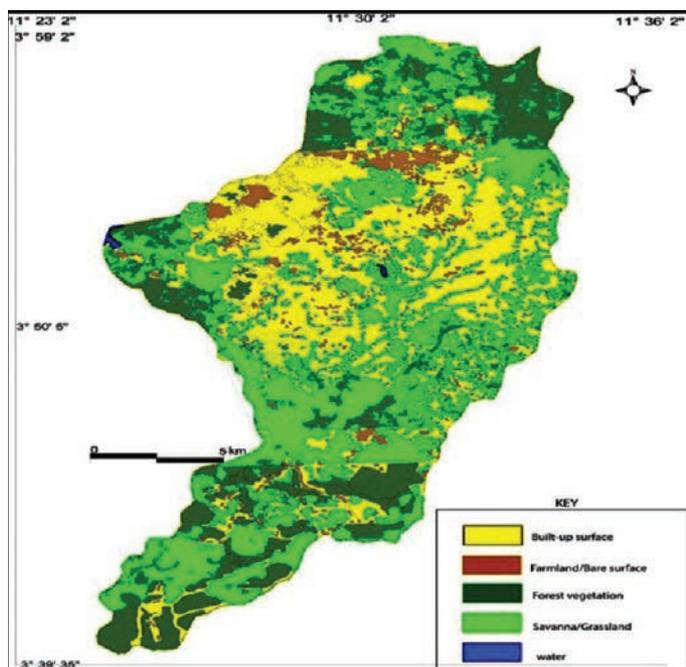


Figure 7 : Land Cover Distribution of Yaounde 2010

The tubers include, cassava (*Manihot esculenta*), cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) and sweet potatoes (*Ipomea batatas*). Meanwhile, Vegetables include huckle berry (*Solamun nigrum*), green, lettuce (*Lectuca sativa*), and bitter herbs (*Vernona amygdalina*). and okra *Hibiscus esculenta* amongst other cultivated year round (figure 9).

These crops are sometimes cultivated in association. It is worthwhile remarking that these crops are cultivated only at a micro scale. This is because the small sizes of the cultivated land range from 0.005-0.1 ha (50-1,000 m²). The tools that are used for cultivation are mainly rudimentary. They include hoes, spades, pick axes, and digging mattocks amongst others. There is little or no use of fertilizers in this system.

The continuous exposure of the soil and cultivation here supposes that no time is allowed for the area to bear any natural vegetation. This means that the process of the disappearance of the evergreen forest is perpetuated by agriculture. Even in areas where new buildings emerge, agriculture is still present to assure a real depletion of the forest.

3.3.2. Market Gardening

There is the cultivation of perishable crops that are destined for household consumption and markets. 16.2% of the households practice market oriented

urban agriculture. Crops that are mostly cultivated include, lettuce (*Letica sativa*), tomatoes (*Lycopersicon esculenta*), parsley, leeks (*Allium porium*), huckle berry (*Solamun nigrum*), bitter leaf (*Vernonia amygdalina*), hot pepper (*Capsium prutesons*), cabbage (*Bressica oleraceae*), Okra (*Hybiscus esculenta*) garden egg (*Salamun melongena*), amongst others.

These types of cultivation are either found around the house where watering is done in the dry season or in the wet valleys notably in the dry season. Where these crops are cultivated around the interfluves, there is a great use of in-puts like fertilizer (urea, and amonium sulphate) and chemicals that include fungicide, herbicide and pesticide amongst others. The alluvial soils of the flooded valleys are fertile; so the hydromorphic soil beds are made where the plants thrive well.

3.3.3. Horticulture

This practice that entails the cultivation of flowers is gradually becoming widespread in the metropolis. It is a scientific and recent type of farming that is carried out by some city dwellers. These small flower nurseries and gardens can be sighted behind the Central post office around areas towards Carrefour Warda and Nouvelle Route Bastos. Field survey in the Yaounde metropolis permitted us to realize that there are flower gardens in almost all corners of the city (table 6). Results from the analyses of questionnaire on the spatial distribution of flower gardeners in the metropolis have permitted us to realize that flower gardens are found all over the metropolis. It can equally be seen that Yaounde 2 has the highest percentage (45.5%) of all flower gardeners. This is followed by Yaounde 1 with 21.2%, Yaounde 3 with 12.1%, Yaounde 4 and 6 with 9.1 each respectively.

The districts with the least percentages of flower gardeners are Yaounde 7 with 3% and Yaounde 5 with 0%. The findings permit to realize a correlation of flower gardeners by age groups according to districts. The figure of flower gardeners in the Youthful stage accounts for 6.1%. The adult flower gardeners accounts for 84.8%, while the old aged amounts to 9.1%. This figure shows a predomination of adult flower gardeners in all the districts. Some urban spaces have been beautified with inspiration from these areas.

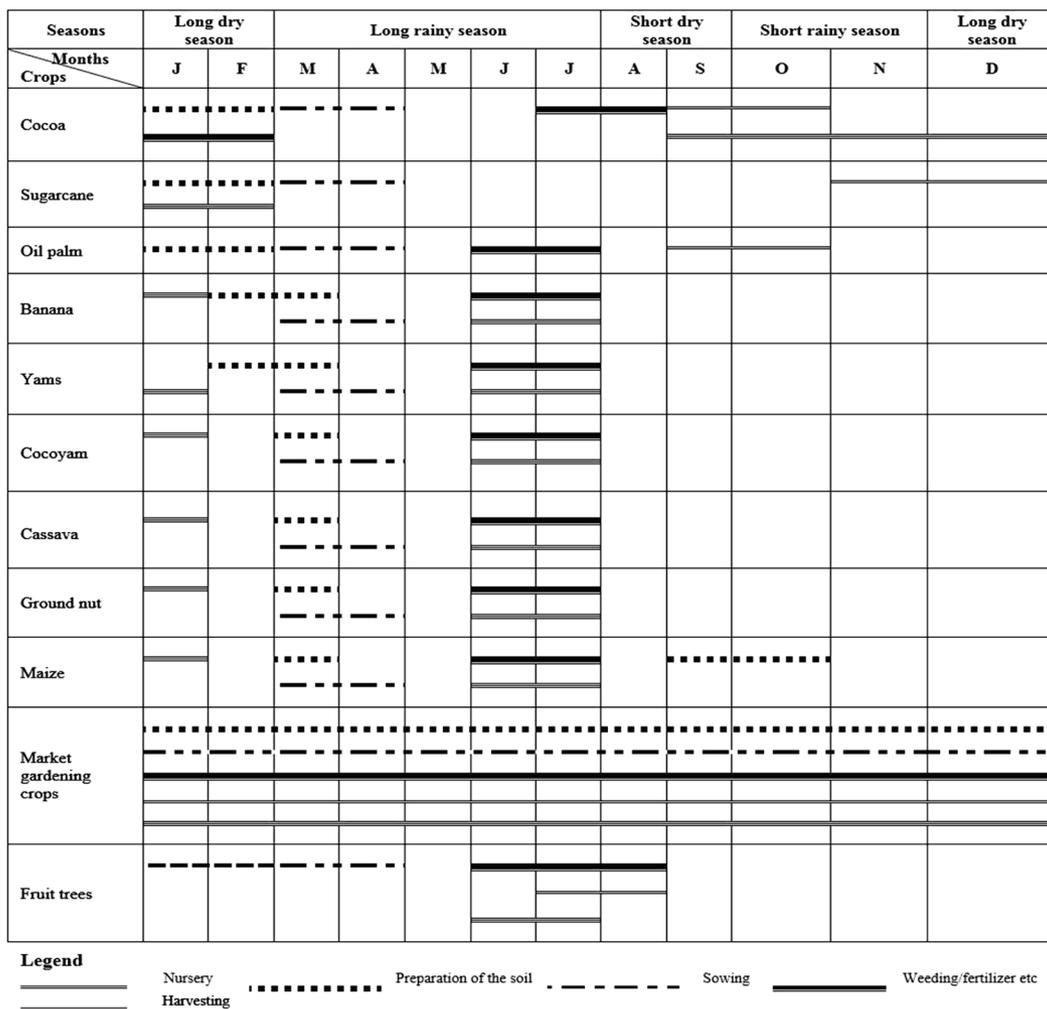


Figure 8 : The agricultural calendar for main crops in the Yaounde metropolis

These include The Carrefour Vogt, the Central Post Office junction, behind the Charles Atangana monument, Carrefour Warda and EMIA amongst others. Some of the flowers in the flower gardens have been nurtured and are matured plants that are shaped for sale. In some of the gardens, few ornamental trees are cultured and are trimmed from time to time to maintain an aesthetic touch. The flower farmers cultivate on the spot on ridges and sell on the spots. Some of these products are in the form of potted seedlings to be bought by clients. These plots are almost like urban gardens that are found at specific areas in the city. Inside the gardens, well defined tracks have been established and the flowers are found well arranged in rows according to species. In some areas, various nomenclatures as to the clue to the specific species of flowers have been affixed.

In the flower garden are seen true varieties of both local and exotic species of flowers. Some main plants in these nurseries and gardens are seen in table 5. The greenery of this space may be mistaken for a sort of natural evergreen forest. Even though it shades the area, it is part of urban infrastructure because flowers are constantly cut and sold. More so, there is only a few species of fauna found in the artificial vegetation. This vegetation only mimics a natural system and even these brief initiatives are too few.

The consistent practice of this type of agriculture can be considered a perpetuating factor in the exclusion of natural forest in the metropolis. Where the land has not been occupied by buildings, it has been cultivated and this seems to prevail forever. Towards the outer part / outskirts of the city where

there is comparatively more space, city dwellers and land speculators have chosen broader agricultural land use systems. The areas include, Olembe, Okola, Awae, Odza, Simbock, Nkolmesseng, Nkolbisson, Nkoabang, Oyomabang and Mbankomo amongst others. There are three types of farming activities carried out in these areas. They are food crop cultivation, animal husbandry and peasant plantations.

3.4. Food-crop Cultivation

This entails the cultivation of food crops like maize, beans, groundnuts, cocoyam, cassava, sweet potatoes and yams amongst others. These are basically seasonal crops. Some of the farmers grow fruits like pineapple, pawpaw, orange, mangoes, and pears. Perishable crops like tomatoes, green lettuce leeks amongst others are being grown. The yields from these farms are mainly to supply the urban markets.

What makes the above farming very different from the intra-urban is that crops are cultivated on a large scale. This is the case although the tools used for cultivation are still rudimentary tools. There is more land and farmers clear the forest to establish farms. The sizes of plots range from 0.1-2 ha. Some people have decided to maintain farms in these areas for security reason (land speculation) and the high land rent towards the city centre.

3.5. Animal husbandry

This is an activity that entails rearing of animals basically around the outskirts of the metropolis. The animals reared are small ruminants as goats, sheep as well as pigs and fowls or birds. The products from these are supplied to the markets in the city.

Manure derived from droppings and wastes of these animals are taken to the farm. This method permits mixed farming.

Table 4 : The Distribution of Sampled Flower Gardeners According to districts in Yaounde

		Council concerned							
			Yaounde 1	Yaounde 2	Yaounde 3	Yaounde 4	Yaounde 6	Yaounde 7	Total
Age	Under 19	Number	1	1	0	0	0	0	2
		% in the Age group	50.0%	50.0%	0%	0%	0%	0%	100.0%
		% in the Council concerned	14.3%	6.7%	0%	0%	0%	0%	6.1%
		% of the total	3.0%	3.0%	0%	0%	0%	0%	6.1%
	20-54 years	Number	5	12	4	3	3	1	28
		% in the Age group	17.9%	42.9%	14.3%	10.7%	10.7%	3.6%	100.0%
		% in Council concerned	71.4%	80.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	84.8%
		% of the total	15.2%	36.4%	12.1%	9.1%	9.1%	3.0%	84.8%
	55-70 years	Number	1	2	0	0	0	0	3
		% in the Age group	33.3%	66.7%	0%	0%	0%	0%	100.0%
		% in the Council concerned	14.3%	13.3%	0%	0%	0%	0%	9.1%
		% of the total	3.0%	6.1%	0%	0%	0%	0%	9.1%
Total	Number	7	15	4	3	3	1	33	
	% in the Age group	21.2%	45.5%	12.1%	9.1%	9.1%	3.0%	100.0%	
	% in Council concerned	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	% of the total	21.2%	45.5%	12.1%	9.1%	9.1%	3.0%	100.0%	

Table 5: plants for horticulture and prices

Flower	Appropriate uses	Price (Francs CFA)
<i>Cordellina</i>	For flower beds	2000-3000
<i>Durantha panache</i>	For flower beds	350-600
<i>Durantha</i>	For flower beds	200-350
<i>Hibiscus</i> (double)	For flower beds	1000-5000
(simple)		500-2000
<i>Lanathana</i>	For flower beds	300-1500
<i>Ixora</i> (double colour)	For flower beds	500-3000
(simple)	For flower beds	400-600
<i>Antorium sp.</i>	Wild relative of cocoyam	1000-15000+
<i>Roses</i> (red, white, yellow, etc)	For flower beds	1000-12000
<i>Acalypha</i>	Small boundary hedges	300-500
<i>Royal palms</i>	Small boundary hedges/fence	5000-75 000
<i>Calliandra sp.</i>	Boundary hedge	500-2500
<i>Alamanda</i>		500-5000
	Arbre voyageurs	2000
<i>Kananga Lorantha</i>	Perfume tree	1000
<i>Solpleureurs</i>	Solpleureurs (for by/sides and divides of roads)	15000-15000
<i>Dieffenbachia spp.</i>	For flower beds	500-5000
<i>Cypress</i>	Boundary hedge	500-20 000
<i>Whistling pines</i>	Boundary hedge	1500
<i>Calestinon (Bottle brush T.)</i>	Yard/boundary sp.	1500

Source : Combined information from ANAFOR plant nurseries and Pacific Garden between the Prime Ministry and Carrefour Warda, 2010

Where this exists like those in Olembe, Efulan and Ahala, some maize from the farm is used as feed for the animals. Meanwhile the waste from the pigsty and poultry provides manure for food crops.

3.6. Peasant Plantation

It is a farming system where the farmers cultivate market oriented crops on a large scale. This type is carried out in the fringes of the city where there is enough space. The main crops that are cultivated include cocoa, plantains and pineapple amongst

others. What is common with this type is that there is some degree of mono-cropping on the given plots. The practice however entails the use of rudimentary tools for cultivation.

There is a high degree in the use of inputs in the form of fertilizers and agro-chemicals. These types of farms are usually owned by the men-folks unlike for food-crop systems where the female gender predominates.

4. Discussion

The spatial growth is as a result of galloping population increase in Yaounde. The urban network of the Centre Region has Yaounde as the hub. It is equally the result of the efforts of municipal authorities who are out to dislodge urban dwellers and reorganize chaotic areas in the city core. The massive expropriation of settlers and businessmen within the city centre is the reason behind the movement of the population to the outskirts to produce spontaneous settlements or squatters. The last rapid growth from the 80's till date has been exacerbated by some Actors or Stakeholder like MAETUR, SIC, MINDUH, the Municipal Fund for Investment and Equipment (FEICOM), and Credit Foncier. The overall situation of rapid urban growth and spatial expansion is quite similar to those related to the growth of cities in Other countries in Africa (Gleave 1992; Bopda et al., 2008; Fombe and Balgah, 2010) and elsewhere (Boserup, 1965).

The urban region functions as a natural ecosystems. An ecosystem is community of plants and animals interacting with one and with their environment. Technically, a city meets the requirements of this definition, but there are important differences between natural ecosystems. The spatial implantation of cities destroys producers (green plants). They constitute the biotic part of the ecosystem that fabricate their own food from inorganic substance. They are thus autotrophs that permit the existence of other forms of lives. As one observer remarked, "cities are places where they cut down trees and then name the streets after them" (Miller, 1979). Cities also lack animals or plants that can be used as food for man. Thus urban systems survive only by importing food from external plant-growing ecosystems. Instead of being recycled, their solid, liquid and gaseous wastes are discharged to ecosystems within and outside the urban space. Urbanization transforms natural ecosystems. All of

this supposes man's impact on space (Martin, 1985; Goudie, 1986 and Brinkman, 1990).

That urban areas are basically replete with only urban functions that are basically nonagricultural. It would have been supposed that the city of Yaounde is characterized by urban function but paradoxically the results of the research depict clearly a city with a gamut of agricultural systems. There is a sort of peasantization of the urban space. Thus a situation that is not very far from what is noted in other sub-Saharan Countries by Mabogunje, (1986) is taking place. It can equally be realized from the results shown in the section under agricultural systems that, urban constructed space or urban theft has not taken up all rural areas. Even the areas where forest vegetation would have recovered, food crop cultivation is carried out and this perpetuates the disappearance of natural vegetation. Towards the peripheries, patches of forests are found and they portray traces of contact between settlement and the natural vegetation. There is thus a gradual vanishing rural-urban gap as noted elsewhere by Jamal and J. Weeks (1988; 1994)

Urban agriculture occupies mostly the space that is not settled or constructed. This space includes the wetlands and some slopes in the city and the peripheries. It is worthwhile remarking that this agriculture is taking up the space that would have been reforested. It is mainly taking spaces within the inner city and the peripheries. Thus the way the outskirts of the city are being engulfed for agriculture to feed the growing urban population, indicates a rapid disappearance of forest. At the present rate, there would be no trace of the equatorial evergreen forest in the decades ahead. The situation is going to be worse if no importance is attached to forest regeneration and conservation in the area today. The disappearance of forest in the area has brought with it other consequences. These consequences are through the impact on biodiversity.

The above situation permits to recommend the practice/re-iteration of urban/agroforestry. Home garden land Avenue cropping should be adopted by agricultural city dwellers. The former is an agro-sylvo-cultural system where crops and trees are either simultaneously or sequentially cultured (Aiyelaagbe, 1992 and Tchatat, 1997). Meanwhile the later, the growing of woody perennial species (mainly leguminous trees) in dense hedges between Alleys of specific widths in which short-cycle food

crops are grown should also be practiced (Roscrance et al., 1992 ; Ssekebembe, 1985).

Agroforestry that has been recommended would not only end up in solving the problem of deforestation, soil erosion and poor yields but would also mean a great contribution to revamp global warming. Albrecht and Kandji (2003) noted that removing atmospheric Carbon (C) and storing it in biosphere is one of the options which have been proposed to compensate Green House Gas (GHG) emissions. Agricultural lands are believed to be a major potential sink and could absorb large quantity of CO₂ if trees are reintroduced to these systems and judiciously managed together with crops and/or minerals. Therefore the relevance of agroforestry today is not only seen in the control of soil erosion, and/or manure, preservation of fuel and stakes but most importantly Climate Change. These vegetative methods are equally going to have a great role to play in program of REDD+ in Yaounde. This is because the forest that would be grown would not only be a control but also a good absorber and reducer of free Carbon or carbon dioxide that has been made available in the atmosphere by degradation and deforestation

5. Conclusion

The above findings and discussions have permitted some succinct conclusions. First, that there has been a rapid increase of the population in the metropolis. This supposes an eminent impending demographic pressure. Secondly, there has been an unparalleled urban sprawl or expansion. Thirdly there has been an increased incorporation of land for agriculture, in and around the Yaounde metropolis to feed the increased number of hungry mouths.

It was also realized that the farming systems in the Yaounde metropolis range from subsistence to market oriented types. These farming systems have permitted the occupation of the bits of spaces that have not been utilized for the construction of houses. This situation permits a visualization of a harmonized disharmony in the nature of land use. Areas that would have been reserved for public lawns or gardens are under seasonal agriculture.

This study finally ends with some proposals to solve the problems of ill-adapted agricultural systems in an urban setting. These are specifically urban/agroforestry or reforestation programs with specific

reference to wood lots, home gardens, improved organic fertilizer, intercropping methods and minor improved rotational fallows and alleys. These are sustainable approaches that would permit Yaounde to become a true testimony of Bio/Eco Cities.

References

Aiyelaagbe, I. (1992). Fruit crops: Are they relevant for agroforestry development? In *Agroforestry Today*, July-September, Vol. 3, p. 12

Albrecht, A. and Kandji, S.T. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems in Agriculture, *Ecosystems and Environment* vol.99. I. 1-3, pp. 15-27

Andrews, M.S. and J., Chetrick (1986). "Suburbanization, Agricultural Productivity and right-to-farm," Paper presented at the *National Conference on Sustaining Agriculture near cities*, Boston, MA.

Assako Assako, R. J. (1999). Critique de la population urbaine du Cameroun : Instruments, résultats et évaluation. In *Revue de Géographie du Cameroun*, Tome XIV, No.1 pp53 - 67.

Assongmo, T. (1990). L'occupation des bas-fonds à Yaoundé. Le cas du Bassin d'Olezoa. Yaoundé, Université de Yaoundé, FALSH, Département de Géographie, Yaoundé, *Mémoire de Maîtrise de géographie*. 172p.

Bhadra, D. and Brandao, A.S.P. (1993). "Urbanization, Agricultural Development, and Land Allocation" *World Bank Discussion Papers*.

Bopda, A. (1985). La dynamique de l'espace urbain à Yaoundé, Reconstruction et expansion post-colonial du bâti. *Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle Université de Yaoundé*, 312p.

Bopda, A. (1997). Yaoundé dans la construction nationale au Cameroun : Territoire urbain et intégration. *Thèse de Doctorat Université de Paris panthéon Sorbonne* ; 2 tomes, 307p + 204p.

Bopda, A., Brummett, R., Dury, S., Elong, P., Foto, Menbohan, S., Gockoski, J., Kana, C., Kengue, J., Ngonthe, R., Nolte, C., Soua, N., Tanawa, E., Tchoundjeu, Z. and Temple, L. (2010). Urban farming systems in Yaounde; Building a mosaic. In Prain G., Karanja N & Lee Smith D. 2010. African

Urban Harvest. *Agriculture in the cities of Cameroon. Kenya and Uganda*. Chap. 3 PP. 39-60.

Bopda, A. (2003). Yaoundé et le défi camerounais de l'intégration. A quoi sert une capitale d'Afrique tropicale ? *Éditions du CNRS*. 400p.

Boserup, E. (1965). The conditions of agricultural growth: Growth under population pressure, *George Aken and Unwin*, London.

Brinkman (1990). How Hungry Mouths are devouring the Planet. *The Independent*, Sunday, October p.58.

Caroll, C., Halpin, M., Burger, P., Bell, K., Sallaway, M.M., Yule, D.F. (1997). The effect of crop type, crop rotation and tillage practice on runoff and soil loss on a Vertisol in Central Queensland, *Australian Journal of Soil Research*, 35:925-939.

Ellison, W.D. (1944). "Studies in Crop Erosion", *Agricultural Engineering*, No. 25.

Erenstein, O. (2003). Smallholder conservation farming in the tropic and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. In *Agriculture, Ecosystem and Environment* 100 (2003) 17-37.

Fombe, L.F. and Balgah, S.N. (2010). The Urbanisation Process in Cameroon: Patterns Implications and Prospects. *Series: African Political, Economic, and Security*, Issues. 194p.

Franqueville, A. (1976). Croissance démographique et immigration à Yaoundé. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, Bordeaux no. 128 Oct-Décembre 1979. Complete par les données de R.G.P.H. p. 323.

Franqueville, A. (1984). Yaoundé: Construire une capitale. *Mémoire ORSTOM*, Paris, 192p.

Gleave, M.B. (1992b). Urban bias and agricultural development in West Africa in West Africa in K. Hoggart (ed.) *Agricultural change, environment and economy Essays in honour of WB. Morgan*, London, Mansell.

Goudie, A. (1986). Human Impact on Natural Environment. *The MIT Press Cambridge Massachusetts*, 2nd ed.

Harding, Garrett (1968). "The Tragedy of the Commons" *Science*. Volume 162, 1243- 1248

- ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry) (1998).** *Annual Report for 1997*
- Jamal, V. and J., Weeks (1988).** The vanishing rural-urban gap in sub Saharan Africa, *Jntv Labour Rev.*, 127,3.
- Jamal, V. and J., Weeks (1994).** Africa misunderstood: or whatever happened to the rural-urban gap?, Basingstoke, Macmillan.
- Kuete, M. (1990).** Géomorphologie du plateau Sud Camerounaise a l'Ouest de 13e E. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Bordeaux.
- Mabogunje, A.L. (1986).** Backwash urbanization: the peasantization of cities in sub-Saharan Africa in M.P. Conzon (ed) *World patterns of modern urban change: essays in honour of Chauncey D. Harris*, Dept. of Geog. Res. Pap. 217/8, Chicago, University of Chicago.
- Mani, M.L. (2008).** « L'exploitation des bas-fonds marécageux de l'arrondissement de Yaoundé III et ses conséquences environnementales. *Mémoire de Maîtrise de Géographie* ; Université de Yaoundé I Option : Gestion Des ressources naturelles, Yaoundé, 76 p.
- Martin, B. (1985).** Impact de l'homme sur la forêt. Ecologie ou Economie ? Paris pp 4-16 ; 111 30cm *Bibliographie extraite de Revue Forestiere Francaise*, Vol xxxvii.
- MINADER (2008).** Divisional Delegation for Mfoundi, *Annual Report*
- MINADER (2009).** Divisional Delegation for Mfoundi, *Annual Report*
- Mougoue, B. (1982).** Croissance urbaine périphérique; le cas de la zone Est de Yaoundé. *Thèse de Doctorat de 3ème cycle*. Université de Yaoundé, 300p.
- Mougoue, B. (1992).** Croissance urbaine périphérique des métropole Yaoundé et Douala. In *Revue de Géographie du Cameroun*, Vol. XI, No 1, pp 1-12.
- Muflam, C. (1995).** Sustainable Agricultural approach that provides solutions to land use in high altitude areas, In *La Voix du PAYSAN*, No. 005, Dec., p.15
- Nair, P.K.R. (1993).** An Introduction to Agroforestry; kluwers Academic Publisher in cooperation with *International Centre for Agro forestry Research (ICRAF)* pg 284.
- Nguegang, Asaa, P. (2008).** L'agriculture urbaine et périurbaine à Yaoundé : analyse multifonctionnelle d'une activité montante en économie de survie. *Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles*. Faculté des Sciences. Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 189p.
- Ngwa, E. N. (2001).** Elements of Geographic Space Dynamics in Cameroon: *Some Analyses*. 85p
- Ngwa, E.N. and Nkwemoh, C.A. (2010).** Profitability of Alternating Cropping Systems Through Soil Conservation in Mezam and Ngoketunjia Divisions (Cameroon) in *Annals of the Faculty of Arts, Letters and Social Sciences* Volume 1, No.11, University of Yaounde 1 Cameroon, pp. 313-340
- Nkwemoh, C. A. (1999).** The Impact of Agro-Pastoral Activities on the Physical Environment of the Mezam - Ngoketunjia Area. *Doctorat de 3ème Cycle Thesis*, Univ. of Yaoundé 1, 282p.
- Nkwemoh, C. A. (2011).** The Environmental Stresses of Urbanization in the Yaoundé Metropolis. *PhD Thesis*. University of Buea. 2011, 301p.
- Prain, G., Karanja, N. and Lee-Smith, D. (Eds.) (2010).** African Urban Harvest. *Agriculture in cities of Cameroon, Kenya and Uganda*. IDRC CIP Springer, 322p.
- Prinz, D. (1986).** Increasing the productivity of small holder farming systems by introduction of planted fallows. *Plant Resource Development*. 24. pp31-56.
- Rao, M.R., Nair, P.K.K. and Ong, C.K. (1998).** Biophysical interactions in *tropical agroforestry systems*, *Agroforestry Syst.* 38, pp3-50
- Roscrance, R.C. et al. (1992).** Effect of Alley cropped Calliandra calothyrsus and Gliricidia sepium hedges on weed growth, soil properties and taro yields in Western Samoa, In *Agroforestry System Today*, 19, 57-66, Kluwer academic publisher.
- Ssekebembe, C.K. (1985).** Perspectives on Hedge row intercropping, *Agro forestry System*, 3: 3, 339-356.
- Tchatat, M. (1996).** Les Jardins de case agro forestiers des basse terre humides du Cameroun :

Etude de cas des zone forestières des province du Centre et du Sud. *Thèses de Doctorat ; Université Paris*, VI. 146p.

Tchindjang, M., Atangana, P., Bopda, A., Eloundou, Messi, P.B., Ndjawa, Ndoutat, C., Kayo, Ngouleu, Mbofang, J. and Kengne Fodouop (2005). Administrative and spatial evolution of Yaounde Town from 1898 to 1992. 22^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Cartographie à La Coruna (Espagne) du 9 au 16 juillet 2005. *ADMINISTRATIVE AND SPATIAL EVOLUTION OF YAOUNDE TOWN FROM ...Adobe PDF - Afficher en html*www.cartesia.org/geodoc/icc2005/pdf/poster/TEMA5/MESMIN...

Tchotsoua, M. (1994). Erosion accélérée et contrainte d'aménagement dans le département du

Mfoundi au Cameroun. Contribution à la gestion de l'environnement urbain en milieu tropical. *Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle*. Université de Yaoundé 1, 324p

Vaxelaire, M. (2010). L'agriculture urbaine à Yaoundé : Approche cartographique en vue une meilleure intégration. *Mémoire de Licence Professionnelle*. Université de Strasbourg Faculté de Géographie et d'Aménagement. Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg. 43p.

World Bank (2008). *World Development Report. Agriculture for Development*. Washington, DC

Youana, J. (1983). Les quartiers spontanés péricentraux de Yaoundé. Une Contribution à l'étude de l'habitat du plus grand nombre. *Thèse de Doctorat du 3^{ème} cycle*, Université de Yaoundé, 324p.

Evaluation du rendement de deux variétés de cacaoyers dans la Région du Centre du Cameroun

Youbi P. H.¹, Kaho F.², Ngoufo R.¹, Mbolo M.¹, Edoa D.²

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

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

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215939>

Résumé

Le Gouvernement camerounais, à travers le FODECC (Fond de Développement Cacao Café) a lancé un programme de développement de la filière cacao afin d'en accroître la production dans le but d'atteindre 600 000 tonnes à l'horizon 2020. Ce programme consiste à distribuer gratuitement des plants hybrides considérés de très productifs aux paysans. Certains hybrides distribués tels que SNK 413 sont très peu étudiés. Leur productivité dans une agroforêt reste mal connue d'où l'objet de cette étude.

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

La détermination de la quantité de cacao marchand de chaque variété a été effectuée dans des parcelles placées

sous ombrage homogène (absence d'ouverture de la canopée). Elle a consisté dans un premier temps à collecter des informations sur le terrain auprès des cacaoculteurs à l'aide des trames d'enquêtes semi-structurées. L'exploitant déclare les quantités récoltées suivant l'unité locale de récolte (sac en général) qui est convertie en kilogramme à l'aide d'une procédure d'étalonnage de poids. Dans un second temps, elle a servi à déterminer au champ le nombre de pieds de cacaoyers par hectare, le nombre de cabosses et de fèves. Dans les parcelles, il a été constaté que le rendement potentiel en cacao marchand est lié positivement au nombre moyen de cabosses par cacaoyer ($r = 0,721$). Par contre, le rendement potentiel en cacao marchand n'est pas corrélé à la densité des cacaoyers ($r = -0,108$). La quantité de cacao marchand produit par hectare est plus élevée pour SNK 413 (2519,37 kg) que pour Bat 1 (784 kg). Par conséquent, SNK 413 est une variété qui produit trois fois plus que Bat 1.

Mots clés : Hybride, ombrage, cacao, production

Abstract

Cameroonian Government, through FODECC (Cocoa and Coffee Development Fund) have launched cocoa development program to increase production of cocoa in order to reach 600 000 ton production at 2020 horizon. This consists to offer freely hybrid plants which are supposed very productive to farmers. Certain hybrids like SNK 413 are not well studied. Their productivity in an agroforest is not well known. An therefore, justify this study. This study which concerns the cocoa production area of the Centre Region of Cameroon started in June 2012 till November 2015 in many localities of Lekie Division. The main objective of this study was to compare the hybrid production (SNK 413) with the local specie (Bat 1).

The determination of the quantity of cocoa product of these

two species has been done in each parcel of land which is only situated under homogeneous shades (no canopy open). It has consisted firstly to collect information from the cocoa farmers on the field. Cocoa farmers declare their production quantity in bags which are converted in kilogram. Secondly to collect from the farms the number of cocoa trees per hectare, the number of cocoa pods and cocoa beans.

For these two parcels of land, the productivity of cocoa tree is positively linked to the average number of cocoa pods per cocoa tree ($r = 0,721$). On the contrary, the potential productivity of cocoa product is not linked to density of cocoa trees ($r = -0,108$). The quantity of cocoa product per hectare is higher for SNK 413 (2519, 37 kg) than Bat 1 (784 kg). SNK 413 produces three times more than Bat 1.

Keywords : Hybrid, shade, cocoa, production

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 est, depuis quelques années, classé dans celle des Malvaceae (classification phylogénique). Il mesure alors 4 à 6 mètres de hauteur en plantation. Il entre en production à 2 ans (variétés sélectionnées) ou 3 ans, et est généralement productif pendant 25 à 30 ans. Cependant, il peut parfois être exploité pendant plus de 50 ans (Barrel et al., 2006).

Bien que le cacaoyer soit considéré comme une plante d'ombre, sa productivité augmente en effet lorsqu'il est totalement exposé à la lumière (Braudeau, 1969). Le modèle technique proposé aux agriculteurs par le monde de la recherche-développement privilégie de ce fait la conduite de cacaoyères en culture pure ou sous un ombrage léger et homogène, intensive en travail et en intrants chimiques : fertilisation minérale, traitements phytosanitaires (Wood et Lass, 1985 ; Willson, 1999).

La majeure partie des connaissances sur la productivité du cacaoyer provient d'essais en station de recherche et en milieu contrôlé (Somarriba and Beer, 2011; Bourgoing and Todem, 2010). L'insuffisance de la production cacaoyère mondiale qui, malgré une forte expansion depuis la fin de la seconde guerre mondiale, ne parvient pas à satisfaire la demande croissante (Hanak et al., 2003). Lorsqu'il est issu de semis, directement en champ ou en pépinière, le cacaoyer produit ses premiers fruits entre 2,5 et 4 ans d'âge. Il atteint son plein rendement entre 6 et 7 ans puis son plein développement et son rendement maximum autour de 8 à 10 années. La variabilité de rendement des cacaoyers d'une année à l'autre est affectée d'avantage par la pluviosité que par tout autre facteur climatique. Le cacaoyer est très sensible à une différence hydrique, tout particulièrement lorsqu'il est en concurrence avec d'autres plantes, d'ombrage ou adventices (Hanak et al., 2003). Une cabosse moyenne contient 100 à 120 g de fèves fraîches. Le poids d'une cabosse varie de 200 à 1 000 g et est en moyenne de 450 g. Sa taille à maturité varie de 10 à 35 cm, avec une moyenne de 17,5 cm.

La production de cacao dans le monde est aujourd'hui le fait de petites exploitations familiales, toutes situées dans les tropiques humides, et la culture du cacaoyer y est généralement pratiquée dans des systèmes agroforestiers (Franzen and Borgerhoff, 2007). Si la production annuelle théorique attendue par arbre se situe aux alentours de 100 à 200 cabosses, leur

productivité est en réalité de 30 à 40 cabosses par an (Young, 1994), ce à quoi il faut retirer les pertes dues aux bioagresseurs. Les pertes de récolte dues aux maladies, aux insectes, oiseaux, chauves-souris, écureuils, singes, rats et autres ravageurs, ont été rapportées depuis le 16^{ième} siècle et sont encore aujourd'hui importantes (Young, 1994). Il existe très peu de littérature sur le comportement de l'hybride SNK 413 dans des agroforêts. Dans le monde, aucune étude n'a encore été menée sur le comportement de cet hybride en agroforêt du fait de son origine camerounaise et de son apparition très récente. Au Cameroun, une étude a été menée sur le comportement de cet hybride en station dans la Région du Sud (Nkoemvone) mais pas encore dans une agroforêt. Sa productivité n'a pas encore été étudiée dans une agroforêt de la Région du Centre au Cameroun d'où l'objet de cette étude. Ce travail a pour objectif principal de comparer la production d'un hybride (SNK 413) à celle d'une variété locale (Bat 1). Cette évaluation devrait permettre d'améliorer les connaissances sur la productivité de cet hybride en agroforêt.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans quatre localités du Département de la Léké, Région du Centre au Cameroun (figure 1). Ce Département constitue l'un des grands bassins de production cacaoyère au Cameroun (Anonyme, 2012). Ces localités sont : Obala, Okola, Batschenga, et Sa'a. Le Département de la Léké situé entre 4°12'0"N, 11°24'0"E, fait partie de la Région du Centre au Cameroun.

La Léké est le deuxième grand producteur de cacao du Cameroun. Les activités économiques principales sont la culture du cacao et la production des cultures maraîchères porteuses de plus de revenus (Anonyme, 2008). L'altitude moyenne est comprise entre 500 m et 1 000 m au-dessus du niveau de la mer. Le climat est chaud et humide, de type «guinéen», avec des températures moyennes de 25°C et une pluviométrie de 1.500 à 2.000 mm par an répartie en deux saisons humides bien distinctes (régime pluviométrique bimodal). Ces deux saisons permettent deux cycles de cultures et un calendrier cultural étalé avec semis et récoltes échelonnés. La faible insolation et l'hygrométrie constamment élevée (entre juin et octobre) favorisent le développement des maladies des cultures et contribuent aussi à la difficulté de séchage et de stockage traditionnel des récoltes (Anonyme, 2008).

Les sols sont ferrallitiques, acides, argileux et de couleur rouge ou jaune selon la durée de la saison humide. Ils

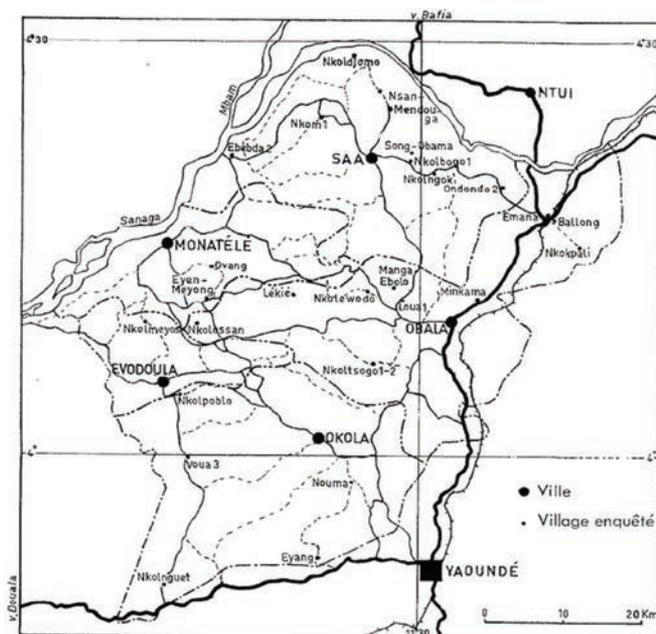


Figure 1 : Carte de la zone d'étude. (Anonyme, 2012)

ont une faible capacité de rétention en 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. Matériel

2.2.1. Matériel biologique

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.

2.2.2. Matériel non biologique

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

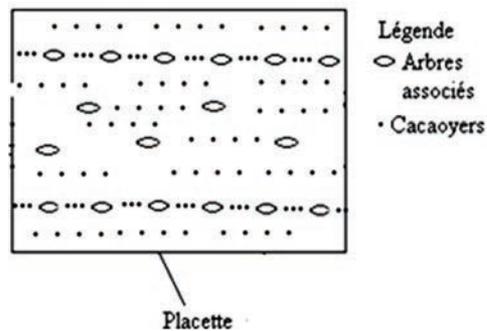


Figure 2 : Dispositif d'observation d'une parcelle

2.3. Méthodes

Une parcelle agroforestière à base de cacaoyer a été choisie dans chacune des localités de Sa'a, Obala, Okola et Batchenga. Ces localités présentent des caractéristiques climatiques voisines (tableau 1).

Les parcelles choisies disposent de cacaoyers représentatifs du stade de production optimale. Dans chaque parcelle, une placette de 1 000 m² a été sélectionnée afin de disposer d'un échantillon réduit d'individus susceptibles d'être observés (figure 2). 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. L'écart d'âge entre les variétés étudiées n'a pas une influence significative sur les résultats car selon Nerlove (1958), la production des cultures pérennes reste constante à partir de la 7^{ème} jusqu'à la 25^{ème} année

Les parcelles renfermant les pieds de cacaoyers destinées à l'estimation de la productivité ont subi régulièrement des traitements aux insecticides et fongicides. L'évaluation a été effectuée dans des parcelles placées sous ombrage homogène, car, selon Sonwa (2004), ce type d'ombrage constitue une condition de culture optimale. Les observations ont été effectuées sur les cacaoyers dont l'ombrage est assuré par les arbres forestiers et sur ceux dont l'ombrage est assuré par les arbres fruitiers.

La détermination du nombre de cabosses d'un pied a été effectuée pendant deux années sur des pieds sains

Tableau 1 : Température et précipitations moyennes de quelques localités de la Lékoué (Anonyme, 2008)

Localités	Sa'a	Okola	Obala	Batschenga
Caractéristiques climatiques				
Température moyenne (°C)	25	25	26	25
Précipitations moyenne (mm par an)	1700	1700	1600	1600

de cacaoyers de différentes parcelles placés dans la condition d'ombrage homogène. Les cabosses formées après la campagne cacaoyère sont comptabilisées. Seules les cabosses de taille supérieure à 10 cm ont été considérées.

Le type architectural de cacaoyers qui a été observé dans nos parcelles pour la détermination du nombre de cabosses est majoritairement celui présentant un seul tronc par pied. Les cacaoyères de Bat 1 sont à leur 14^{ième} année de production, celles de SNK 413 à leur 7^{ième} année.

L'évaluation a consisté dans un premier temps à collecter des informations sur le terrain auprès des exploitants. Des enquêtes semi-structurées ont été effectuées sur la quantité récoltée, la période de production et de récolte, le mode de séchage, la quantité séchée, le type de séchoir utilisé, les pertes après séchage, le prix d'achat au producteur, la superficie de l'exploitation. L'exploitant déclare les quantités récoltées suivant l'unité locale de récolte (sac en général) qui est convertie en kilogramme à l'aide d'une procédure d'étalonnage de poids. Dans un second temps, elle consiste à déterminer au champ le nombre de pieds de cacaoyers par hectare, le nombre de cabosses et de fèves. La quantité de cacao marchand (en kg ha⁻¹) d'une variété a été estimée selon Lachenaud (1984) par la relation mathématique suivante :

$$Q = [(Nmc \times Pmf \times Ct \times Nc)] \quad \text{Eq. 1}$$

Nmc : nombre moyen de cabosses par cacaoyer

Pmf : poids moyen de fèves fraîches par cabosse (kg)

Ct : coefficient de transformation poids de fèves fraîches/poids de cacao marchand

Nc : nombre de cacaoyers par ha

La production potentielle d'une cacaoyère (Q) est exprimée en kilogrammes de marchand par hectare et dépend du nombre moyen de cabosses par cacaoyer et de la densité des cacaoyers. Le nombre moyen de cabosses par arbre et la densité des cacaoyers sont donc les composantes du rendement à partir desquelles il a été d'une part expliqué a posteriori les différences de rendement des cacaoyères, et, d'autre part, d'identifier les caractéristiques du milieu et les pratiques culturales à l'origine des variations de rendement.

Le nombre moyen de cabosses par arbre (Nmc) est une variable quantifiable par des comptages de cabosses. Il a été estimé à partir du nombre de fruits d'une longueur supérieure à 10 cm. Ces fruits ne sont plus susceptibles d'être atteints par le wilt physiologique (Lachenaud, 1991 ; Bos et al., 2006), et l'hypothèse que

leur développement ira à son terme a été considérée. Le comptage des fruits a été réalisé par un marquage à la peinture, sur chaque cacaoyer toute l'année. Cette périodicité a permis de tenir compte de l'apparition progressive des fruits après le début de la saison des pluies.

Le nombre de cabosses d'un peuplement cacaoyer est le cumul de cabosses prélevés sur tous les individus qui le composent. La productivité par cacaoyer, exprimée en nombre moyen de cabosses, a été calculée à partir de la production moyenne du peuplement cacaoyer au cours des deux années d'observation rapportée au nombre de cacaoyers présents dans la placette.

Le poids moyen de fèves fraîches par cabosse (Pmf) est une variable qui dépend à la fois du nombre de fèves par cabosse et du poids d'une fève fraîche. Ces deux variables varient fortement dans le temps (Toxopeus et Wessel, 1970 ; Are et Atanda, 1972 ; Lachenaud, 1991), mais aussi en fonction du matériel végétal et des conditions de culture (Lachenaud et Mossu, 1985). Ainsi, « le nombre moyen de graines par cabosse varie avec le génotype de l'arbre-mère, l'origine génétique du pollen et certains facteurs nutritionnels comme l'emplacement sur l'arbre, la saison, la parcelle, le dispositif agronomique et les techniques culturales » (Lachenaud, 1991).

Le poids moyen de fèves fraîches par cabosse est de 115g. Cette valeur moyenne a été obtenue par Babin (2009), après plusieurs essais conduits dans des cacaoyères agroforestières de la zone forestière du Cameroun.

Le coefficient de transformation poids de fèves fraîches / poids de cacao marchand (Ct) est une variable considérée comme constante (Braudeau, 1969 ; Lachenaud, 1984). La valeur de 0,35 a été retenue (Lachenaud, 1984).

La densité des cacaoyers (Nc) est une variable quantifiable par un comptage des plants dans un espace donné. Le nombre de cacaoyers par placette a été compté. La densité des cacaoyers a été extrapolée à partir du comptage des individus présents dans chaque placette. Le poids de fèves fraîches par cabosse (Pmf) et le coefficient de transformation poids de fèves fraîches / poids de cacao marchand (Ct) étant fixés, la relation mathématique de détermination de la production de cacao marchand d'une cacaoyère (kg ha⁻¹) peut finalement s'écrire de la façon suivante :

$$Q = (Nmc \times 0,115 \times 0,35) \times Nc \quad \text{Eq. 2}$$

Les données collectées ont été analysées à l'aide du test de Student–Newman–Keuls à 5%.

Tableau 2 : Effet du type d'arbre d'ombrage sur le nombre moyen de cabosses d'un pied de cacaoyer

Saison cacaoyère	Type d'arbre	Arbre forestier		Arbre fruitier	
		Bat 1	SNK 413	Bat 1	SNK 413
1		12,12 ± 1,21 a	47,24 ± 1,32 b	11,72 ± 1,47 a	45,93 ± 1,64 b
2		12,84 ± 1,33 a	48,17 ± 1,23 b	11,94 ± 1,21 a	46,19 ± 1,81 b
Moyenne		12,48 ± 1,27 a	47,71 ± 1,28 b	11,83 ± 1,34 a	46,06 ± 1,73 b

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

Tableau 3 : Distribution du nombre moyen de fèves par localité

Localités	Sa'a		Okola		Obala		Batschenga		
	Bat 1	SNK 413	Bat 1	SNK 413	Bat 1	SNK 413	Bat 1	SNK 413	
Nombre moyen de fèves par cabosses	P1	30,1±0,10a	35,49±0,16b	30,4±0,11a	35,47±0,14b	30,20±0,13a	35,48±0,16b	30,14±0,12a	35,46±0,15b
	P2	30,25±0,20a	35,55±0,26b	30,28±0,23a	35,53±0,28b	30,29±0,20a	35,56±0,28b	30,29±0,20a	35,50±0,27b
Densité des cacaoyers (nombre de pieds / ha)	1585		1600		1590		1600		

P = Période d'observation

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

3. Résultats

3.1. Nombre moyen de cabosses d'un pied de cacaoyer

Il diffère d'une variété à une autre quel que soit le type d'arbre assurant l'ombrage (tableau 2). Lorsque l'ombrage est assuré par les arbres forestiers, le nombre moyen de cabosses par pied de cacaoyer est de 12,48 pour Bat 1, et 47,71 pour SNK 413. On constate qu'un grand nombre de cabosses d'un pied se concentre autour de la moyenne pour les deux variétés. Le nombre moyen de cabosses par pied de cacaoyer est plus élevé pour SNK 413 que pour Bat 1. Il n'est observé aucune différence significative du nombre moyen de cabosses par cacaoyer au cours des deux périodes d'observation pour chaque variété. En revanche, nous avons constaté une différence significative du nombre moyen de cabosses d'un pied d'une variété à l'autre.

Dans le cas de l'ombrage assuré par les arbres fruitiers, nos observations ne montrent aucune différence significative du nombre moyen de

cabosses par cacaoyer au cours des deux périodes d'observation pour chaque variété. En revanche, il est constaté une différence significative du nombre moyen de cabosses d'un pied d'une variété à l'autre. Le nombre moyen de cabosses par pied de cacaoyer est de 11,83 pour Bat 1, et 46,06 pour SNK 413 lorsque l'ombrage est assuré par les arbres fruitiers. Il est aussi observé qu'une grande partie du nombre de cabosses d'un pied se concentre autour de la moyenne pour les deux variétés. Le nombre moyen de cabosses par pied de cacaoyer est plus élevé pour SNK 413 que pour Bat 1. La différence entre le nombre moyen de cabosses d'un pied de cacaoyer placé sous ombrage forestier et sous ombrage fruitier n'est pas significative pour chacune des deux variétés. Ainsi, l'ombrage forestier ou fruitier n'a pas d'influence significative sur la production de cacao lorsque les parcelles subissent des traitements phytosanitaires. Le nombre moyen de cabosses par pied de cacaoyer est plus élevé pour SNK 413 que pour Bat 1 quelque soit le type d'arbre assurant l'ombrage.

3.2. Nombre moyen de fèves d'une cabosse

Il est constaté que la localisation géographique n'a pas d'influence sur le nombre moyen de fèves des deux variétés (tableau 3).

Le nombre moyen de fèves par cabosse de cacaoyer est de 30,24 pour Bat 1, et 35,51 pour SNK 413. On constate qu'une grande partie du nombre de fèves d'une cabosse se concentre autour de la moyenne pour les deux variétés. Le nombre moyen de fèves d'une cabosse de cacaoyer est plus élevé pour SNK 413 que pour Bat 1 (tableau 4).

Nous n'avons constaté aucune différence significative du nombre moyen de fèves d'une cabosse au cours des deux périodes d'observation pour chaque variété. En revanche, il est observé une différence significative du nombre moyen de fèves d'une variété à l'autre

3.3. Quantité de cacao marchand produit

La quantité de cacao marchand produit par hectare a été déterminée en considérant la densité de chaque variété (tableau 5). Pour toutes ces parcelles, le rendement potentiel en cacao marchand est lié positivement au nombre moyen de cabosses par cacaoyer ($r = 0,721$). Par contre, le rendement potentiel en cacao marchand n'est pas corrélé à la densité des cacaoyers ($r = -0,108$).

Le poids moyen de fèves séchées d'un pied de cacaoyer est de 0,49 kg pour Bat 1, et 1,89 kg pour SNK 413. SNK 413 a une valeur presque quatre fois plus élevée que Bat 1. Dans la parcelle de Bat 1, les pieds de cacaoyers sont distants entre-eux de 2,5 m entre les lignes et de 2,5 m sur les lignes, soit 160 pieds de cacaoyers pour 1 000 m² (1600 pieds par hectare).

Tableau 4 : Nombre moyen de fèves d'une cabosse de cacaoyer

Saison cacaoyère	Variétés	
	Bat 1	SNK 413
1	30,21 ± 0,11 a	35,48 ± 0,15 b
2	30,27 ± 0,21 a	35,53 ± 0,27 b
Moyenne	30,24 ± 0,16 a	35,51 ± 0,21 b

Séparation des moyennes par le test de Student-Newman-Keuls à $p = 0,05$; Les moyennes suivies de mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

Tableau 5 : Quantité de cacao marchand de deux variétés de cacaoyer

Paramètres	Variétés	
	Bat 1	SNK 413
Poids moyen de fèves séchées d'un pied (kg)	0,49	1,89
Densité des cacaoyers à l'hectare (nombre de pieds / ha)	1600	1333
Poids moyen de fèves séchées à l'hectare (kg / ha)	784	2519,37

Dans la parcelle de SNK 413, les pieds de cacaoyers sont distants entre-eux de 2,5 m entre les lignes et de 3 m sur les lignes, soit 133 pieds de cacaoyers pour 1 000 m² (1333 pieds par hectare). La densité de Bat 1 est plus élevée que celle de SNK 413. La quantité de cacao marchand produit par hectare est plus élevée pour SNK 413 (2519,37 kg) que pour Bat 1 (784 kg).

4. Discussion

Le contrôle de la pourriture brune des cabosses implique des traitements phytosanitaires répétés qui visent à limiter les pertes en fruits avant la récolte. Comptabiliser les cabosses saines sans tenir compte des pertes liées à ce parasite ne serait pas correct. Pour contourner cette difficulté, le rendement potentiel en cacao marchand a été estimé en comptant les cabosses d'une taille supérieure à 10 cm, et en se fondant sur l'hypothèse selon laquelle ces fruits parviendront à maturité.

Par ailleurs, nous avons opté pour un comptage des cabosses à raison de trois passages par an effectués en juin/juillet, août/septembre et octobre/novembre. Cette périodicité a permis de tenir compte de l'apparition progressive des fruits après le début de la saison des pluies. A l'aide des enquêtes semi-structurées auprès des paysans, des comptages des cabosses récoltées par les agriculteurs ont été effectuées afin d'estimer le différentiel entre production potentielle et production réellement récoltée. Une différence de 10,21% ($\pm 1,17$) pour Bat 1 et de 8,63% ($\pm 1,24$) pour SNK 413 a été obtenue. Ce résultat permet de valider la méthode de comptage utilisée dont l'intérêt est d'être moins lourde à mettre en place, moins exigeante en main d'œuvre et moins consommatrice en temps que les méthodes généralement mobilisées pour estimer la productivité des cacaoyers dans les stations de recherche (Lotodé et Lachenaud, 1988). Les méthodes habituelles d'évaluation de la production d'une cacaoyère reposent en effet sur des comptages et des pesées de cabosses et sont difficilement utilisables en parcelles d'agriculteurs (Lachenaud, 1984). Une

autre méthode, basée sur des évaluations visuelles du nombre de cabosses par cacaoyer, a montré qu'il était possible d'évaluer la productivité des cacaoyers de façon simple et fiable (Tahi et al., 2003). La limite liée à la non pesée des fèves fraîches réside toutefois dans le fait qu'il a été considéré le poids des fèves fraîches par cabosse comme une valeur constante. Il a été en effet retenu la valeur moyenne de 115 g de fèves fraîches par cabosse obtenue par Babin (2009) suite à des mesures conduites en 2003 et 2004 dans des cacaoyères agroforestières similaires à celles de nos parcelles d'agriculteurs et localisées dans les mêmes zones d'étude. Or, Lachenaud (1991) a montré l'importance des facteurs nutritionnels dans la détermination du poids moyen d'une fève. De plus, les fèves les plus lourdes sont celles des traitements dont les densités sont les plus faibles (666 pieds ha⁻¹), au contraire de la densité de 1 333 pieds ha⁻¹ qui est le traitement où les fèves sont les plus légères. Le traitement qui présente la répartition la plus homogène dans l'espace, et donc théoriquement moins de concurrence entre les cacaoyers (625 pieds / ha), présente un poids de fèves supérieur au traitement où les cacaoyers sont plantés en lignes jumelées (1111 pieds / ha). Le rendement potentiel en cacao marchand est plus corrélé au nombre moyen de cabosses par cacaoyer ($r = 0,721$) qu'au poids de fèves fraîches ($r = 0,124$). Par contre, il n'est pas corrélé à la densité des cacaoyers ($r = -0,108$).

Enfin, les cacaoyers sous ombrage ont des fèves plus légères que ceux conduits sans ombrage. En Côte d'Ivoire, Lachenaud (1991) met également en évidence les variations saisonnières du poids moyen des fèves fraîches en montrant que ce dernier est plus corrélé à la date de la récolte qu'aux cumuls pluviométriques. Le poids moyen d'une fève baisse ainsi de 42% au cours de la récolte. Ces résultats confirment ceux obtenus par Toxopeus et Wessel (1970) et Hutcheon (1981). Au Ghana, Edwards (1972) mentionne d'ailleurs que « l'indice de cabosses » ou « Pod index », c'est-à-dire le nombre de cabosses nécessaires pour obtenir une livre anglaise de cacao marchand (453 g), augmente d'août à janvier en fonction du matériel végétal considéré (hybrides et Amelonado). Au Nigeria, Are et Atanda (1972) ont trouvé des indices de cabosses moyens sur quatre ans qui varient de 11,5 (récoltes de saison sèche) à 18,5 (récoltes de saison des pluies). Les facteurs biologiques et physiologiques intervenant sur le poids des fèves sont donc multiples.

Le rendement moyen en cacao marchand des cacaoyères à base de Bat 1 et de SNK 413 donne des valeurs respectives de 784 kg et de 2519 kg par hectare. Le rendement moyen en cacao marchand de la variété ancienne est presque le double de celui obtenu par Toxopeus (1985) sur quelques variétés anciennes dans la zone de Bokito au Centre du Cameroun. Cette différence de rendement serait d'une part due à la forte densité des cacaoyers dans les plantations de la zone de Bokito (environ de 1700 pieds par hectare), d'autre part aux traitements phytosanitaires insuffisants et au vieillissement du verger. Quant à la variété hybride SNK 413, le rendement moyen en cacao marchand est presque similaire à celui obtenu par Jagoret et al. (2011) sur quelques variétés hybrides (MA 12) dans la zone de Talba au Centre du Cameroun. Cependant, ce rendement est inférieur à celui obtenu en Station de Nkoemvone (Sud Cameroun) sur cet hybride (2 940 kg/ha) par Ondoua et al. (2014) avec une densité de 1111 pieds / ha. La différence serait due à la structure du peuplement végétal de la cacaoyère.

Les agroforêts à base de cacaoyer hybride (SNK 413) présentent en moyenne de meilleures performances en termes de rendement potentiel en cacao marchand que les cacaoyères agroforestières à base de variétés locales.

5. Conclusion

La productivité de certains hybrides tels que SNK 413 distribués aux paysans par le Gouvernement Camerounais est très peu étudiée dans des agroforêts. Cette étude qui avait pour objectif principal de comparer la production d'un hybride (SNK 413) à celle d'une variété locale (Bat 1) a été effectuée sur des pieds sains de cacaoyers dont l'ombrage est assuré par les arbres forestiers et fruitiers. Elle a consisté à collecter des informations sur le terrain auprès des exploitants, puis à déterminer au champ le nombre de pieds de cacaoyers par hectare, le nombre de cabosses et de fèves. Il a été constaté une différence significative du nombre moyen de cabosses d'un pied d'une variété à l'autre sous ombrage fruitier et forestier. Ainsi, l'ombrage forestier ou fruitier n'a pas d'influence significative sur la production de cacao lorsque les parcelles subissent des traitements phytosanitaires. En revanche, il est observé une différence significative du nombre moyen de fèves d'une variété à l'autre. Le rendement par hectare est 3 fois plus élevé pour SNK 413 (2 519,37 kg) que pour Bat 1 (784 kg). SNK 413 est une variété à haut rendement.

Bibliographie

- Anonyme, (2008).** Programme de relance des filières Cacao/Café. Manuel de travail. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)*. Yaoundé, Cameroun. 26 p.
- Anonyme, (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable : cas du Cameroun. *Table ronde sur l'économie cacaoyère durable du Cameroun*. Yaoundé, Cameroun :, ONCC. 14p.
- Are, L. et Atanda, O. (1972).** Seasonal influences on some yield factors in four varieties of Theobroma cacao L. *Tropical Agriculture* 2 (1). 161-170.
- Babin, R. (2009).** Contribution à l'amélioration de la lutte contre les mirides du cacaoyer sahlbergella singularis: influence des facteurs agro-écologiques sur la dynamique des population du ravageur. *Montpellier, France : Université III - Paul Valéry*.
- Barrel, M., Battini, J., Duris, D., Hekimian, L. et Trocmé, O. (2006).** Les plantes Stimulantes. Paris, France : CIRAD-GRET.
- Bos, M., Steffan, D. et Tschardtke, T. (2006).** Shade tree management affects fruit abortion, insects pests and pathogens of cacao. London, Grande Bretagne: *Agriculture Environment*.
- Braudeau, J. (1969).** Le cacaoyer. Paris, France : *Maisonneuve et Larousse*.
- Edwards, D. (1972).** Seasonal variations in pod and bean characters. *Cocoa Research Institute*, 3 (2). 172-74.
- Hutcheon, W. (1981).** Physiological studies on cocoa (Theobroma cacao L.) in Ghana. *Aberdeen*, Grande Bretagne: University of Aberdeen.
- Jagoret, P., Michel, D. et Malézieux, E. (2011).** Long term dynamics of cocoa agroforests : a case study in central Cameroun. *Agroforestry Systems*, 3 (3), 26-28.
- Lachenaud, P. (1984).** Une méthode d'évaluation de la production de fèves fraîches applicable aux essais entièrement randomisés. *Café Cacao Thé*, 1 (2), 21-30.
- Lachenaud, P. (1991).** Facteurs de la fructification chez le cacaoyer (Theobroma cacao L.) : influence sur le nombre de graines par fruit (*Thèse de doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France*).
- Lachenaud, P. et Mossu, G. (1985).** Etude comparative de l'influence de deux modes de conduite sur les facteurs du rendement d'une cacaoyère. *Café Cacao Thé*, 3 (1), 21-30.
- Lotodé, R. et Lachenaud, P. (1988).** Méthodologie destinée aux essais de sélection du cacaoyer. *Café Cacao Thé*, 3 (2), 25-29.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2008).** Programme de relance des filières Cacao / Café : Manuel de travail. Yaoundé, Cameroun : MINADER.
- Nerlove, M. (1958).** The dynamics of supply estimation of farmer's response to price. Baltimore, Johns Hopkins *University press*, USA. Pp. 77-89.
- Office Nationale de Cacao et Café. (2012).** Les mesures prises par le Gouvernement pour parvenir à une économie cacaoyère durable : *Table ronde sur l'économie cacaoyère durable du Cameroun*. Yaoundé, Cameroun : ONCC.
- Ondoua, J., Dibong, S., Taffouo, V. et Ngotta, J. (2014).** Parasitisme des champs semenciers de cacaoyers par les Loranthaceae dans la localité de Nkoemvone (sud Cameroun). *Elewa Journal*, 1 (1), 8-10.
- Sonwa, D. (2004).** Biomass management and diversification within cocoa agroforests in the humid forest zone of southern Cameroon (*Ph D thesis, Institut für Gartenbauwissenschaft der Rheinischen Friedrich Wilhelms, Universität Bonn, Germany*).
- Tahi, G., Ngoran, J., Sounigo, O. et Eskès, A. (2003).** Mise au point d'une méthode d'évaluation simplifiée de la productivité du cacaoyer en Côte d'Ivoire. *Cocoa Producers Alliance*, 1 (1), 67-74.
- Toxopeus, H. (1985).** Botany, types and populations. *Longman*, 1 (2), 11-37.
- Toxopeus, H. et Wessel, M. (1970).** Studies on pod and bean values of Theobroma cacao L. in Nigeria.: environmental effects on west african Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 2 (2), 32-39.
- Willson, K. (1999).** Coffee, cocoa and tea. Wallingford, Grande Bretagne: Cabi.
- Wood, G. et Lass, R. (1985).** Cocoa. Londres, Grande Bretagne : *Tropical Agriculture*.

Techniques de multiplication du blanc de trois espèces de champignons comestibles du genre pleurotus au Cameroun (Cas de la CoopSDEM COOP-CA)

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

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

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

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

doi : <http://doi.org/10.5281/zenodo.1215960>

Résumé

Cet étude porte sur les techniques de multiplication du blanc de trois espèces de champignons comestibles du genre Pleurotus au Cameroun. Son objectif est de décrire le processus complet de production du blanc mère et du blanc certifié, à partir de trois espèces de carpophores de champignons comestibles du genre Pleurotus au Cameroun ; les données de sources primaires ont été collectées à travers des interviews semi structurées et structurées, auprès des personnes ressources au Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER) et auprès de quelques organisations de producteurs, (société coopérative CoopSDEM COOP-CA, GIC BENG ADIO) et à partir des exercices d'observations participatives dans ces structures ; les données de sources secondaires ont été obtenues dans les services du Programme d'Appui au Développement de la Filière Champignons Comestibles (PADFC) du MINADER, de la Direction Générale des Douanes (Port Autonome de Douala), d'Internet, des documents soumis par les spécialistes de la culture de champignons et des revues spécialisées. Les résultats de l'étude montrent que le processus complet de multiplication du blanc, consiste à composer et stériliser le milieu de culture (PDA (Potatoes, Dextrose, Agar agar)) dans les tubes à essai, protégés par du coton, à l'inoculer par un fragment de tissu prélevé du carpophore, à le laisser coloniser toute la surface du PDA

incliné. Cette culture permet d'inoculer les substrats stériles dans des bouteilles plus grandes, faites de préférence de grains de céréales (Blanc de base). A partir de ce blanc mère (blanc de base), selon la zone écologique, on peut inoculer plusieurs substrats stériles (grains de céréales et déchets agricoles composés) pour obtenir une à trois générations de blanc certifié destiné à la production de carpophores. Les mêmes résultats montrent que, 5 g de mycélium pure dans un tube à essai, permet d'inoculer en moyenne 3 kg de substrats (résidus agricoles composés) en 2 à 4 générations, pour obtenir le mycélium pure (blanc de pré base) ; 5 g de mycélium pure permet d'inoculer en moyenne 600 g de substrat (grains de maïs) stérilisé pour obtenir le blanc de base ou semence mère. 300 g de blanc mère (Blanc certifié de 1^{ère} génération), peut générer en moyenne 56.250 g de blanc certifié (contenu de 225 bocaux de 750 ml), pour la production de carpophores des champignons comestibles du genre pleurotus. Les résultats de l'étude montrent également que 250 g de blanc certifié de production de carpophores coûtent entre 300 FCFA (0,46 Euros) et 500 FCFA (0,76 Euros) ; 250 g de blanc mère (Blanc certifié de 2^{ème} génération), coûtent entre 3.000 F CFA (4,6 Euros) et 5.000 FCFA (7,6 Euros) ; Par contre, 300 g de blanc mère (Blanc certifié de 1^{ère} génération), coûtent entre 10.000 FCFA (15,3 Euros) et 20.000 F CFA (30,53 Euros).

Mots-clés : Blanc, PDA, Milieu de culture, Inoculation, Incubation, CoopSDEM COOP- CA

Abstract

This paper deals with the multiplication techniques of the spawn of three edible mushrooms species of Pleurotus gender in Cameroon. The study aims at describing the complete process of the production of mother and certified seed, from three fruit body species of Pleurotus gender in Cameroon; primary data were obtained through semistructured and structured interviews, from experienced persons of the Ministry of Agriculture and Rural Development (MINADER), and from producers

organizations (CoopSDEM COOP-CA cooperatives, GIC BENG ADIO) and from observed participatory exercises in these organizations; secondary data were obtained in the services of Support Program of the Development of the Edible Mushroom Subsector of MINADER, from the Directorate General of Customs (Douala Autonomous Harbor), from Internet, from documents written by mushrooms growing specialists, and specialized magazines. The outputs of the study show that the complete process of

multiplication of seed, consists on composing and sterilizing the growing medium (PDA (Potatoes, Dextrose, Agar agar)) in test tubes, protected by cotton, to inoculate by a piece of material removed from the fruit body, to allow the whole inclined PDA surface to be colonized; this growing permits to inoculate the sterile substratum, in greater bottles, filled with cereal grains (basic seed); from this mother seed (basic), depending of the ecological zone, one can inoculate many sterile substrata (cereal grains and mixed agricultural wastes) to obtain one to three generations of certified seed destined to fruit body production. The same results show that 5 g of pure mycelium in a test tube, allows one to inoculate mainly 3 kg of substrata (mixed agricultural wastes) in 2 to 4 generations, to obtain pure mycelium (pre base seed). 5 g of pure mycelium permits to inoculate on

an average 600 g of substratum (maize grains) sterilized to obtain the basic or mother seed. 300 g of mother seed (first generation of certified seed), can generate on an average 56 250 g of certified seed (contained in 225 bottles of 750 ml), for the production of fruit body of *gender pleurotus* edible mushrooms. The results of the study show also that, 250 g of certified seed for fruit body production cost between 300 CFA F (0.46 Euros) and 500 CFA F (0.76 Euros); 250 g of mother seed (certified seed of the 2nd generation), are sold between 3,000 CFA F (4.6 Euros) and 5,000 CFA F (7.6 Euros) on the one hand, and on the other hand, 300 g of mother seed (certified seed of the 1st generation), are sold between 10,000 CFA F (15.3 Euros) and 20,000 CFA F (30.53 Euros).

Keywords : Spawn (seed), PDA, cultivation medium, inoculation, incubation, CoopSDEM COOP-CA

1. Introduction

Dans les pays en développement et au Cameroun en particulier, il n'existe pas un grand nombre de producteurs de carpophores, encore moins de multiplicateurs de blanc (semences) certifiés (MINADER, 2002). Pour un débutant, il est plus facile de se procurer du blanc auprès d'un multiplicateur de blanc, d'un centre de recherche (laboratoire) ou d'une université (Vincent, 2014). L'intérêt du MINADER-PADFC pour la vulgarisation des techniques de productions de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus* et de ses semences (blanc mère et blanc certifiés de production de carpophores), est d'encourager davantage les populations rurales et périurbaines à s'intéresser à la domestication des champignons comestibles. Trois espèces de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus* sont cultivées sur le territoire camerounais, il s'agit du *sajor caju*, de l'*ostreatus var florida* et de l'*ostreatus var 969*. De même, les efforts non négligeables de certaines structures multiplicatrices de blanc, à l'exemple de la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA à Yaoundé et du GIC BENG ADIO à Bamenda, permettent de mettre à la disposition des myciculteurs et autres partenaires, les semences certifiées, produites selon la Norme camerounaise, à des prix concurrentiels, en tenant compte du coût onéreux des intrants. La culture de démarrage ou culture du mycélium pure, se fait à partir d'une fructification fraîche et saine, ou d'une empreinte de spores, qui peut provenir d'un multiplicateur de blanc, d'un centre de recherche, d'un institut universitaire ou de la nature (Peter et al., 2014).

Cette fructification ou empreinte de spore permet d'inoculer un milieu de culture (PDA) contenu dans les tubes à essai, pour obtenir le mycélium pur. Ce mycélium pur permet d'inoculer un substrat (grains de céréales) contenu dans les bouteilles en verres, afin d'obtenir du blanc de base ou semence mère. Le blanc de base produit, va permettre d'inoculer un autre substrat (grains de céréales de préférence), pour obtenir le blanc certifié ou blanc mère (Blanc certifié de 1ère génération). Selon la zone écologique, le blanc certifié de 1ère génération est utilisé pour inoculer un autre substrat (déchets agricoles composés) pour obtenir le blanc de production de carpophores ou le blanc mère (blanc certifié de 2^{ème} génération). Dans des localités où, on enregistre des températures voisines de 20°C, le blanc certifié de 2^{ème} génération permet d'inoculer un autre substrat pour obtenir le blanc certifié destiné à la production de carpophores. Une unité de multiplication de blanc nécessite un équipement sophistiqué et un environnement (laboratoire) stérile (Samuel et al., 2011). L'unité de multiplication du blanc doit disposer d'un matériel de stérilisation (autoclave, autocuiseur, etc.), d'un matériel de laboratoire (hotte à écoulement laminaire ou un box d'inoculation, boîtes de pétri, éprouvettes, tubes à essai, balance, alcool, brûleur, etc.) et aussi d'une salle d'incubation (Samuel et al., 2012). Au Cameroun, seul le laboratoire du PADFC du MINADER produit la semence de Base d'une part, et d'autre part, seuls la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA et le GIC BENG ADIO, ont un agrément obtenu de la Direction de la Réglementation et du Contrôle de Qualité des produits agricoles (DRCQ)

du MINADER, selon la loi semencière du Cameroun, pour la multiplication du blanc certifié destiné à la production de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*. Cet agrément leur permet également d'importer le blanc sur le territoire camerounais.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

Pour la réalisation de cette étude, nous avons utilisé le matériel habituel et indispensable d'un laboratoire de microbiologie. Il s'agit de la hotte à écoulement laminaire, du box d'inoculation, du tube à essai, du Becher, du mouchoir filtre, de l'éprouvette graduée, de la anse de platine, de la lampe à alcool, de l'erlenmeyer, de la plaque chauffante, de la casserole, de la spatule, du stérilisateur automatique, du scalpel, du coton, de l'alcool, des bouteilles en verre, de la balance, du tissus de carpophores, de l'agar agar, de la pomme de terre, du sucre de canne et de l'entonnoir.

2.2. Méthodes

2.2.1. Préparation et cultures du PDA

2.2.1.1. Préparation du milieu de culture invitro : PDA

La préparation d'un milieu d'extrait de pomme de terre, de dextrose et d'agar agar, s'est effectuée lors d'un séminaire de formation au Programme d'Appui pour le Développement de la Filière Champignons Comestibles (PADFC) à Obala, dans le Département de la Lékié, Région du Centre du Cameroun. Pour cette préparation, nous avons utilisé comme composantes: 200 g de pommes de terre, 34 g de gélose (agar agar), 20 g de saccharose (sucre de canne) et un litre d'eau ; un bain marin, des tubes à essai, l'entonnoir, du coton, l'erlenmeyer, une plaque chauffante, le stérilisateur automatique, une casserole, une spatule, un mouchoir filtre, un Becher, une éprouvette graduée et une spatule en verre.

Le principe de préparation consiste, à laver, peler et peser les pommes de terre, les découper en petits morceaux, les faire bouillir dans un litre d'eau pendant 15 à 20 minutes, filtrer la préparation à l'aide d'un tissu propre pour obtenir le jus de pommes de terre. Ensuite, il faut ajouter le dextrose et l'agar agar selon les quantités recommandées pour éviter que la préparation soit trop ramolli ou trop dure. Chauffer le mélange pour faire fondre l'agar agar. Verser la solution dans les tubes à essai (5 ml/tube), au quart en moyenne, puis

fermer de façon très étanche solidement les tubes ou flacons avec un rouleau de coton ; stériliser les tubes et les refroidir en position incliné (30°C).

2.2.1.2. Culture du tissu

Le principe de culture consiste à tremper le scalpel dans l'alcool, puis le chauffer sur la flamme, laissé refroidir le scalpel, ensuite à l'aide des mains stérilisées et protégées, fendre le champignon dans le sens de la longueur et prélever un petit morceau du tissu intérieur (en moyenne 2x2 mm) à l'aide du scalpel passé à la flamme. Veiller à ce qu'il n'entre pas en contact avec le tissu de surface, ouvrir le tube à essais, passer l'ouverture à la flamme pour détruire les micro-organismes indésirables, puis placer le tissu prélevé à l'aide du scalpel au milieu de la gélose et refermer immédiatement (Peter et al., 2014). Placer ces tubes à essai en incubation, dans un endroit sombre, à une température voisine de 25°C, pendant en moyenne dix jours. Au bout de trois à quatre jours, le mycélium aura recouvert le tissu, qui se ramifiera sur la gélose. Le mycélium doit être blanc et s'étendre en dehors du tissu ; Lorsqu'on aperçoit des couches de mycélium noirâtres, jaunâtre, verdâtre, il faut sans doute comprendre que le milieu est attaqué par une contamination fongique (Aurélie, 2008). Par contre, lorsque la croissance est crémeuse et brillante, cela fait preuve d'une contamination bactérienne.

2.2.1.3. Culture secondaire

Pour la culture secondaire, il faut au préalable stériliser le scalpel en le faisant chauffer sur la flamme, retirer les bouchons de coton des tubes à essai. Pendant le refroidissement du scalpel, maintenir l'ouverture des éprouvettes témoins et receveur au-dessus de la flamme. Ensuite, prélever un petit morceau du mycélium pur pour inoculer un autre milieu PDA dans le but d'obtenir le mycélium pur, plus mur, après une période d'incubation de deux semaines en moyenne. Il est conseillé de ne pas transférer la même souche de mycélium plus de huit fois, pour éviter sa dégénération (Proust, 2017). Il est important de rappeler que le mycélium subit une dégénération au bout d'un certain nombre de transfert. Il n'est donc pas possible de continuer à transférer indéfiniment la même souche de mycélium produit. La figure 1 illustre respectivement le cycle de culture d'un champignon comestible cultivé, la gélose, le blanc de pré base (culture secondaire) et le carpophore d'un champignon comestible du genre *pleurotus*.

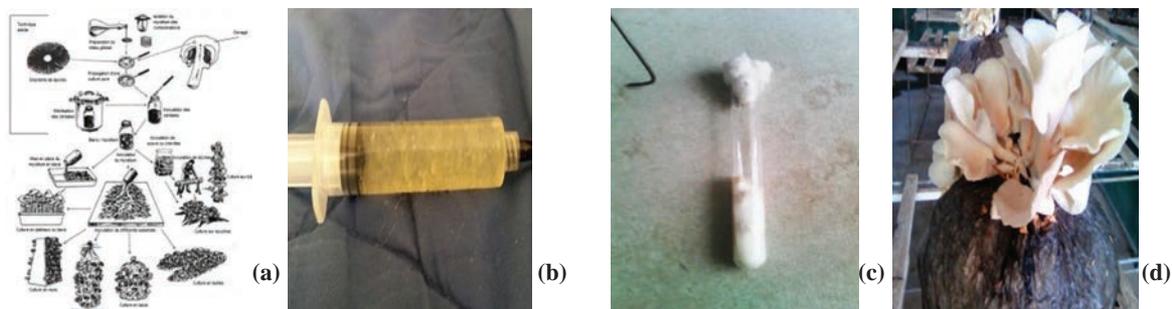


Figure 1 : (a) cycle de culture du Champignon Comestible cultivé, (b) géluse, (c) Blanc de pré base, (d) Carpophore d'un Champignon Comestible genre Pleurotus

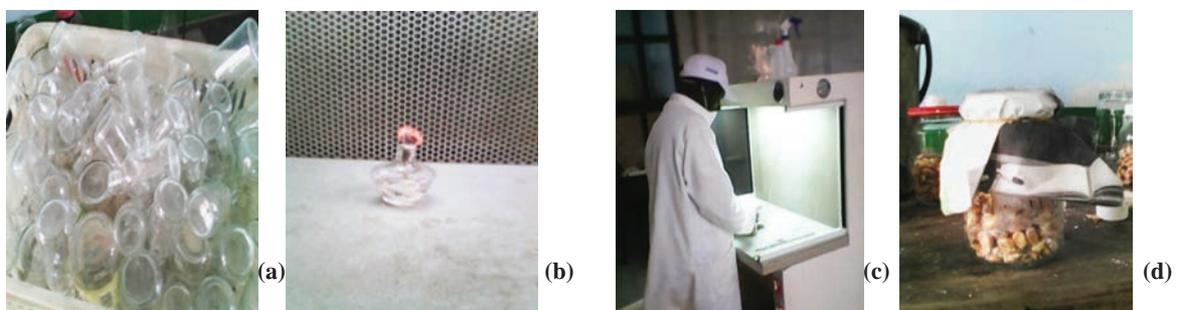


Figure 2 : (a) bouteilles pour blanc, (b) Brûleur à alcool, (c) Inoculation du substrat, (d) Mise en bouteille des grains de maïs conditionnés

2.2.2. Préparation et culture sur grains de céréales

Cette préparation se déroule en deux principales étapes. La première étape consiste à composer le substrat (grains de : maïs, sorgho, riz) et le charger dans les bouteilles en verre. La deuxième étape consiste à stériliser le substrat contenu dans les bouteilles en verre, inoculer et incuber le substrat stérilisé. Les grains de céréales ont pour principal avantage, qu'ils sont riches en lignine et en cellulose, importants pour la croissance et le développement du mycélium. Ils forment également des grains qu'on peut facilement disperser dans le milieu de culture. Les grains de céréales ont pour principal inconvénient qu'ils constituent un substrat idéal pour les champignons microscopique (Samuel et al., 2011). La composition du substrat (grains de maïs) pour la production du blanc mère nécessite, 100% de grains de maïs secs ; 2% de chaux éteinte par rapport au poids des grains; 0,2% d'urée par rapport au poids des grains et 1% de saccharose, ou sucre simple par rapport au poids des grains.

2.2.2.1. Stérilisation du substrat mouillé

Les grains de céréales ou tout autre type de substrat contiennent un grand nombre de contaminants. Une préparation pendant 45 minutes dans un stérilisateur

automatique à 121°C en moyenne, suffit généralement pour éliminer tous les organismes nuisibles dans le milieu de culture (Sobeiralski, 2011). Il faut un temps bien déterminé pour que la vapeur chauffe le cœur du substrat à cette température. Le taux d'élimination des organismes nuisibles, de même que la durée de stérilisation sont fonctions de la quantité de substrat (grains de céréales) contenu dans les bouteilles, de l'intensité de la chaleur et du type de stérilisateur utilisé (Ninkwango, 2014).

2.2.2.2. Inoculation du substrat stérilisé

L'inoculation consiste à transférer dans les conditions aseptiques une petite quantité du mycélium (pré base ou base) du bocal donneur vers le bocal receveur. Cette opération s'effectue exclusivement dans un laboratoire sophistiqué, qui dispose d'une hotte à flux laminaire (plus onéreuse) ou un box d'inoculation. Il faut au préalable stériliser ou désinfecter la surface sur laquelle se déroulent les manipulations, de même que le matériel nécessaire pour effectuer le transfert. Il est primordial de désinfecter le laboratoire, avant toute opération en son sein (Ninkwango, 2014). L'inoculation peut avoir lieu, une fois que la température du centre du milieu de culture, est tombée en dessous du maximum de celle de la croissance

mycélienne (au plus 30°C). A la fin de l'inoculation, l'opérateur doit étiqueter les bouteilles ou lots de substrat inoculé. Sur cette étiquette doit figurer le nom du genre, de l'espèce, voire de la variété du mycélium, l'origine du blanc donneur, la date d'inoculation, la nature du substrat, le nombre de bouteilles du lot et le nom de l'opérateur (Ninkwango, 2014). La figure 2 illustre respectivement, les bouteilles pour blanc, le brûleur à alcool, l'inoculation du substrat (grains de céréales), et la mise en bouteille des grains de maïs conditionnés.

2.2.2.3. Incubation et conservation du substrat inoculé

L'incubation est l'envahissement du milieu de culture par le mycélium inoculé. La période d'incubation, c'est le temps que met le mycélium pour coloniser tout le milieu contenu dans les bouteilles (10 à 30 jours). Cette période est fonction de la composition du substrat, du taux d'inoculation, de l'agressivité du mycélium, de la température (15 à 25°C), ainsi que de l'humidité relative de la salle. L'incubation se déroule dans une salle obscure, communément appelé salle noire, car l'obscurité favorise une colonisation rapide du substrat (Guillaume et al., 2016). Il faut attendre une à deux semaines supplémentaires pour

que le mycélium soit suffisamment en maturité et vigoureux, pour une bonne colonisation lors des prochaines inoculations.

Il est préférable de conserver le blanc mère (base et semences certifiées) 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 destiné à la multiplication, en cours de colonisation dans un réfrigérateur autour de 5 à 7°C, contrairement à certaines souche de pleurotes qui sont sensibles au froid et doivent être stockées à plus de 12°C (Ninkwango, 2016). Le blanc, sur grains de céréales, peut se détériorer en 24 heures après inoculation, à une température supérieure à 40°C. La figure 3 illustre respectivement : le blanc de base, le conditionnement des bouteilles, le blanc certifié de 1^{ère} génération et un stérilisateur automatique.

2.2.3. Préparation et culture sur déchets agricoles composés

Pour la composition du substrat, il faut prévoir 100% de matière première (rafles sèche de maïs, paille de riz, de sorgho, de mil, sciure de bois blanc, fane de haricot, etc.) ; 2% de chaux éteinte par rapport au poids du substrat ; 0,2% d'urée par rapport au poids du substrat ; 4 à 5 ml de fongicide à base du



Figure 3 : (a) Blanc mère (semence de base), (b) Conditionnement des bouteilles, (c) Blanc mère (semence certifié de 1^{ère} génération), (d) stérilisateur automatique

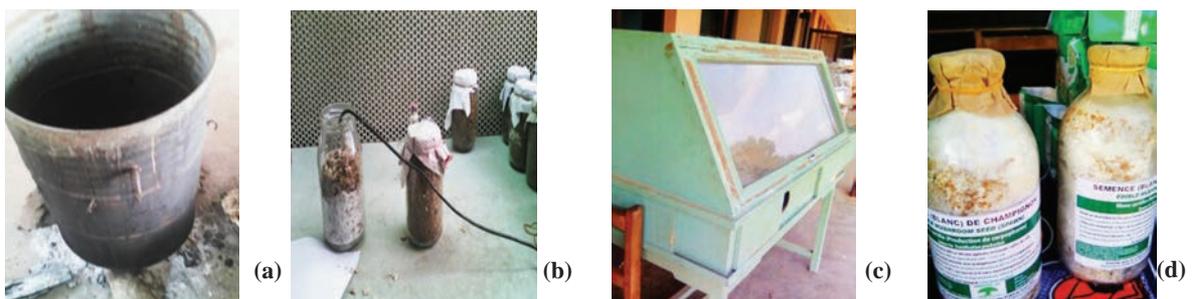


Figure 4 : (a) Stérilisateur à pression normale, (b) Substrat stérilisé à inoculer, (c) Box d'inoculation et (d) Blanc de production des carpophores

Chlorothalonil ou du Carbendazime (Tropik 720g/l, Baléa, Banko plus), pour 10 à 12 l d'eau ; 1% de phosphate de potassium (facultatif) ; 1% de sucre-saccharose (facultatif) ; 100 à 120% d'eau par rapport au poids du substrat (Ninkwango, 2016). Une autre composition permet d'avoir 90% de rafles sèches de maïs concassé et 10% de farine de maïs, les autres proportions en ingrédients restent inchangées, sauf l'urée à ne plus ajouter. On peut également faire une composition de 90% de rafles sèches de maïs concassés et 10% de fane de haricot ou soja, avec les ingrédients dans les mêmes proportions, à l'exception de l'urée à ne plus ajouter (Ninkwango, 2016).

Après la stérilisation pendant 2 à 6 heures de temps dans un stérilisateur à pression normale de fabrication artisanale, en fonction de la quantité de substrat (déchets agricoles composés) contenu dans les bouteilles en verre, de l'intensité de la flamme et du type de stérilisateur, on inocule le substrat stérilisé après refroidissement. Conserver à l'obscurité le substrat inoculé contenu dans les bocaux, autour de 28°C à 7°C, pendant 30 à 60 jours respectivement, à partir de la date d'inoculation. La figure 4 illustre respectivement : le Stérilisateur à Pression Normale (SPN) de fabrication locale, le substrat (rafles sèche de maïs concassé) stérilisé pour inoculation, le box d'inoculation et le blanc de production des carpophores du genre *pleurotus*.

2.2.4. Hygiène du site de production du blanc

Les manipulations doivent se pratiquer dans un environnement stérile. Les opérations au cours desquelles les récipients stérilisés sont ouverts, doivent se dérouler dans des conditions aseptiques (Ninkwango, 2014). L'air ambiant contient en effet une infinité de particules et des micro-organismes susceptibles d'infecter facilement le milieu stérilisé. Il n'est pas possible de stériliser complètement un environnement dans lequel s'effectuent les manipulations, mais le degré de contamination doit

être maintenu en de ça d'un certain seuil. Un taux de 5% de contamination en moyenne est raisonnable pour les pays tropicaux, compte tenu de l'environnement infectieux et de l'insuffisance des moyens matériels et financiers (Proust, 2017). La préparation des milieux de cultures et les manipulations doivent se faire avec des emballages appropriés, (tubes à essai et les bocaux en verre transparent), et ensuite les classées dans des salles d'incubation, de préférence sur des étagères. On note également plusieurs sources de contaminations à savoir : le manipulateur, le substrat (plus de 50% de sources de contamination), l'inoculation, les êtres vivants transporteurs de micro-organismes, l'air, la respiration et la transpiration du manipulateur et les additifs du substrat (Ninkwango, 2016; Hashim, 2012).

3. Résultats

3.1. Production du blanc de pré base

Des informations collectées auprès des enquêtés et des exercices d'observations participatives (Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA et PADFC), on note que, les premières étapes de la multiplication de blanc s'effectuent dans des milieux de cultures artificiels, qui doivent contenir suffisamment de substances nutritives comme le PDA. Le tableau 1 illustre les données issues des expériences menées dans le laboratoire du PADFC du MINADER, pour la production de blanc de pré base sur PDA de trois espèces/variétés de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*.

3.2. Production de la Semence mère (blanc de base) sur grains de maïs

Le tableau 2 illustre les informations obtenues dans le laboratoire du PADFC du MINADER, à partir des expériences répétées pour l'inoculation de substrat à partir de 25 g, 25 g et 50 g de blanc de pré base issu de trois espèces de carpophores de champignons comestibles du genre *pleurotus* : *sajor caju*, *ostreatus var florida* et *ostréatus var 969* respectivement.

Tableau 1 : Production du blanc de pré base sur PDA de trois espèces/variété de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*

N°	Genre/espèce/variété	Culture de tissu		Culture secondaire	
		Nombre tube	Quantité	Nombre tube	Quantité
1	<i>Pleurotus sajor caju</i>	01	5 g	625	3.125 g
2	<i>Pleurotus. florida</i>	01	5 g	625	3.125 g
3	<i>Pleurotus ostreatus 969</i>	02	10g	1.250	6.250 g
Total		04	20 g	2.500	12.500 g

Tableau 2 : Production du blanc de base à partir de trois espèces des champignons pleurotes

N°	Désignation	<i>P. Sajor Caju</i> (quantité)	<i>P. Florida</i> (quantité)	<i>P.O. 969</i> (quantité)
1	Grains de maïs secs	2.000 g	2.000 g	4.000 g
2	Maïs conditionné	3.600 g	3.600 g	7.200 g
3	Chaux éteinte	40 g	40 g	80 g
4	Urée	4 g	4 g	8 g
5	Saccharose (facultatif)	20 g	20 g	40 g
6	Blanc mère produit	3.600 g	3.600 g	7.200 g
Nombre de bouteille (300 g/B)		12 bouteilles	12 bouteilles	24 bouteilles

Tableau 3: Blancs (mère et de production de carpophores) produit par la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA et le GIC BENG ADIO en 2016

N°	Désignation	Blanc mère (BCG1)		Blanc mère (BCG2)		Blanc de prod carpo	
		Quantité / (kg)	Nombre bocaux	Quantité (kg)	Nombre bocaux	Quantité (kg)	Nombre bocaux
Milieu de culture		Grains de maïs		Rafles sèche de maïs		Rafles sèche maïs	
01	<i>P. Sajor caju</i>	6	20 B	75	300 B	1.125	4.500 B
02	<i>P. Florida</i>	12	40 B	150	600 B	2.250	9.000 B
03	<i>P.O. 969</i>	24	80 B	300	1.200 B	4.500	18.000 B
Total		42	140 B	525	2.100 B	7.875	31.500 B

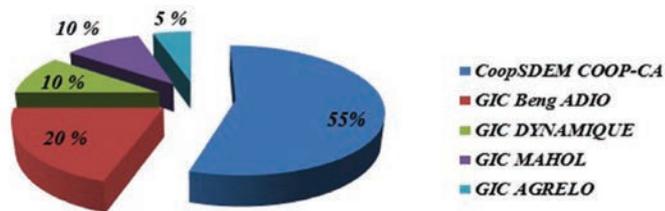


Figure 5 : Capacité de multiplication du Blanc Certifié des multiplicateurs enquêtés

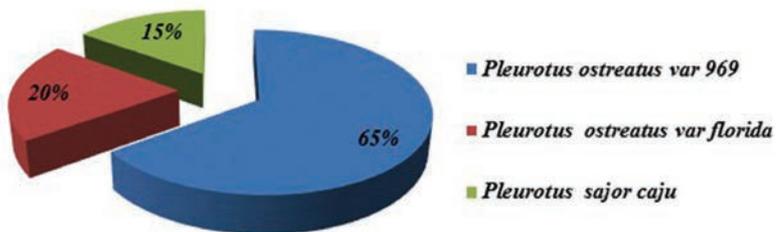


Figure 6 : Proportion de blanc du genre Pleurotus, produit par les enquêtés

3.3. Production du blanc certifié ou semences de production de carpophores

Les résultats obtenus au GIC BENG ADIO nous permettent de noter qu'on peut obtenir en moyenne 56.250 g de semence certifié de 3^{ème} génération, destiné à la production de carpophores des

champignons comestibles du genre *pleurotus*, à partir de 300 g de semence mère (banc certifié de 1^{ère} génération). La figure 5 illustre la capacité (en pourcentage) de production de blanc certifié, destiné à la production de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*, des structures multiplicatrices enquêtées.

Tableau 4 : Matériels consommables destinés à la production de blanc, par catégorie

Désignation	Blanc mère (BCG1)		Blanc mère (BCG2)		Blanc de prod carpo	
	Quantité (g et ml)	Origine	Quantité (g et ml)	Origine	Quantité (g et ml)	Origine
Gs de maïs	24.000 g	P. maïs	-	-	-	-
Gc de maïs	42.000 g	Multipttr	-	-	-	-
Rs de maïs	-		220.000 g	P. maïs	3.150.000 g	P. maïs
Rc de maïs	-		525.000 g	Multipttr	7.875.000 g	Multipttr
Chaux éteinte	480 g	C'cants	4.400 g	C'cants	63.000 g	C'cants
Urée	48 g	C'cants	440 g	C'cants	6.300 kg	C'cants
Saccharose	240 g	C'cants	-	C'cants	-	C'cants
Eau	60.000 ml	Forage	264.000 ml	Forage	3.780.000 ml	Forage
Emballages	140 bocaux	C'cants	2.100 bocaux	C'cants	31.500 bocaux	C'cants

Gs = grains de maïs secs ; Gc = grains de maïs conditionnés ; Rs = rafles sèche de maïs ; Rc = rafles de maïs conditionnés ; Qté = quantité ; Multipttr = multiplicateur ; btiles = bouteilles ; c'cant = commerçant ; P = producteurs ; Prod = production

Le tableau 3 illustre les quantités de blanc (mère et de production de carpophores), produit par la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA et le GIC BENG ADIO en 2016, à partir de 300 g, 600 g et 1 200 g de blanc de base, du genre *pleurotus*, d'espèces *sajor caju*, *ostreatus var florida* et *ostreatus var 969* respectivement.

La figure 6 illustre les proportions de blanc produit par les enquêtés de trois espèces de champignons comestibles du genre *pleurotus*.

La production de ces quatre catégories de blanc, nécessite un matériel consommable bien défini. Le tableau 4 illustre le matériel consommable utilisé, par les enquêtés pour la production de 42 kg, 525 kg et 7.875 kg de blanc mère (blanc certifié de 1ère génération), de blanc mère (blanc certifié de 2^{ème} génération) et de blanc de production de carpophores du genre *pleurotus* respectivement, des espèces *sajor caju*, *ostreatus var florida* et *ostreatus var 969*.

4. Discussion

Des résultats obtenus de cette étude, il ressort que, 5 g de mycélium primaire, permet d'inoculer en moyenne 25 g de milieu de culture (PDA), contenu de 5 tubes à essai. A partir de la même souche, on peut obtenir 3 à 4 générations de blanc pur (blanc de pré base). Ainsi, 5 g de mycélium primaire peut générer au moins 3.125 g de blanc de pré base, contenu de 625 tubes à essai de 5 g/tube. Des exercices d'observations participatives réalisés au PADFC, on a prélevé les tissus de trois espèces de champignons comestibles,

du genre *pleurotus* pour produire le blanc de pré base. Il s'agit des espèces : *sajor caju*, *ostreatus var florida* et *ostreatus var 969*. Les résultats de l'étude montrent également qu'avec 2 kg de substrat (grains de maïs), on peut obtenir en moyenne 3,6 kg de blanc mère (blanc de base) contenu de 12 bouteilles de 750 ml. Les mêmes résultats montrent que, on peut obtenir 6 kg, 75 kg et 1.125 kg de blanc mère sur milieu grains de maïs (blanc certifié de 1^{ère} génération) contenu de 20 bouteilles de 750 ml, de blanc mère sur milieu rafles concassées de maïs (blanc certifié de 2^{ème} génération) contenu de 300 bouteilles de 750 ml et de blanc de production de carpophores sur milieu rafles concassées de maïs contenu de 4.500 bouteilles respectivement, à partir de 300 g de blanc de base. Le non-respect des proportions des ingrédients, la stérilisation approximative, la qualité douteuse d'air lors de l'inoculation, sans oublier la qualité du mycélium donneur, peuvent créer un milieu propice à la multiplication des autres micro-organismes. Des multiplicateurs de blanc enquêtés, il ressort qu'il est préférable de détruire le mycélium infecté loin de la champignonnière. Il faut toujours conserver les bouteilles vides, bien lavées et rincées à l'eau javellisée ou à une solution de permanganate de potassium. Il est recommandé de produire les semences selon les besoins. La conservation des semences sur milieu rafles de maïs concassées est plus longue (6 à 10 semaines), par rapport aux semences sur milieu grains de maïs, très vulnérables aux contaminations par les champignons microscopiques et les bactéries.

5. Conclusion

Au terme de la présente étude, nous avons obtenu des résultats qui permettent d'affirmer que, des multiples genres de champignons comestibles cultivés dans le monde, seule le genre *pleurotus* est cultivé sur le territoire camerounais jusqu'à nos jours, principalement les espèces *sajor caju*, *ostreatus var florida* et *ostreatus var 969*. La production de blancs nécessite des connaissances spécialisées, un laboratoire et un matériel sophistiqué. Des informations obtenues dans la zone d'étude, seul le laboratoire du PADFC du MINADER produit la semence de base. Des multiplicateurs enquêtés, seule la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA à Yaoundé et le GIC BENG ADIO à Bamenda ont une certification délivrée par la Direction de la Réglementation et du Contrôle de qualité des produits agricoles (DRCQ) du MINADER pour la multiplication du blanc certifié, destiné à la production de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*. D'après les exercices d'observations participatives, la production de blanc (blanc mère et blanc certifié destiné pour la production des carpophores) consiste à inoculer le mycélium du champignon désiré dans des substrats adéquats (PDA, grains de céréales et déchets agricoles composés) dans les conditions aseptiques. Il faut maintenir dans les conditions strictes (exigées), les souches appropriées du champignon désiré pour éviter leur dégénération.

Le milieu de culture a très souvent besoin d'une source de sucre, qu'il puise généralement dans l'amidon contenu dans les céréales et autres substrats. En général, une fois que le mycélium a totalement colonisé le milieu de culture (grains de céréales), on s'en sert pour inoculer un autre milieu de culture (déchets agricoles composés), préalablement stérilisé avant l'inoculation. Après l'inoculation, les bouteilles de substrat sont placées en incubation dans une salle noire, à une température entre 20 et 25°C. Le blanc sur milieu grains de céréales est plus sensible aux attaques et a une durée de vie moins longue (10 à 15 jours après incubation) que le blanc sur déchets agricoles composés (plus de 4 semaines après incubation). Il faut rappeler que, selon la loi semencière du Cameroun, la semence qui permet de produire la semence est appelée semence de base, celle qui permet la production de la denrée alimentaire est appelée semence certifié. Il existe des disparités de

prix par rapport à la qualité du blanc produit. A la Société Coopérative CoopSDEM COOP-CA et dans certaines structures multiplicatrices, 300 g de blanc mère (blanc certifié de 1^{ère} génération) coûtent en moyenne 15.000 FCFA (22,90 Euros), 300 g de blanc mère (blanc certifié de 2^{ième} génération) sur milieu grains de maïs coûtent en moyenne 6.500 FCFA (9,92 Euros), 250 g de blanc mère (blanc certifié de 2^{ième} génération) sur milieu rafles sèche de maïs concassé coûtent en moyenne 4.000 FCFA (6,11 Euros) et 250 g de blanc destiné à la production de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus* coûtent en moyenne 400 FCFA (0,61 Euros).

Selon les enquêtés, et d'après les exercices d'observations participatives, un bocal contenant 300 g de blanc mère (blanc certifié de 1^{ère} génération), peut générer de 4.500 g à 12.000 g (contenu de 15 à 40 bouteilles de 750 ml) de blanc certifié de 2^{ième} génération, qui par la suite peuvent générer au moins 56.250 g de blanc de production de carpophores des champignons comestibles du genre *pleurotus*. Lorsque les conditions d'hygiène et de propretés n'ont pas été respectées, les moisissures jaunes, noires, vertes peuvent contaminer le milieu de culture. Les meilleurs moyens de prévention sont, la stérilisation adéquate des substrats, du matériel et des outils, ainsi qu'une hygiène stricte des personnes et des lieux.

Bibliographie

Aurélie, Roux (2008). Intoxication par les champignons réputés comestibles. Grenoble-France : *Hall Id Dumas* 01 025 662.

Gilles, Landry, Marc, O., Diane, C. et Karine P. (2012). L'alimentation est essentielle à la vie. Montréal-Québec : *Bibliothèque nationale du Québec*.

Guillaume, Eyssartier et Pierre, R. (2014). Fabriquer un incubateur pour favoriser le développement du mycélium. France : adresse consulté : www.fungifun.org

Hashim, A.J. (2012). Determination of optimal conditions for laccase production by *pleurotus ostreatus* using saw dust as solid medium and its use in phenol degradation. Baghdad-Afganistan : *J Baghdad for Sci* 9, 491-499.

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2002). Loi 2001/014 de la 23/7/2001 portante

sur l'activité semencière au Cameroun. Yaoundé-Cameroun : *MINADER presse*.

Ninkwango Temoka Antoine (2016). Guide pratique de la multiplication des semences de champignons comestibles du genre pleurotes. Yaoundé-Cameroun : *MINADER Presse*

Ninkwango Temoka Antoine (2014). Rapport de l'assemblée générale budgétaire 2014 du Projet de Développement de la Filière Champignon (PDFC) au MINADER. Yaoundé-Cameroun : *Jeune Afrique*, 72p.

Peter, Oei et Bram, V. N. (2014). La culture des champignons à petite échelle: Pleurotes, Shiitakes et Auriculaires. Pays-Bas. *Fondation Agromisa et CTA presse*.

Proust Rugendabanga Kachulire (2017). Essai de production et de multiplication du mycélium de pleurotus florida à partir des spores sur différents

milieux de culture à base des ingrédients locaux. RD Congo : ISSN 2028-9324 Vol. 19 n° 3. Feb 2017

Samuel, P., François, H. et Marcel, B. (2011). Culture de mycelium sur céréales ou grains afin de cultiver les champignons comestibles. Paris-France: *wordpress et thème graphene*.

Samuel, P., Marcel, B. et Guillaume, E. (2012). Différentes étapes de la culture fongique. France : *wordpress et thème graphene*.

Sobieralski, K., Siwulski, M., Sas-Galak, I., Mankowski, J. and Kotlinska, T. (2011). Mycelium growth and yield of wild strains of Pleurotus Ostreatus: cultivated on waste materials from the textile industry. Moscow-Russia: *Folia Hort*, 23, 67-71.

Vincent Leblanc (2014). Avantages de la culture des champignons en agriculture. Canada: Adresse consulté: www.violonetchampignon.com.

Comportement mécanique des joints interfaciaux des armatures végétales à structure périodique dans le béton : cas du rônier dans les poutres fléchies

Sohounhloué A.Y.J.¹, Gbaguidi Aïssè. G. L.¹, Foudjet A. E.² et Galimard P.³

- (1) **Etablissement** : Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin / e-mail : s.agbecin@yahoo.fr
(2) **Encadreur académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun
(3) **Encadreur Professionnel** : I2M-GCE Université de Bordeaux

1. Objectif général

Etudier les joints interfaciaux des armatures de rônier à structure périodique dans le béton.

2. Objectifs spécifiques (OS)

OS1 : Identifier les meilleurs assemblages entre deux armatures de rônier

OS2 : Etudier ces différents assemblages

OS3 : Examiner leur comportement dans le béton

3. Hypothèses

La meilleure connaissance du comportement de la zone de recouvrement des armatures de rônier à structure périodique facilitera l'utilisation efficiente de cette ressource comme armatures végétales dans le béton pour l'habitat économique en zone rurale.

4. Méthodologie

- Zone de prélèvement du rônier (*Borassus aethiopicum mart*)

Les palmiers rônier qui ont servi à réaliser ces travaux proviennent de la forêt de Pahou-Ahazon située à environ 6 km à l'Est de Ouidah et 40 km à l'Ouest de Cotonou (Bénin). Le genre de borassus abattu est le mâle. Après abattage, le stipe a été tronçonné, fendu en lattes et conditionnés à un taux d'humidité d'environ 12 %. Ensuite ces lattes ont été sciées en armature de section 20x20mm².

- Nature des composantes du béton

Pour la fabrication du béton, le ciment utilisé est du type CPJ 35 et provient de la société Lafarge. Les granulats sont constitués de gravier roulé provenant de la région du Mono et du sable alluvionnaire provenant des côtes du sud du Bénin. L'eau utilisée provient de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) ; C'est une eau pure inodore et débarrassée

de toutes substances chimiques susceptibles de nuire à la résistance du béton. Pour la composition du mélange, nous avons réalisé une formulation par la méthode de Dreux-Gorisse.

- Essais de flexion quatre points

Le but de l'essai est de déterminer la rigidité moyenne de toutes les poutres. Le dispositif expérimental utilisé est constitué d'une presse hydraulique d'une capacité de 20 tonnes à charge et d'un comparateur de 10mm de course et de précision 0,01 mm. Les éprouvettes réalisées sont des poutres en béton armé de rônier de dimension 910x150x150 mm³. Elles se subdivisent en 6 types de poutres à savoir :

- 1) Poutres témoins : Ce sont des poutres ordinaires constituées de deux armatures de rônier continues de section 20x20 mm² dans la zone tendue du béton et de deux files d'acier de construction HA 6 dans la zone comprimée. Le tout relié par des armatures transversales HA 6 ;
- 2) Poutres en béton armé de rônier interrompu : ces poutres diffèrent des précédentes par le fait que les armatures de rônier ne sont pas continues mais sont plutôt interrompues à mi-portée ;
- 3) Poutres en béton armé de rônier recouvert à l'aide de fil de fer : ici, les armatures de rônier sont attachées avec du fil de fer recuit sur une longueur de 30 cm ;
- 4) Poutres en béton armé de rônier assemblé par pointes : dans ce cas, l'assemblage est réalisé à l'aide des pointes d'acier de 6 mm sur une longueur de 30 cm ;
- 5) Poutres en béton armé de rônier assemblé à l'aide de profilés métalliques plats : pour ces types de poutres, l'organe de liaison est une plaque

métallique et l'assemblage a été réalisé avec la colle sikadure 330 ;

- 6) Poutres en béton armé de rônier assemblé à l'aide de profilés métalliques en U : ici l'organe de liaison est une plaque métallique en forme de U et le liant est la colle sikadure 330.

- Essais pull out

Le but de l'essai est d'étudier l'adhérence entre l'armature de rônier et le béton. La machine d'essai utilisée est une presse hydraulique de marque MTS Criterium de capacité 5 tonnes en charge. Elle est constituée d'un bâti de chargement, d'un contrôleur de bâti électronique et du logiciel Test Works. Lors de l'essai, les mors supérieurs de la presse retiennent l'éprouvette à travers un trou de 30 mm de diamètre réalisé sur le plateau supérieur du bâti. Un serre-joint permet de maintenir intimement le contact entre l'éprouvette et le plateau.

Deux capteurs LVDT de 10mm de course et de précision 0,25% sont placés de part et d'autre de l'éprouvette et mesurent le déplacement du rônier par rapport au béton. Ils sont reliés à des supports qui sont collés au béton. Leur extrémité est posée sur une plaque métallique reliée à l'armature de rônier. Un autre capteur LVDT de 7 mm de course est posé sur le rônier et mesure le déplacement de ce dernier en fond d'ancrage. La vitesse de chargement vaut 0,5 mm/mn. Les 24 éprouvettes confectionnées sont constituées d'armatures de rônier de sections 20x20 mm² noyées respectivement dans un prisme de béton de dimension 200x200x200 mm³ et 100x100x100 mm³.

Ces armatures sont recouvertes sur une longueur bien précise de gaine en plastique afin de limiter l'effet de la non-répartition uniforme de la contrainte de cisaillement tout au long de l'interface.

- Essais de traction directe sur les éprouvettes de rônier assemblé

Le but de l'essai est d'observer le comportement de la zone de recouvrement. Le dispositif expérimental utilisé à cet effet est constitué d'une presse électromécanique de marque MTS et de capacité 20 kN ; de caméra de marque Pike et de précision 4500 Pixels ; de lampe d'éclairage ; de 2 trépieds ; d'une acquisition presse mécanique et d'une acquisition caméra.

Les 12 éprouvettes réalisées sont constituées de deux armatures de rônier de longueur 210 mm et de section 20x20 mm² assemblées soit à l'aide de deux profilés métalliques, soit à l'aide de deux plaques de rônier dont le liant est la colle Sikadure 330. Les

plaques de rônier ont pour dimension 80x20x10 mm³ et les plaques métalliques 80x20x2 mm³.

5. Résultats

R1.1 : Le module de Young des poutres armées de rônier assemblé par collage avec le tuyau de fer galvanisé en forme de U ou de lames est supérieur à celui des autres poutres armées d'armatures de rônier (par clous, continues, par fil de fer, et interrompues).

R1.2 : La présence du tuyau de fer galvanisé par collage sur la surface de contact du rônier dans la zone de recouvrement augmente le module.

R2.1 : L'interface rônier-béton présente une première phase d'adhérence parfaite entre le rônier et le béton ; suivi d'une deuxième phase de perte progressive d'adhérence et une troisième phase de frottement qui se poursuit jusqu'à la sortie de l'armature du béton.

R2.2 : Le taux d'adhérence rônier-béton est de l'ordre de 1 MPa et est voisin de celui de l'acier rond lisse-béton.

R2.3 : Ce taux décroît avec la longueur d'ancrage mais croît faiblement avec la résistance du béton.

R3.1 : La contrainte de rupture des éprouvettes assemblées à l'aide des profilés métalliques est supérieure à celles assemblées à l'aide des plaques de rônier.

R3.2 : Une longueur de recouvrement de 500 mm permet d'assurer une liaison maximale entre les substrats.

R3.3 : Les plaques de rônier s'endommagent après la rupture des éprouvettes alors que les plaques métalliques restent encore intactes

6. Discussion

Les résultats issus de ces travaux indiquent que les meilleurs assemblages entre deux armatures de rônier sont les assemblages réalisés avec des plaques métalliques dont le liant est la colle époxy. Toutefois ces armatures restent confrontées à un réel problème qui est l'adhérence avec le béton. D'après les travaux de Gbaguidi Aissè et al. (Gbaguidi Aissè et al., 2011), ce problème d'adhérence pourrait être résorbé en réalisant des crénelures sur la surface des armatures. Tout ceci augure donc d'un bel avenir quant à l'utilisation de cette matière ligneuse comme armature dans les ouvrages en béton armé en lieu et place de l'acier, pour l'habitat économique en zone rurale.

7. Recommandations

La réalisation des poutres en béton armé de rônier de grande portée (supérieure à 3 m) est désormais possible.

La mise en œuvre d'un prototype permettra d'étudier l'effet du vieillissement du joint de colle et d'observer sa tenue dans le temps.

Mots clés : *Béton, Armature végétale, rônier, joints, profilé métallique*

Cette thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi dans la spécialité «matériaux et structures» a été soutenue à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), le 7 Décembre 2017 en République du Bénin.

Enjeux sécuritaires et environnementaux dans les grands projets routiers au Cameroun : le cas des travaux de construction de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen section rase campagne

Nkwintchoua G.¹, Foudjet A. E.² et Lontsi Sob H.³

- (1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/
e-mail : nkwinchghis@gmail.com
- (2) **Encadreur académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun
- (3) **Encadreur Professionnel** : Responsable HSE, Projet de construction de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen section rase campagne

1. Objectif général

Contribuer à l'amélioration du niveau de prise en compte des aspects sécuritaires et environnementaux dans le projet de construction de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen, section dite de rase campagne.

2. Objectifs spécifiques (OS)

OS1 : Analyser les dispositions du PGES (Plan de Gestion Environnementale et Sociale) de ce projet, afin de ressortir leurs attentes en matière de sécurité et de gestion de l'environnement.

OS2 : Décrire et analyser la politique HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement) de l'entreprise ainsi que sa mise en oeuvre sur le terrain.

OS3 : Explorer des axes pour l'amélioration des conditions sécuritaires et environnementales dans ce projet et dans les projets autoroutiers au Cameroun en général.

3. Hypothèses

H1 : Les prescriptions de la législation et du PGES de ce projet laissent clairement entrevoir les aspects sécuritaires et environnementaux et leur prise en compte dans tout projet de construction.

H2 : La politique HSE de l'entreprise est construite sur une volonté de bien faire avec le Responsable qui en assure le fonctionnement au quotidien.

H3 : Les points qui nécessitent des ajustements afin de garantir de meilleures conditions sécuritaires et environnementales sont le renforcement technique (moyen matériel) et le renforcement humain (personnel) du service HSE.

4. Méthodologie

4.1 Zone d'étude

La zone d'étude est l'emprise de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen section «rase campagne» (11,3 km de long

et 50m de large) et ses infrastructures (base vie/ chantier, bureaux, sites de dépôts carrière à pierre). Elle touche les départements de la Mefou et Akono, du Mfoundi et de la Mefou et Afamba dans la Région du Centre en République du Cameroun. Elle est située entre 3°42 et 3°49 de latitude Nord et 11°28 et 11°34 de longitude Est.

4.2 Méthode de collecte des données

Pour la collecte des données primaires, la méthode qualitative a été utilisée à travers les observations directes, l'entretien approfondi semi-structuré (individuel et collectif). Les outils de collecte des données utilisés ont été un guide d'observation et un guide d'entretien semi-structuré. Par ailleurs, des données iconographiques et géographiques ont été collectées à l'aide respectivement d'un appareil photo et d'un récepteur GPS (Global Positioning System).

Les données secondaires ont été collectées dans les bibliothèques de plusieurs institutions par le biais des fiches de lecture.

4.3 Méthode d'analyse des données

Pour l'analyse des données primaires, la méthodologie nous a permis de recourir à différentes techniques suivant les types de données. Il s'agissait de l'analyse de contenu, l'analyse de la conformité, l'analyse des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces, et le traitement des données géographiques. L'analyse textuelle nous a permis d'analyser les données secondaires.

5. Résultats

R1 : le PGES du projet présente quelques défaillances; notamment au niveau des mesures sur la sécurité collective, la fréquence de distribution des Equipements de Protection Individuelle (EPI) et la sensibilisation sur les IST/VIH/SIDA.

R2 : la politique Sécurité et Environnement (SE) de l'entreprise, et son implémentation.

R2.1 : la politique Sécurité et Environnement (SE) de l'entreprise est organisée autour du Responsable SE, sous la supervision du Directeur Général. Le Responsable SE s'assure du respect de la réglementation et de la mise en œuvre des mesures prescrites dans le PGES, sans toutefois avoir le pouvoir de mobiliser les outils de protection collective et individuelle, de gestion des déchets.

R2.2 : Sur le terrain, la politique SE s'exprime à travers :

- le suivi de la conformité des EPI ;
- le suivi de la conformité des Équipements de Protection Collective ;
- la surveillance environnementale des travaux de terrassement sur la base du PGES et du Cahier des Clauses Techniques Particulières ;
- la surveillance du système de collecte des déchets sur le chantier ;
- le contrôle du tri et des stockages dans les lieux prévus à cet effet ;
- le contrôle et la mise en place des infrastructures de collecte et stockage des déchets ;
- la sensibilisation du personnel sur les notions et la pratique de sécurité et protection de l'environnement.

R3 : la gestion éco efficace des aspects sécuritaires et environnementaux sur le chantier implique la résolution des non-conformités conformément au PGES et à la réglementation, et la mise en place d'une meilleure stratégie SE.

R3.1 : des non-conformités ont été constatées sur le chantier, au rang desquelles :

- l'inexistence des quarts d'heure sécurité et environnement, ou tout séance formelle de sensibilisation et d'éducation des employés ;
- le dépôt des sédiments sur les rives des cours d'eau ;
- le port non régulier et complet des EPI chez 40% des employés enquêtés ;
- l'absence de service médical de premiers soins pour employés Camerounais ;
- la stagnation des eaux sur le chantier ;
- les dépôts anarchiques des déchets solides et ménagers dans la base chantier ;

- les fosses d'enfouissement des ordures ne sont pas aménagées conformément aux normes du MINTP (Ministère des Travaux Publics).

R3.2 : De l'analyse stratégique de la politique SE de l'entreprise, il ressort que les forces permettent de maîtriser les faiblesses par :

- la mise à disposition du service SE des ressources matérielles pour combler le déficit logistique pour la surveillance et le suivi ;
- la formation de l'environnementaliste en gestion de l'environnement dans les projets routiers afin de répondre convenablement aux questions de sécurité et de protection de l'environnement sur les sites des travaux.

6. Discussion

L'analyse du PGES de ce projet laisse entrevoir le fait que certaines mesures formulées ne correspondent pas totalement au contexte du projet. Ce résultat va dans le même sens que les travaux de Boubacar, Wotto et Waaub (2007) qui révèlent qu'en Afrique, les mesures proposées dans la plupart des EIES (Étude d'Impact Environnemental et Social) ne prennent pas en compte les spécificités contextuelles.

L'état de la mise en œuvre du PGES dans les travaux de construction de l'autoroute Yaoundé-Nsimalen section dite « rase campagne » est sujet à un certain nombre de manquements. Ce résultat corrobore ceux de Kwissong (2015) qui avait fait des propositions dans ce sens.

L'analyse stratégique a révélé que la prise en compte insuffisante des aspects sécuritaires et environnementaux peut être imputable à la stratégie managériale, car les forces et opportunités sont sous-évaluées et sous-exploitées. Les travaux de Friser (2010) vont dans le même sens que ces résultats, d'où l'importance de questionner la stratégie de management SE de l'entreprise.

7. Recommandations

- Le MINEPDED (Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement Durable) devra s'assurer de la mise en place effective et le fonctionnement des différents comités départementaux de suivi de la mise en œuvre des PGES ;
- Le Maître d'Ouvrage devra accompagner l'entreprise en procédant à un contrôle ou à un audit régulier de l'entreprise ;
- Le Maître d'Œuvre devra revoir le contrat de

l'environnementaliste de la MDC (Mission De Contrôle) afin de lui permettre d'effectuer un suivi régulier et permanent de la mise en œuvre du PGES.

- L'entreprise de construction devra recruter le personnel supplémentaire pour le service SE ; et redéfinir le rôle de l'environnementaliste dans l'organigramme de l'entreprise en lui donnant les pleins pouvoirs d'exercer sa fonction au sein de l'entreprise.

Mots clés : *autoroute, rase campagne, sécurité, protection de l'environnement, non-conformité, stratégie*

Mémoire de Master Professionnel en Etude d'Impact Environnemental soutenu le 19 Juillet 2017 au CRESA Forêt-Bois en République du Cameroun.

Un Ensemble de compétences au Service du Bassin du Congo

La formation au cœur



de la gestion durable

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



DES MÉTIERS
ET DES HOMMES

DES FORMATIONS ADAPTEES POUR UNE
INSERTION SOCIOPROFESSIONNELLE REUSSIE

Le Conseil international de surveillance des zones humides visite le Kenya

Du 4 au 8 décembre 2017 en République du Kenya

Le Conseil international de surveillance des zones humides accompagné d'une équipe de Wetlands International étaient en mission au Kenya du 4 au 8 décembre 2017. Le groupe composé par des experts de différents pays a visité certains sites du programme Wetlands International – Kenya et a échangé avec les communautés à différents niveaux. En plus de cela, ils ont eu un aperçu des activités du bureau de Wetlands International du Kenya et comment l'équipe travaille à promouvoir la conservation durable et la gestion des zones humides dans la région.

Parmi les programmes visités, figure le programme "Watershed – empowering citizens", qui vise à renforcer la capacité des organisations de la société civile à améliorer la gouvernance de l'eau au Kenya dans les bassins versants nord et nord d'Ekaso Ng'iro. En plus de la visite des sites du programme, le groupe a tenu une réunion des parties prenantes dans le comté de Kajiado réunissant différents acteurs, dont le gouvernement du comté, l'Association des utilisateurs des ressources hydriques, la Water Resources Authority (WRA) et des représentants de la communauté. L'équipe a également visité le lac Magadi, l'un des lacs de la vallée du Rift. La vallée du Rift, qui s'étend de l'Éthiopie au Kenya,

en Ouganda et au Malawi, comprend des lacs qui comprennent non seulement le lac Magadi, mais aussi les lacs Natron, Abijatta, Shalla et Albert, entre autres. Ces lacs abritent une grande diversité de populations d'oiseaux, dont certains sont menacés. Ils soutiennent également des millions de personnes avec de l'eau potable. Les communautés et les populations d'oiseaux qui dépendent des lacs sont menacées à mesure que la qualité et la quantité de l'eau dans les lacs s'épuisent.

En amont et autour des lacs, il y a eu une croissance considérable de l'activité agricole ainsi qu'une érosion due à des pratiques d'utilisation des terres non durables. Dans le même temps, il y a une augmentation des niveaux de pollution de l'eau due à l'utilisation de produits agrochimiques ainsi que la décharge par les industries. C'est pour cette raison que Wetlands International a identifié les lacs de la vallée du Rift comme une écorégion d'intérêt prioritaire. Wetlands a commencé à travailler dans les lacs éthiopiens de la vallée du Rift (lacs Ziway, Shala et Abijatta) et dans le rift Albertine jusqu'à présent. Sa vision est d'assurer la conservation des lacs de la vallée du Rift tant pour les personnes que pour la nature.

Bientôt un projet Biosphère et patrimoine pour le Lac Tchad (Biopalt)

Du 16 au 17 janvier 2018 à Yaoundé en République du Cameroun

Les pays du Bassin du Lac Tchad envisagent de mettre sur pied un projet Biosphère et patrimoine du lac Tchad en abrégé (Biopalt). Un atelier de concertation à ce sujet s'est tenu du 16 au 17 janvier 2017 à Yaoundé. Organisé par le Bureau régional multisectoriel de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco), cet atelier avait pour objectif de proposer des stratégies devant contribuer à préserver ce qui reste du Lac Tchad et à réduire la pauvreté dans cette zone qui a vu sa superficie se réduire d'environ 95% de 1960 à 1985 pour une population aujourd'hui estimée à environ 50 millions.

Il a donc été question pour les experts réunions et les représentants du Cameroun du Tchad, du Niger, du Nigéria et de la République centrafricaines, de fédérer les intelligences et les efforts afin de trouver des solutions pour réduire, voir enrayer la vulnérabilité

de l'écosystème du Lac Tchad dont les impacts sont multiples. Et cela entre autre, par la vulgarisation de l'élevage et la pêche.

D'un coût total de 54 milliards dont 71% proviendront de dons divers le projet Biopalt va bénéficier de l'appui multiforme non seulement de l'Unesco à travers ses divers programmes sur l'homme et la biosphère, sur l'hydrologique international, et sur la culture, mais également de l'appui du Centre du patrimoine mondial.

Pour la représentante de l'Unesco Naeline Raondry Rakotoarisoa, la réussite du projet dépendra en grande partie de cette approche multidisciplinaire et intersectorielle choisie, mais également de l'appropriation de ce projet par toutes les parties : à savoir les autorités chargées de la prise de décisions, les scientifiques et les populations.

Vers la mise sur pied d'une cartographie des emplois verts au Cameroun

Février 2018 en République du Cameroun

Le Cameroun, à travers le ministère de l'Emploi et de la Formation professionnelle, vient de lancer un avis d'appel à manifestation d'intérêt en vue de participer à l'Appel d'offres national restreint pour l'élaboration de la cartographie des emplois verts au Cameroun. « Il est apparu nécessaire d'élaborer une nomenclature et une cartographie des métiers verts pour mieux amorcer l'opérationnalisation du Programme de promotion des emplois verts (Ppev) », indique le communiqué publiant l'appel d'offres du ministre de l'Emploi et de la Formation professionnelle, M. Zacharie Perevet.

Cette initiative rentre dans le cadre du Programme de promotion des emplois verts (Ppev), élaboré par le gouvernement camerounais et qui vise à lutter contre le chômage et la pauvreté en veillant à la gestion rationnelle de l'environnement urbain et rural à travers la promotion des emplois. Le programme

ambitionne de créer entre 2018 et 2022 plus de 100 000 emplois verts. Ces emplois seront essentiellement liés à la préservation de l'environnement et à la lutte contre les changements climatiques. Le programme devra faciliter les actions d'orientation des jeunes par la formation, vers des activités d'économie verte. Il devra également favoriser le développement des plateaux techniques dans les métiers du vert, notamment la transformation des déchets ainsi que les activités de protection de la forêt et de la couche d'ozone.

D'après les responsables camerounais, l'initiative de la mise sur pied d'une cartographie des emplois verts est la mise en œuvre de l'engagement du chef de l'Etat camerounais lors de la Cop 21 à Paris en 2016, et elle s'inscrit dans la cadre des Objectifs du Développement Durable.

Climat vert : Le Conseil du FVC approuve plus d'un milliard de dollars USD pour l'atténuation et l'adaptation

1 mars 2018 à Songdo

La première réunion 2018 du Conseil d'administration du Fond Vert pour le Climat s'est achevée aujourd'hui après l'approbation de 23 projets, évalués à 1 093,5 millions de dollars USD du FVC.

Les nouvelles approbations portent le portefeuille du FVC à un total de 76 projets et programmes, d'un montant de 3 730,2 millions de dollars USD de financement FVC pour aider les pays en développement dans leur développement à faibles émissions et résilient au changement climatique.

Le Conseil a élu les ambassadeurs Lennart Båge et Paul Oquist comme co-présidents pour 2018, représentant

respectivement les pays développés et les pays en développement. Un certain nombre de décisions politiques importantes ont également été prises pour renforcer les opérations du FVC, y compris l'adoption d'une politique des peuples autochtones et d'une politique environnementale et sociale. En plus des approbations de financement, le Conseil a approuvé 60 millions de dollars supplémentaires pour la mise en œuvre du programme de préparation afin d'aider les pays en développement à accéder aux fonds du FVC.

Lancement du programme d'action global de l'Education pour les ODD

Le 13 mars 2018 à Yaoundé en République du Cameroun

Le Centre d'information et de documentation sur l'environnement (CIDE) à Yaoundé, a abrité le 13 mars 2018, une réunion de lancement des activités relatives à l'Education en vue du développement durable (EDD). Cette 1ère réunion du Comité national chargé de la mise en œuvre de l'Agenda 2030 des Nations unies en matière d'EDD, présidée par le ministre camerounais de l'Environnement, de la protection de la nature et du développement durable, Helé Pierre, vise la relance

de la dynamique en faveur de l'Education en vue du Développement Durable.

Les participants à cette réunion, ont convenu de se remobiliser autour du Programme national de sensibilisation et de l'Education environnementale mis à la disposition des ministères sectoriels (ceux en charge de l'éducation et de la formation des jeunes) en 2014. Le ministre camerounais en charge de l'Environnement

Nouvelles

a d'ailleurs émis le souhait qu'il soit un livre de chevet pour les acteurs, en vue d'une mise en œuvre effective de l'EDD.

Cette remobilisation facilitera ainsi la réussite du programme d'action global de l'EDD qui vise à l'intégrer dans les politiques relatives à l'éducation,

l'intégration des principes de la durabilité aux contextes de l'éducation et de la formation, mais aussi multiplier les initiatives d'éducation verte auprès des jeunes au niveau communautaire, ou encore, intensifier les programmes dans ce sens.

Engagement de Bonn: pourquoi remobiliser les partenaires de la Comifac

Du 13 au 15 mars 2018 en République du Congo

C'est sous le patronage du Premier ministre du Congo, Clément Mouamba, que s'est tenue à Brazzaville, la session extraordinaire du Conseil des ministres de la Comifac. Une rencontre de tous les enjeux pour la mobilisation des partenaires techniques et financiers, ainsi que de l'engagement des Etats membres de la Comifac à enrayer la dégradation des écosystèmes forestiers. Ces partenaires que sont l'Union européenne, le Royaume de Belgique, la Coopération allemande GIZ, l'agence japonaise JICA, le projet régional Redd, la Banque africaine de développement, la Banque mondiale, l'ONG mondiale IUCN, le Partenariat pour les forêts du Bassin du Congo, le Fonds pour l'environnement mondial, ont planché quelques temps sur l'importance de mobiliser "les ressources pour la mise en œuvre de nos engagements au défi de Bonn",

L'urgence de cette remobilisation se justifie par le constat que depuis une dizaine d'années, le taux annuel

de déforestation a atteint 0,4%, soit 800 000 hectares de forêts détruits chaque année ; une menace pour la planète entière, le Bassin du Congo étant le 1er poumon vert de la terre, après l'Amazonie. Pourtant, depuis septembre 2011, à Bonn, en Allemagne, toutes les bases avaient été posées surtout en matière de mobilisation des ressources financières.

Deux jours avant cette session extraordinaire, le secrétaire exécutif de la Comifac, Raymond Ndomba Ngoye, rappelait à un panel d'experts que l'un des objectifs opérationnels de cet engagement est d'"inverser la tendance de la dégradation des forêts et des terres, en augmentant de 25% la superficie des terres reboisées et/ou dégradées d'ici à 2025 dans tous les pays membres." Cela passe par des opérations de planting des arbres, la préservation des massifs forestiers, etc.

Journée internationale des forêts: l'Arboretum de Sibang au coeur de toutes les attentions

Le 21 mars 2018 à Libreville en République du Gabon

Le 21 mars 2018, Journée internationale de la Forêt, l'Arboretum de Sibang, de Libreville a été ouvert au grand public pour une magnification de cette forêt urbaine, en droite ligne du thème de la Journée: "Forêt et Villes durables". C'était une initiative du ministère gabonais de la Forêt et de l'Environnement et de l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Les entités ont ainsi démystifié une forêt classée en danger en plein cœur de la capitale gabonaise.

La célébration in situ a permis de plancher sur le sort des 16 hectares de la forêt urbaine du l'arboretum de Sibang

de Libreville victime de compression humaine. Le site est en passe de devenir un refuge de délinquants, des drogués, les maisons d'habitations occupent à certains endroits son territoire. Menaçant des arbres centenaires.

Cette dégradation favorise un déséquilibre dans cette forêt urbaine. En guise de mesures urgente, le président de la République du Gabon a instruit la régularisation de tout le périmètre urbain. Ce qui, se fera a indiqué Pacôme Boubeya, ministre en charge de l'environnement en deux phases. La première consistera en la promotion de l'action de l'administration forestière et la seconde en la sensibilisation du public, a précisé le ministre.

Journée internationale des forêts: les activités lancées au Cameroun pour la première fois

Le 21 mars 2018 à Yaoundé en République du Cameroun

Il était question d'éduquer les populations sur les enjeux du reboisement, de les édifier sur les risques que constitue un environnement mal protégé afin de les amener à avoir des comportements plus responsable

vis-à-vis de la nature. Pour Pierre Calvaire Bissomo, responsable au ministère des forêts et de la faune et qui supervise cette campagne, il est plus qu'urgent de protéger non seulement les arbres dont certaines

possèdent des vertus thérapeutiques, mais également la nature autour de nos grandes métropoles. Il s'agit notamment des forêts urbaines qui constituent des cadres de loisir et de détente, mais agissent aussi dans la ré-oxygénation de nos villes.

Outre des campagnes de reboisement, les activités commémoratives incluaient également une journée

porte ouverte à l'École nationale des eaux et forêts, avec notamment la visite des pépinières d'essences d'arbres, une caravane d'exposition des arbres dans certains établissements de Yaoundé, ainsi que la distribution de plants. Car planter un arbre, c'est traduire la vie », a expliqué M. Pierre Calvaire Bissomo.

Bientôt un Fonds de développement des écosystèmes d'innovation durables au Rwanda

Le 22 mars 2018 en République du Rwanda

30 millions de dollars, c'est le montant que veut investir depuis le 22 mars dernier, la Banque africaine de développement (Bad) pour le lancement du Fonds rwandais pour l'innovation dont la mission consistera à financer les moyennes entreprises œuvrant dans le secteur des technologies via la création de fonds. La future entreprise qui où sera logé ce crédit agira à son tour, par des lignes de crédits pour impulser le développement des capacités de l'écosystème entrepreneurial et d'innovation du pays.

Dans le magazine La Tribune, Abdu Mukhtar, Directeur du Développement de l'industrie et du commerce de la BAD a indiqué que la Banque veut permettre au Rwanda de développer le secteur et d'attirer des investisseurs privés par le développement des écosystèmes d'innovation durables, stimuler la croissance entrepreneuriale, combler les déficits de

financement, réduire la pauvreté et promouvoir la croissance socioéconomique.

Pour le Rwanda, ce nouveau Fonds permettra qui démarrera avec le solide acquis financier venue de la Bad va facilement mobiliser 100 millions de dollars localement, et des investissements d'appuis de près de 300 millions de dollars. Et les premières entreprises bénéficiaires au nombre de 150 seront choisis à tous les stades d'évolution, annoncé Claver Gatete, ministre rwandais des Finances et de la Planification économique.

Le Rwanda a déjà par le passé, lancé une stratégie de promotion des technologies et de l'innovation. Mais faute de capital-risqueurs qui pourraient soutenir le développement de moyennes entreprises et start-up. Les capacités de financements étaient encore embryonnaires.

Tourisme-environnement- Ouverture à Brazzaville de la 3ème réunion des partenaires de l'Initiative mondiale sur les Tourbières

Du 21 au 23 mars 2018 à Brazzaville en République du Congo

La 3^{ème} réunion technique des partenaires de l'Initiative mondiale sur les tourbières (IMT) s'est ouverte, mercredi à Brazzaville, en présence du ministre congolais de l'Environnement et du Tourisme, Arlette Soudan Nonault, et de son homologue de République Démocratique du Congo (RDC), Amy Ambotobe Nyongolo.

Cette 3^{ème} réunion des partenaires de l'Initiative Mondiale sur les tourbières se tient sous le thème : « Valoriser les tourbières pour la population et la planète ». Elle réunit des experts venus des Etats

membres de la Communauté Économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC), d'Indonésie et du Pérou.

Les assises de cette 3^{ème} réunion de Brazzaville sont importantes parce qu'elles sont consécutives aux grands événements mondiaux sur la lutte contre les changements climatiques en lien avec le développement économique et l'émergence de l'économie bleue et l'économie verte », a déclaré le ministre congolais de l'Environnement du Tourisme, Arlette Soudan Nonault.

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)

L'économie écologique

Auteurs : Ali Douai, Gaël Plumecocq ; EAN13 : 9782707185969

Editeur : La Découverte ; Collection : Repères - Ecologie ; 128 pages ; Date de parution : 08/06/2017

L'économie écologique émerge à la fin des années 1980, à partir du constat de l'inefficacité des réponses aux problèmes environnementaux apportées par certaines disciplines traditionnelles (principalement la science économique et la biologie de la conservation). Comment mieux appréhender la complexité du fonctionnement des écosystèmes et de leurs interactions avec l'homme ? Avec quels outils évaluer les limites biophysiques des écosystèmes ? Faut-il faire décroître la taille des économies humaines ? Quels systèmes de gouvernance, informés par quelles théories macro-

économiques, faut-il promouvoir ? Quels sont les enjeux scientifiques et politiques de l'évaluation monétaire des biens et services environnementaux ?

Le présent ouvrage ambitionne de présenter le champ de l'économie écologique à travers ses objets, ses méthodes et ses propositions théoriques et politiques. Il donne à voir une communauté éclatée entre divers sous-courants, mais qui constitue néanmoins le centre de gravité des débats portant sur la soutenabilité de nos modes de développement.

Comportement, conduite et bien-être animal

Auteurs : Xavier Manteca i Vilanova, Anthony J. Smith ; ISBN: 9782759222421

Editions : Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux ; Collection : Agricultures tropicales en poche ; 224 pages ; Parution : 02/12/2014

Dans les régions tropicales et subtropicales, les conditions dans lesquelles sont élevés les animaux domestiques balayent toute l'étendue du spectre qui va du confinement étroit des élevages intensifs jusqu'à la quasi-liberté des systèmes extensifs. Quelle que soit la situation, connaître et comprendre le comportement des animaux permet de maximiser à la fois leur bien-être et leur productivité. Ce savoir est particulièrement précieux lorsque l'éleveur se propose d'introduire, au sein d'un système traditionnel, de nouvelles techniques de conduite ou des animaux génétiquement améliorés.

Les auteurs, en concentrant leur attention sur les bovins, ovins, caprins, porcins et volailles, font le tour des informations qui existent en matière de compor-

tement et qui sont susceptibles de présenter un intérêt pour les éleveurs des pays en développement. L'ouvrage contient des conseils pratiques et des suggestions de conduite détaillés prenant en considération la diversité des systèmes d'élevage. Le lecteur est initié aux aspects comportementaux de la reproduction – dont la détection des chaleurs des femelles et la lutte contre la mortalité néonatale – puis au comportement alimentaire et à sa prise en compte pour maximiser la productivité, et enfin au comportement social et aux effets des facteurs de stress sociaux sur le bien-être. Les informations techniques sont présentées avec un grand souci de clarté, et souvent appuyées par des photographies, des schémas et des tableaux.

Sécurité et environnement

Auteurs : Nicolas Clinchamps, Christel Cournil, Catherine Fabregoule, Geetha Ganapathy-Doré ;

ISBN : 978-2-8027-5550-0

Editeur : Bruylant (Emile) ; Collection : Droit(s) et développement durable ; 431 pages ; Date de parution : 22/11/2016

Fruit des débats organisés à Paris lors du colloque international du 8 juin 2025, l'objet de cet ouvrage vise à mettre en lumière la complexité des liens entre «sécurité et environnement», au regard de l'évolution de la notion de sécurité environnementale sous l'angle des sciences juridiques, politiques et de l'anthropologie. Traçant les contours et soulignant le potentiel du concept de sécurité environnementale, ces nouvelles

pistes de réflexions débutent par un cadrage théorique du lien entre cette notion complexe et le droit de l'environnement (Titre 1).

Si les sociétés humaines ont acquis et développé aujourd'hui des capacités réactives et d'adaptation inédites face aux crises, le monde du début du XXI^e siècle est aussi caractérisé par un sentiment de vulnérabilité lié aux changements environnementaux globaux, aux

Suggestions de Lecture

enjeux géopolitiques de l'énergie, aux crises multiformes concernant l'accès aux ressources et, d'une manière globale, aux problèmes de sécurité humaine. Tous ces sujets se retrouvent à différentes échelles : internationale (Titre 2), européenne (Titre 3) et régionale ou encore locale (Titre 4). Sont ensuite abordées les différentes sécurités environnementales en offrant un panel illustratif et non exhaustif de thèmes aussi importants que les changements climatiques, la sécu-

rité énergétique (gaz de schiste), la biosécurité et la forêt, auxquels s'ajoute une réflexion sur les ravages environnementaux des politiques sécuritaires antidrogues (Titre 5).

Enfin, les obligations plus ou moins assumées de l'État-prévention, action ou inaction-interrogent la sécurité environnementale. Une réflexion est alors engagée sur le lien entre ses exigences et celles de la sécurité nationale (Titre 6).

La planète des Grands Singes : Industries Extractives et Conservation des Grands Singes

Hardback 978-1-107-06749-3 / Paperback 978-1-107-69621-1. CAMBRIDGE, University press

Auteurs principaux : Helga Rainer, Annette Lanjouw, et Alison White. 418 pages.

French translation The Arcus Foundation 2014. Directeur de recherche : Dr. Robert Muggah (Oxford)

Ce livre met en exergue l'impact des activités des industries extractives sur les habitats des grands singes et des gibbons. Il est divisé en deux parties

La première partie, composée de huit chapitres est consacrée à l'étude de l'impact des activités d'extraction sur la conservation des grands singes. Le développement des infrastructures nécessite, en amont la déforestation et donc la perte de biodiversité. Les études de cas faisant appel à l'aspect législatif et commercial y sont évoquées ainsi que les questions foncières liées aux zones protégées et aux terres communautaires. Une étude socio-écologique des singes hominidés et des gibbons montre la menace qu'ils subissent des activités d'exploitation forestière et d'extraction minière. Les stratégies d'atténuation

des impacts sont enfin proposées pour renforcer les objectifs de conservation des habitats des grands singes.

La deuxième partie de ce livre est composée de deux chapitres. Elle présente des informations sur la répartition géographique des grands singes en Afrique et en Asie. Les grands singes y sont étudiés dans un premier temps in situ et ensuite en captivité ce qui permet de voir le lien entre l'industrie d'extraction et la captivité des grands singes.

Cet ouvrage est un outil destiné à influencer les politiques publiques quant à la conservation des grands singes, et le développement socio-économique des populations riveraines des forêts.

Répondre au défi de la déforestation tropicale

Auteur : Pirard, R. ; ISSN: 2115-4856

Editeur : CERISCOPE Environnement

Près de treize millions d'hectares de forêts tropicales disparaissent chaque année. S'il existe quelques initiatives positives dont l'objectif est de contrer ce phénomène-gestion communautaire, certification de meubles en bois ou négociations internationales pour promouvoir le financement de projets de conservation forestière visant à atténuer le changement climatique, les tendances lourdes restent inchangées. Une des raisons qui expliquent cet état de fait est la diversité et la force des causes de la déforestation, celles-ci se situant très souvent en dehors du secteur forestier à proprement parler. En effet, non seulement les décisions relatives à l'usage des terres forestières se prennent généralement dans les ministères de l'Agriculture ou des Forêts ou sont le fait de

compagnies privées désirant investir sur ces terres, mais de plus, les acteurs principaux sont actifs dans des secteurs d'activité économique de type agrobusiness, mines, ou travaux publics et infrastructures. De nombreux instruments dits « de marché » ont été élaborés pour y remédier, notamment dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, car les forêts ont la caractéristique de stocker du carbone. Parmi ceux-ci, le mécanisme REDD+ domine les débats, même s'il met du temps à se mettre en place. Mais peuvent-ils vraiment rivaliser avec les profits attendus de l'agriculture ou avec la hausse continue de la demande alimentaire ? Innovent-ils réellement ? Dans quelle mesure font-ils appel aux marchés ? Sont-ils conçus de manière à déjouer les ressorts de

Suggestions de Lecture

l'économie politique ? S'appuyant sur une solide expérience de terrain, l'auteur mène une réflexion sur les pistes à privilégier pour des mécanismes souvent transfrontaliers dans leur principe et confrontés à des enjeux de relations internationales.

L'intégralité de l'article est disponible en accès libre à l'adresse : <http://ceriscope.sciences-po.fr/environnement/content/part2/repondre-au-defi-de-la-deforestation-tropicale?page=show>

Environnement et interdisciplinarité

Auteurs : Évelyne Brun, Jean-François Ponge, Jean-Claude Lefevre ; ISBN : 978-2-7592-2766-2

Editeur : Quae ; Parution : 21/12/2017 ; Nb de pages : 124 ; Référence : 02624EPB ; Langue : Français

Cet ouvrage est issu d'un travail mené collectivement par six scientifiques de disciplines différentes – écologie, droit, archéologie, sociologie – paru en 2007, dans un article de *Natures, Sciences, Sociétés*. Portant sur les approches interdisciplinaires de la recherche scientifique, il y était question de « postures » c'est-à-dire des éléments de la personnalité individuelle des chercheurs qui peuvent prendre le pas sur l'appartenance disciplinaire.

Les auteurs de ce livre testent l'intérêt du concept de « posture » en effectuant des entretiens semi-directifs avec une vingtaine de scientifiques impliqués dans la pratique interdisciplinaire en environnement. Les trajectoires empruntées par les scientifiques dans l'ensemble de leurs activités professionnelles, – la recherche, l'enseignement, l'expertise ou l'évaluation – ont été étudiées. Les témoignages recueillis et analysés ouvrent des pistes pour mieux comprendre les conditions de succès des recherches interdisciplinaires en environnement. Le mode de fonctionnement institutionnel de la

recherche y joue évidemment un rôle déterminant. Au terme de l'étude, les auteurs confirment que, dans les projets interdisciplinaires, les stratégies individuelles dépendent moins de la discipline du scientifique que de sa façon d'être et d'agir dans un contexte particulier, c'est-à-dire sa posture. Celle-ci est marquée par des éléments invariants constitués de rencontres ou d'événements qui ont marqué les individus, et par leur plus ou moins grande capacité à s'adapter à des contextes de travail différents. Ainsi, l'ouvrage démontre qu'il ne peut y avoir de réussite d'un projet interdisciplinaire sans la compatibilité et la complémentarité des postures des acteurs impliqués.

Cet ouvrage intéressera les scientifiques, les gestionnaires de la recherche, les décideurs, mais aussi les jeunes chercheurs, impliqués dans des projets interdisciplinaires. Ils y trouveront matière à mettre en perspective leur activité et y découvriront les témoignages, souvent passionnés, des « aventures » de recherche dans l'interdisciplinarité.

Innover avec les acteurs du monde rural - La recherche-action en partenariat

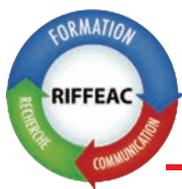
Sous la direction de Guy Faure, P. Gassel, Bernard Triomphe, Henri Hocdé et Ludovic Temple ; ISBN : 9782759206070 ; ISBN version en ligne : 9782759217151

Éditeur : Editions Quae ; Année : 2010 ; Pages : 224 ; Collection : Agricultures tropicales en poche

La recherche-action en partenariat combine production de connaissances, transformation des réalités sociales et renforcement des compétences individuelles et collectives. L'ouvrage donne les fondements de la recherche-action en partenariat en agriculture et des éléments pour mettre en pratique une telle démarche. Il souligne non seulement les questions théoriques mais aussi les questions pratiques que soulève ce triple objectif.

L'ouvrage s'appuie sur un large éventail

d'expériences dans l'agriculture des pays du Sud, qui illustrent comment des praticiens ont répondu aux défis d'une démarche qui est toujours à réinventer selon les contextes. Il est destiné aux chercheurs, aux techniciens du développement rural et aux représentants d'organisations du monde rural confrontés à la résolution des problèmes complexes que pose le développement rural dans les agricultures des pays du Sud.



DIRECTIVES AUX AUTEURS

Généralités

Le Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale de l'Afrique Centrale (RIFFEAC) a lancé la *Revue Scientifique et Technique «Forêt et Environnement du Bassin du Congo»* afin de contrer le manque d'outil de communication sur le développement forestier durable du Bassin du Congo.

Le but premier de cette revue semestrielle est de donner un outil de communication unique et rassembleur des intervenants du secteur forestier du grand Bassin du Congo. Elle permet tant aux chercheurs qu'aux professionnels du monde forestier de présenter les résultats de leurs travaux et expertises dans tous les aspects et phénomènes que recèle la forêt et les enjeux de son utilisation. Elle se veut aussi un organe de diffusion de l'information sur les avancées scientifiques et techniques, le développement des connaissances, et les grandes activités de recherche réalisées dans le Bassin du Congo. Par ailleurs, elle consacre un espace pour annoncer et rapporter les grands événements et les actions remarquables touchant toutes les forêts tropicales du monde. Les éditoriaux seront l'occasion d'énoncer des principes de mise en valeur des ressources. De façon générale, la revue permet de mettre en relation les divers niveaux d'intervention pour :

- Diffuser les nouvelles connaissances scientifiques et techniques acquises dans le bassin du Congo.
- Dynamiser la recherche et le développement dans la sous-région.
- Faire connaître les projets de développement et de recherche en cours dans les diverses régions forestières du Bassin du Congo;
- Favoriser le transfert d'information entre les divers chercheurs et intervenants;
- Faire connaître les expertises développées dans la sous-région;
- Informer sur les avancées scientifiques et techniques dans le domaine forestier tropical au niveau global.

Types d'articles

Pour faciliter la révision et relecture de votre projet d'article, bien vouloir dans un premier temps nous communiquer 3 noms et contacts des experts internationalement reconnus dans votre domaine de recherche, et ensuite préciser au début du document, le numéro d'ordre et l'intitulé du thème auquel appartient votre article parmi les 20 thèmes suivants :

- (1) Agroforesterie;
- (2) Agro-écologie;
- (3) Aménagement forestier;
- (4) Biologie de la conservation;
- (5) Biotechnologie forestière;
- (6) Changement climatique;
- (7) Droit forestier;
- (8) Écologie forestière;
- (9) Économie forestière;
- (10) Économie environnementale;
- (11) Foresterie communautaire et autochtone;
- (12) Génétique et génomique forestières;
- (13) Hydrologie forestière;
- (14) Pathologie et entomologie forestières;
- (15) Pédologie et fertilité des sols tropicaux;
- (16) Modélisation des phénomènes environnementaux;
- (17) Science et technologie du bois;
- (18) Sylviculture;
- (19) Faune et Aires protégées;
- (20) Pisciculture et pêche.

Éditorial

Des articles d'intérêt général à saveur éditoriale qui décrivent une position face à un enjeu précis de la sous-région ou qui présentent un point de vue dans des domaines connexes. Les textes doivent être succincts. Les praticiens, étudiants, chercheurs et professeurs de la sous-région du Bassin du Congo seront priorités dans le choix de l'éditorial de chaque numéro. Maximum 500 mots par texte.

Articles scientifiques (estampillés Article Scientifique)

Des articles scientifiques révisés par les pairs en lien avec les domaines de recherche couverts par la revue ou des résumés détaillés de thèse de doctorat ou de maîtrise. Il peut s'agir de l'état des résultats de recherches ou d'une revue de la littérature analytique sur un sujet scientifique ou technique. Les articles scientifiques sont originaux et n'ont pas été publiés précédemment.

Directives aux Auteurs

Notes techniques et Rapport d'Étape (estampillés respectivement : Note Technique et Rapport d'Étape) (Ne sont pas considérés comme des articles scientifiques (Ne sont pas considérés comme des articles scientifiques, innovations techniques ou technologique)

Des notes techniques sont de courts textes qui font état des résultats de recherche synthétisés et vulgarisés ou encore une synthèse de revue de littérature voire un transfert de technologies ou de connaissances/compétences. Ces manuscrits sont révisés par les pairs et ne constituent pas une publication préliminaire ou un rapport d'étape.

Explications portant sur les publications antérieures

Les articles publiés dans la Revue Scientifique et Technique «*Forêt et Environnement du Bassin du Congo*» ne peuvent plus faire objet de toute autre publication.

La *Revue Scientifique et Technique du Bassin du Congo* considère qu'un article ne peut être publié si tout ou la majeure partie de l'article :

- a déjà été publié dans une autre revue ;
- est à l'étude dans le but d'être publié ou est publié dans une revue ou sous forme d'un chapitre d'un livre;
- est à l'étude dans le but d'être reproduit dans une publication et publié suite à une conférence;
- a été affiché sur Internet et accessible à tous.

L'édition de la Revue scientifique et technique demande de ne pas lui soumettre un tel texte sous peine d'en voir l'auteur ou les auteurs disqualifiés pour leurs publications futures.

Dépôt de manuscrits scientifiques et techniques

Une présentation doit accompagner la version **MICROSOFT WORD** du texte avec les informations suivantes sur l'article et sur les auteurs :

- Le texte constitue un travail original et n'est pas à l'étude pour publication, en totalité ou en partie, dans une autre revue ;
- Tous les auteurs ont lu et approuvé le texte;
- Les noms, adresses, numéros de téléphones et de télécopieurs ainsi que les adresses électroniques des auteurs;
- l'engagement sur l'honneur des auteurs, stipulant que le texte n'a pas été entièrement ou partiellement objet d'une publication sous quelque forme que ce soit et ne le sera pas s'il est publié dans la Revue.

Structure de l'article

Les sections suivantes devraient être présentées dans le manuscrit, dans cet ordre :

- Résumé (avec mots clés)
- Abstract (with keywords)
- 1. Introduction
- 2. Matériel et Méthodes (Material and Methods)
- 3. Résultats (Results)
- 4. Discussion
- 5. Conclusion
- Remerciement (facultatif)
- Bibliographie (References)

Subdivisions

Le manuscrit doit être divisé en sections clairement définies et numérotées (ex. : 1.1 (puis 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc.). Le résumé n'est pas inclus dans la numérotation des sections. Utilisez cette numérotation pour les renvois interne dans le manuscrit.

IMPORTANT : Après soumission, acceptation et traitement, une Épreuve (PROOF) de votre projet vous sera alors soumise pour les dernières corrections et fautes éventuelles avant la mise sous presse du journal dans lequel votre article paraîtra. Vous disposerez de 5 (cinq) jours pour nous renvoyer l'Épreuve (PROOF) corrigée. Votre projet de publication ne doit pas dépasser 15 pages sous **MICROSOFT WORD** interligne 1,5 et police Times New Roman, taille 12 pts.

Voici le contenu attendu pour chacune des sections ci-haut mentionnées :

Résumé

Le résumé est une section autonome qui décrit la problématique et rapporte sommairement l'essentiel de la méthodologie et des résultats de la recherche. Il doit mettre l'emphase sur les résultats et les conclusions et indiquer brièvement la portée de l'étude (avancées des connaissances, applications potentielles, etc.). Le résumé est une section hautement importante du manuscrit puisque c'est à cet endroit que le lecteur décidera s'il lira le reste de l'article ou pas. Les abréviations doivent être évitées dans cette section. À la relecture finale, l'auteur doit pouvoir répondre à ces interrogations :

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

Directives aux Auteurs

Introduction

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

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

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

Matériel et Méthodes (Material and Methods)

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

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

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

Résultats

Les résultats doivent être clairs et concis et mettre en évidence certains résultats rapportés dans les tableaux. Il faut éviter les redites de données dans le texte, les figures et les tableaux. Le texte doit plutôt servir à guider le lecteur vers les faits saillants qui ressortent des résultats. Ces derniers doivent être clairement établis et dans un ordre logique. L'interprétation des résultats ne devraient pas être incluse dans cette

section (propos rapportés dans la discussion). Aussi, il peut être avantageux à l'occasion de présenter certains résultats en annexe, pour présenter certains résultats complémentaires.

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

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

Discussion

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

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

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

Conclusion

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

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

Directives aux Auteurs

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 selon les normes de styles de citations bibliographiques de l'APA (American Psychological Association) 2010, sixième édition.

La liste bibliographique suit l'ordre alphabétique et donne le nom de l'auteur et la date comme suit :

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

On met donc dans le corps du texte : (Robitaille 1977).

Quelques exceptions s'appliquent :

- Deux ou plusieurs articles rédigés par le ou les mêmes auteurs sont présentés par ordre chronologique; deux ou plusieurs articles rédigés la même année sont identifiés par les lettres a, b, c, etc.;
- Tous les travaux publiés cités dans le texte doivent être identifiés dans la bibliographie;
- Toutes les bibliographies citées doivent être notées dans le texte;
- Le matériel non disponible en bibliothèque ou non publié (p. ex. communication personnelle, données privilégiées) doivent être cité 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 et carte 8.

Les illustrations

La qualité des images imprimées dans la revue dépend de la qualité des images transmises. 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 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@riffecac.org**

Le numéro de téléphone et l'adresse électronique de l'auteur principal doivent être indiqués sur toutes les correspondances effectuées avec le RIFFEAC.

Directives aux Auteurs

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 :

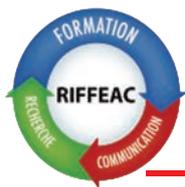
- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

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 short texts which show synthesized

Authors Guidelines

and vulgarized research results or a synthesis of 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 contested. Author should provide a concise literature

Authors Guidelines

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 the bibliographic norms of styles citations from

Authors Guidelines

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.

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 and map 8.

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

Permission to reproduce totally or partially a paper should be obtained from the Chief Editor of the magazine.

The intellectual property and the copyrights on 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

Authors Guidelines

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@riffecac.org
Phone : + (237) 222 208 065 / 679 507 544 Subscription sheet available on www.riffecac.org

MY CONTACT INFORMATION

Civility Mr / Mme

Name : _____

Surnames : _____

Adresses : _____

Postal Code : _____ Country : _____ Town : _____

Phone number : _____ e-mail : _____

I wish to subscribe to the Scientific and Technical Review Forest and Environment of the Congo basin for :

1 Year (2 editions)

2 Year (4 editions)

Date

Signature



**GROUPE DE LA BANQUE AFRICAINE DE DEVELOPPEMENT
DEPARTEMENT DE L'AGRICULTURE ET AGRO-INDUSTRIE
FONDS POUR LES FORETS DU BASSIN DU CONGO**



1. Créé en Juin 2008, le Fonds pour les Forêts du Bassin du Congo (FFBC), administré par la Banque Africaine de Développement (BAD), vise à atténuer la pauvreté et à relever le défi du changement climatique à travers la réduction du taux de déforestation et de dégradation des forêts, tout en maximisant le stockage de carbone forestier sur pied. Le Conseil de Direction du FFBC est présidé actuellement par le Rt. Honorable Paul Martin, Ancien Premier Ministre du Canada. Les opérations du FFBC sont coordonnées par un Secrétariat logé au sein du Département de l'Agriculture et Agro-industrie de la BAD.

2. Sur le plan opérationnel et conformément à ses objectifs, le FFBC contribue à la mise en œuvre de trois axes stratégiques identifiés du Plan de convergence de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) à savoir : i) l'axe stratégique N° 2 relatif à la connaissance de la ressource, à travers la réalisation des inventaires, des aménagements et du zonage forestiers, la promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) et le suivi de la dynamique des forêts à travers le développement en cours des systèmes de surveillance, de Mesure, de Notification et de Vérification des Gaz à effet de serre dans le cadre de la réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation (MNV-REDD) ; ii) l'axe stratégique N° 6 relatif au développement des activités alternatives et à la réduction de la pauvreté à travers la création de milliers d'activités génératrices d'emplois durables en milieu rural et ; iii) l'axe stratégique N° 9 relatif au développement des mécanismes de financement à travers le développement en cours du processus REDD+ dans les dix (10) pays de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC), la mise en place et l'organisation de certaines coopératives locales en milieu rural et l'établissement de partenariats avec d'autres initiatives en cours (Fondation du Prince Albert II de Monaco).

3. Au 31 octobre 2013, le portefeuille du FFBC dispose de 41 projets, soit : i) 15 projets de la société civile approuvés à l'issue du 1er 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.cbf-fund.org / www.afdb.org
CBFFSecretariat@afdb.org**