



Revue Scientifique et Technique

ISSN 2409-1693

Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Avril 2017

Volume 8





Commission des Forêts d'Afrique Centrale

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

La COMIFAC tournée vers de nouveaux défis

La COMIFAC vient d'achever le processus de révision de son Plan de Convergence sous régional pour la période décennale 2015-2025. Ce Plan de convergence 2 a été validé par le Conseil des Ministres de la COMIFAC, et le défi à venir est son adoption par le Sommet des Chefs d'Etat, sa vulgarisation et son opérationnalisation.

Il s'agit d'une des grandes réalisations menées par le Secrétariat Exécutif ces deux années écoulées, et qui permet à l'Afrique Centrale d'être dotée d'un Plan de convergence de deuxième génération pour la conservation et



la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale. En plus de cet acquis, la COMIFAC s'est également illustrée ces derniers mois dans plusieurs autres domaines du secteur forêts et environnement.

Outre son implication aux réunions du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) organisées sous la facilitation américaine, l'institution a été très présente aux rencontres internationales de négociations liées aux conventions sur l'environnement (Climat, Biodiversité, Lutte contre la désertification) pour accompagner ses pays membres, confirmant ainsi, toute l'estime que l'on attribue à la COMIFAC pour son rôle désormais incontournable en matière de conservation de la biodiversité et de sauvegarde de l'environnement mondial.

Aussi, peut-on se féliciter de la cohérence de plus en plus perceptible des interventions des différents acteurs nationaux, régionaux et internationaux dans le cadre de la mise en œuvre du Plan de convergence. Cet acquis est à l'actif du Secrétariat Exécutif, organe d'exécution de la COMIFAC, qui à travers la coordination d'une quinzaine de projets et programmes sous régionaux (PACEBCo, PPECF, Projets REDD+, REDD-PAC, FTNS, RIFFEAC, etc.) a contribué au développement des synergies et à l'harmonisation des politiques forestières et environnementales. Le défi pour le Secrétariat Exécutif pour les prochaines années sera de confirmer sa place de leadership dans la coordination de toutes les interventions dans le secteur forêts et environnement et de veiller à leur alignement au Plan de convergence 2.

La COMIFAC peut se réjouir aujourd'hui des expériences cumulées, qui lui ont permis de se doter des capacités avérées pour mobiliser systématiquement lors des rencontres internationales, les acteurs de la sous-région à travers des concertations sous régionales en vue de la préparation des positions communes et concertées dans le cadre du dialogue international.

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 Régis Aristide

Directeur de Publication et Rédacteur Adjoint des Volets Scientifique et Technique

FOUDJET Amos Erick

Secrétaire de Rédaction

NKWINKWA Désirée

Maquettiste

FOTSO TALOM Serges Eric

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

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

EDITORIAL

L'état des forêts à travers le monde est source de préoccupations qui s'inscrivent désormais, aujourd'hui plus qu'hier, à l'échelle globale. C'est que, la problématique des émissions de gaz à effet de serre avec pour corrélat, l'épineuse question du changement climatique, a fini par replacer les forêts au centre des grands enjeux planétaires. Depuis la publication du premier rapport du GIEC en 1990, l'adoption de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique à Rio en 1992, le Protocole de Kyoto et ses MDP en 1997 et la publication du rapport de Stern qui établit la réduction des émissions de CO₂ des forêts comme étant l'option la « moins chère » ; les pays forestiers, notamment ceux en voie de développement, et particulièrement ceux de l'Afrique Centrale, se sont rapidement appropriés le concept et ont réussi à y introduire la dégradation, ce qui a donné lieu à la REDD.



Pr Mesmin TCHINDJANG

*Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I
Coordonnateur Scientifique du Global Mapping and
Environmental Monitoring (GEM)*

En 2007, lors de la COP 13 à Bali, la REDD est mentionnée comme une activité intégrante du Plan d'Action de Bali devant aboutir à un accord global sur le climat en 2009. Et en 2009, malgré l'échec des négociations sur le climat, la REDD est mentionnée dans « l'Accord de Copenhague ». 2010, marque la décision sur la REDD à Cancun. Le texte sur les sauvegardes est finalement adopté. Un Fonds vert est mis en place où les pays développés s'engagent à mobiliser 100 milliards\$ US d'ici 2020, au nom de la justice climatique, pour aider les pays en développement à faire face aux impacts du changement climatique.

Concrètement, la REDD+ s'appuie sur une idée-force, celle des paiements axés sur les résultats consistant à payer les propriétaires forestiers et les usagers de la forêt pour réduire les émissions et augmenter les quantités de carbone piégées. L'essence de la REDD + est de récompenser ceux qui maintiennent ou améliorent la séquestration du carbone des forêts et de compenser les pertes. Il faut y inclure les régimes de paiements directs, qui exigent non seulement des droits clairs à la terre, mais aussi la capacité de démontrer les droits d'exclusion ainsi que le droit et les moyens d'empêcher des tiers de modifier la couverture terrestre.

Les détenteurs de droits de carbone forestier doivent être tenus pour responsables dans le cas où ils ne parviennent pas à remplir leurs obligations. Lorsque la tenure foncière est difficile ou non formalisée, les gens peuvent être exclus des forêts et / ou de la participation à la REDD+ et ses bénéfices. Si la REDD + augmente la valeur des forêts sur pied, il peut conduire à une ruée vers les ressources qui met en danger les droits des résidents actuels. La REDD+ va inévitablement interdire certaines utilisations des ressources forestières; cela doit être fait avec une procédure régulière et la rémunération, et sans augmentation des difficultés, pour les populations forestières pauvres.

S'il est vrai que la réduction des émissions liées à la déforestation et la dégradation des forêts et l'augmentation des stocks de carbone forestier dans les pays en développement (REDD+) était, au départ,

Editorial

une initiative internationale, et que ; le débat initial portait en grande partie sur l'architecture mondiale de la REDD+ et sur la manière de l'intégrer dans un accord sur le climat en 2012, reste qu'actuellement, les débats s'orientent de plus en plus aux échelles nationales et locales. En plaidant pour le sauvetage du Lac Tchad, les Pays riverains ont chacun pris l'engagement dans l'Intended Nationally Determined Contribution (INDC) ou Contribution Prévue, Déterminée au plan National (CPDN) de réduire les émissions de gaz à effet de serre lors de la COP 21 de Novembre 2015 à Paris. Une telle décision manifeste pour les chefs d'Etat concernés, la volonté d'inscrire les préoccupations de lutte contre le changement climatique et de préservation des écosystèmes naturels à l'échelle locale. Cet accord est entré en vigueur le 04 novembre 2016, mais sans mécanismes de sanction. Il repose essentiellement sur le bon vouloir des Etats à respecter leurs engagements en termes de réduction d'émissions de gaz à effet de serre.

Après Paris, la COP 22 de Marrakech au Maroc a constitué un test pour évaluer l'irréversibilité de la COP 21. Les délégués se sont mis d'accord sur 2018 comme date de finalisation des règles de mise en œuvre de l'Accord de Paris. La feuille de route est assez claire pour les deux prochaines années si l'on en croit le chef de file des pays africains dans la négociation. Les avancées de la COP 22 peuvent se résumer en une série de trois initiatives louables: l'Initiative Mondiale pour les Tourbières (IMT) qui vise à réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre ; l'Alliance Mondiale pour les Technologies Propres (AMTP) et l'initiative pour l'Adaptation de l'Agriculture Africaine (AAA) en vue de la gestion maîtrisée de l'eau, du sol et des risques climatiques. L'AAA constitue une priorité qui permettra à terme des avancées dans les Objectifs de développement durable (ODD) adoptés en septembre 2015 en remplacement Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) arrivés à terme.

Toutefois, c'est peut-être la COP24 qui sonnera l'heure de vérité de l'Accord de Paris. Car, à cette occasion également, les Etats devront présenter des plans climat nationaux, être plus ambitieux dans leurs engagements en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour l'instant insuffisants, pour limiter le réchauffement en deçà de 2°C».

Il reste à espérer que ces initiatives (IMT, AMTP, AAA et ODD), véritables moyens d'aspiration vers un mieux-être, puissent inspirer la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) qui n'a cessé de déployer des politiques et des moyens en vue d'une gestion concertée et convergente des bassins forestiers des différents pays de la sous-région. Le RIFFEAC, organe d'exécution de la COMIFAC, se doit, plus que jamais, de contribuer efficacement à travers la Formation, la Promotion de la Recherche-Développement et la Communication de partager et faire partager toutes les informations disponibles ou émergentes susceptibles d'améliorer la gestion durable des ressources naturelles du Bassin du Congo et de l'Afrique en général.

Mesmin TCHINDJANG (HDR)

Géographe - Environnementaliste

Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I, Cameroun

Coordonnateur Scientifique du Global Mapping and Environmental Monitoring (GMEM)

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>ITOUA-APOYOLO Chantal Maryse</i>	(14) - Pathologie et entomologie forestières	Maître assistant des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, CONGO e-mail : chapoyolo@yahoo.fr
15	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	(15) - Pédologie et fertilité des sols tropicaux	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques Université de Kinshasa RD CONGO e-mail : marbitijula@gmail.com
16	<i>GOURDON Paul Rémy</i>	(16) - Modélisation des phénomènes environnementaux	Professeur des Universités	Université de Lyon, FRANCE e-mail : remy.gourdon@insa-lyon.fr
17	<i>FOUDJET Amos</i>	(17) - Science et technologie du bois	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang CAMEROUN. e-mail : efoudjet@yahoo.fr
18	<i>NZALA Donatien</i>	(18) - Sylviculture	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien NGOUABI Brazzaville, CONGO e-mail nzaladon@yahoo.fr
19	<i>TCHAMBA NGANKAM Martin</i>	(19) - Faune et aires protégées	Maître de Conférences	Université de Dschang, CAMEROUN e-mail : mtchamba@yahoo.fr
20	<i>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 : bopda2001@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	MOUGOUE Benoit	Maitre de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr
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, CAMEROON e-mail : lzapfack@yahoo.fr

SOMMAIRE

EDITORIAL	P. 3-4	<i>La commercialisation des champignons comestibles au Cameroun</i>	P. 65-71
COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	P. 5-6	RAPPORTS D'ETAPE	
COMITE DE LECTURE	P. 7-9	<i>Projet PARAFE : Etat des besoins en emplois types et compétences prioritaires dans le secteur forêt et environnement d'Afrique Centrale et leur implication socio-professionnelle et formative</i>	P. 72-78
ARTICLES SCIENTIFIQUES			
<i>Efficacy of temephos and permethrin in black fly (<i>Simulium spp</i>) control and their effect on non-target entomofauna in a portion of Sanaga Valley in Cameroon</i>	P. 11-18	SYNTHESES DES THESES ET DES MEMOIRES	
<i>Champignons pathogènes associés aux semences de <i>Pericopsis elata</i> et effet des substrats sur la germination, la croissance et l'infection des plantules au Cameroun</i>	P. 19-27	<i>Initiatives privées et publiques dans la lutte contre l'exploitation et la commercialisation du bois d'origine illégale : cas de la diligence raisonnée</i>	P. 79-80
<i>Production et potentiel de rendement en tubercules chez les écotypes du haricot igname d'Afrique (<i>Sphenostylis stenocarpa</i>) Hochst de la République Démocratique du Congo</i>	P. 28-35	<i>Contribution à l'analyse des impacts socio-environnementaux du projet de construction de l'usine de nettoyage du sorgho à Salak, Maroua (Cameroun)</i>	P. 81-82
<i>Wood characterization of <i>Gnidia glauca</i> (Fresen.) gilg (<i>Thymelaeaceae</i>) and its possible utilization as material for pulp production in Northwest Cameroon</i>	P. 36-44	NOUVELLES	P. 84-85
		SUGGESTIONS DE LECTURE	P. 86-88
NOTES TECHNIQUES		DIRECTIVES AUX AUTEURS	P. 89-93
<i>Evolution des caractéristiques des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé au Cameroun</i>	P. 45-56	AUTHORS GUIDELINES	P. 94-98
<i>Situation du haricot igname d'Afrique (<i>Sphenostylis stenocarpa</i>) en République Démocratique du Congo : culture, consommation, et qualités gustatives</i>	P. 57-64		



Dr Rosalie MATONDO

Ministre de l'Economie Forestière, du Développement Durable et de l'Environnement du Congo

«Bien que le taux de déforestation soit l'un des plus faibles du monde, soit 0,054%, ce qui représente environ 17 000 hectares déboisés chaque année, il est nécessaire d'engager des programmes de reforestation, afin de remplacer les arbres abattus, reconstituer un domaine forestier permanent, améliorer la capacité de séquestration de carbone et lutter ainsi contre le changement climatique.»



Efficacy of temephos and permethrin in black fly (*Simulium spp*) control and their effect on non-target entomofauna in a portion of Sanaga Valley in Cameroon

Baleguel N. P.^{1,2}, Che J. N.¹, Baleguel P. D.¹

(1) Yaounde Initiative Foundation-Cameroon; P.O. Box 3878 Messa-Yaounde / e-mail: baleguel2001@yahoo.fr

(2) Faculty of Agricultural Sciences and Agronomy, University of Dschang-Cameroon

DOI : 10.5281/zenodo.495201

Abstract

The biodiversity in the Congo Basin can be at once a blessing and a curse. A good example of a curse is the abundance of insects that cause nuisance and morbidity in this area especially onchocerciasis transmitted by black fly (*Simulium spp*) which is a major problem in disturbed environments (climate change). Black fly bites reduce the duration a man can work and increase the likelihood of the transmission of onchocerciasis (river blindness) in the tropical rainforest area of Cameroon. In order to decrease nuisance and morbidity caused by black fly and improve farmers' productivity, a study was conducted between 2007 and 2009 in a portion of Sanaga Valley in Cameroon (Monatele (04° 09 N, 11° 01 E), Ossebe (04° 03 N, 10° 36 E), Songndong (03° 51 N, 10° 15 E), Batombe (03° 51 N, 10° 10 E) and Ka'a (04° 43 N, 12° 24 E)), one of

the most infected zones of the country. Black fly and non-target insects captured were identified using identification keys. Data recorded on sticky traps and artificial breeding sites were used to evaluate the efficacy of temephos and permethrin, and their impact on non-target associated entomofauna in the reproduction sites of *Simulium damnosum*. Both larvicides, temephos and permethrin, are effective in the control of black fly though permethrin caused limited undesirable effects on non-target species. Insects of the Order Odonata were more affected by permethrin than insects of the Orders Ephemeroptera, Plecoptera and Tricoptera (EPT), which are the most vulnerable orders. This means that it has limited environmental effects when sprayed as specified in this trial and can be used in the integrated vector management of black fly.

Keywords: spraying, non-target organisms, resistance, black fly, Cameroon

Résumé

La biodiversité dans le Bassin du Congo peut être à la fois une bénédiction et une malédiction. Un bel exemple de la malédiction est l'abondance des insectes qui causent la nuisance et la morbidité dans cette zone et spécialement l'onchocercose transmise par la mouche noire (*Simulium spp*), ce qui représente un problème majeur dans un environnement aujourd'hui perturbé par les changements climatiques. Les piqûres de la mouche noire (*Simulium spp*) ont des conséquences néfastes sur le temps de travail des agriculteurs vivant dans les zones situées le long de la vallée du fleuve Sanaga. En plus, elles transmettent le parasite *Onchocerca volvulus* responsable de l'onchocercose ou cécité des rivières. Afin de diminuer ces nuisances et réduire la morbidité causée par l'onchocercose et améliorer la productivité, une étude a été menée entre 2007 et 2009 dans une portion de la Vallée de la Sanaga au Cameroun (Monatele (04° 09 N, 11° 01 E), Ossebe (04° 03 N, 10° 36 E), Songndong (03° 51 N, 10° 15 E), Batombe (03° 51 N,

10° 10 E) et Ka'a (04° 43 N, 12° 24 E)), l'une des zones les plus infestées du pays. Des simulies collectées à l'aide des pièges d'interception à glue et des gîtes larvaires artificiels puis des insectes non-cibles collectés par la méthode du kick sampling, ont été identifiés en se servant des clés d'identification. Les comptages ont servi à l'évaluation de l'efficacité du temephos et de la perméthrine, ainsi que leur impact sur la faune entomologique associée, là où *Simulium damnosum* est trouvée. Les deux larvicides ont montré leur efficacité pour le contrôle de la mouche noire, toutefois avec des effets indésirables limités de la perméthrine sur les espèces non-cibles. Les Odonates ont montré une sensibilité relativement élevée à la perméthrine par rapport aux Ephemeroptères, Plécoptères et Tricoptères (EPT) qui sont généralement les ordres les plus vulnérables. Ceci signifie que l'utilisation de la perméthrine dans les conditions de cette étude a un effet minimal sur l'environnement et peut être utilisé dans la lutte intégrée contre la mouche noire.

mots clés : Pulvérisation, organismes non-cibles, résistance, mouche noire, Cameroun

1. Introduction

The forests of the Congo Basin constitute the second largest continuous tropical forest mass in the world after the Amazon and represent approximately 20% of the world's remaining closed tropical canopy. These forests do not only play a significant role for global biodiversity conservation but also essential global ecological services as carbon sink and as a fresh water catchment basin. Seventy-five million people depend on these natural resources for their survival in a unique ecosystem that is endangered by deforestation, poaching, over-fishing, mining and construction especially dams for hydroelectricity generation.

Approximately 80% of all animal species on earth are insects. They are pollinators, undertakers, leaf litter sweepers, garbage collectors, soil conditioners and natural fertilizer producers by nature but also disease agents (Leslie Saul, 1999). Some of these insects include mosquitoes (*Anopheles spp*, *Culex spp*, *Aedes spp*), black flies (*Simulium spp*) and tsetse flies (*Glossina spp*). In many countries, there is a major problem of implementation of vector control, which cannot enable poor people living in rural areas to benefit from expensive technology (Matthews et al., 2009). Vector control using aerial application of larvicides was the initial strategy of the Onchocerciasis Control Programme (OCP), with the aim of interrupting onchocerciasis transmission. It was hypothesised that maintaining this control strategy for 14 years would result in adult onchocercal parasites dying out naturally in human hosts. This strategy was successful in the central OCP areas (about 1 million km²) in nine countries where onchocerciasis infection and transmission were eliminated and where active control could cease and be replaced by surveillance (Boatin et Richard, 2006).

Ground larviciding was another option used successfully in Sanaga River near Mbandjock area in Cameroon (Baldet et al., 1997) and in Bioko an Island of Equatorial Guinea (Cheke et al., 2009). Studies reported by Traore et al. (2009) and Cheke et al. (2009) in Bioko showed that the distribution of ivermectin (an active ingredient of mectizan used for the treatment of onchocerciasis) had not decreased the prevalence of the disease, but when vector control was applied for four months by treating the rivers with larvicides, the vector *Simulium yahense*, a member of the *S. damnosum Edwardsi* complex, the only species present in this area disappeared and not only was the disease incidence eliminated but the nuisance became non-existent. Therefore, vector control is a

more efficient way of controlling many insect borne diseases. Adequate strategies should thus be developed to improve vector control at affordable costs.

One particularity of onchocerciasis, a disease transmitted by the black fly is that it is a major health problem in the Congo basin, although it is classified as a neglected tropical disease due to its geographical restriction. Another particularity is the fact that it becomes a serious health concern only in modified environments. In Cameroon, it is a public health problem mostly along the points where dams have been constructed for electricity generation. The southern forest residents depend on farming (cocoa, coffee, maize, cassava, oil palm) and fishing unfortunately the high biting rate of black fly (nuisance) and disease transmission (morbidity) reduce the time of work.

Vector control is an important component in the prevention and control of vector-borne disease, especially for transmission control. Vector management as a cross-cutting activity develops and promotes strategies, guidelines and standards for vector control, including sound management of pesticides. It promotes integrated vector management to improve efficacy, cost-effectiveness, ecological soundness and suitability of vector control interventions for vector-borne disease control. However, the vector control activities should not only be effective but also should not reduce the population of non-target invertebrates. This study was therefore aimed at comparing the efficacy of two commercial larvicides based on permethrin and temephos, used in Simuliidae control and their effect on non-target entomofauna in *S. damnosum* breeding sites.

2. Material and Methods

2.1. Study area: Trials were conducted in five locations; Monatele (04°09N, 11°01E), Ossebe (04°03N, 10°36E), Songndong (03°51N, 10°15E), Batombe (03°51N, 10°10E) and Ka'a (04°43N, 12°24E) with altitudes ranging from 69 to 293m above sea level.

2.2. Identification of black fly species: Larvae and pupae were collected from substrates in water in a wide range of biotopes within fast flowing sections of the river including stones and trailing vegetation. Collections were conducted either by removing the larvae and the pupae directly by hand from the substrate or using a net of 250µm mesh size held downstream of the collection point prior to the removal of stones from the water. The plant substrate was then carried to the river bank where attached

larvae and pupae were removed with fine pair of tweezers. Larvae and pupae were transported to the laboratory in containers of natural water maintained on ice in a cool box. This system provided enough oxygenation for the survival of the species so that identification could be done the following day. Adults were caught on sticky traps.

2.3. Identification of non-target organisms: Hand collection and netting were used for the collection of non-target invertebrates. Collection of many aquatic insects was done with hands or forceps. Insects were picked up from the substrates such as rocks, logs, sticks, leaves or even human trash and transferred into a vial of alcohol. Kick samples of macro invertebrates were collected with a net (800µm mesh) in wadeable portion of the river. Four 3-minute samples were taken on the sampling visit to include all different substrates and flow regime zones. Samples collected from the net were preserved in 70% ethanol. Insects were observed on a dissecting microscope followed by compound microscopes (40x) after immersion in 10% potassium hydrochloride and keys were used to identify the insects based on certain features including cervical sclerites (Crosskey, 1969). For non-target organisms, the field Guides to the freshwater invertebrates of southern Africa was used for identification (Day et al., 2002; de Moor et al., 2002).

2.4. Larviciding: For the application of the larvicide, a system of spraying was developed consisting of a local wooden boat (pirogue) of two tanks equipped with an outboard two stroke engine (YAMAHA) of 8 horse power, together with a motorised spray pump and two lances each equipped with two outlets (4 nozzles). After initial tests, nozzles were fitted at the maximum output of the pump were used to provide a flow rate of 2.5l/minute from each of the four outlets. Three persons were responsible for the spray operation; engine operator, pump operator and an assistant filling the containers. Appropriate safety measures were put in place for spraying in the fast flowing river. The lances used were of plastic material to resist corrosivity. Wooden boats were easy to fabricate in the forest areas and measured 5m long by 1.5 m large and 0.8m deep. Spraying operations were performed across River Sanaga at each point. The number of spraying points depended on the carry of the larvicide.

2.5. Efficacy of treatments: This was performed using larval and adult mortality counting. Larval mortality was done according to the method described by Dejoux (1975). Artificial breeding sites consisting of yellow cotton tissues of 50x5cm were fixed in the natural

breeding sites (rapids) to substitute natural substrates. They were removed and placed again after the larvae were counted. Larval stages of Simulium species attached to them were removed and preserved in 70% ethanol, labelled with dates and sites of collection, and taken to the laboratory for identification and counting. Counting the number of larvae on the substrates before and after spraying by checking the mortality of larvae was done at two breeding sites which consisted of artificial breeding sites placed in the points in order to evaluate the larval mortality. For temephos, the three checking points were situated respectively at 20, 30 and 50 km downstream from the spraying point. For permethrin the checking points were placed 6, 10 and 12 km downstream from the spraying point. Larvae and pupae were counted 4h before each treatment and 4 and 24h after each treatment.

Adult counting done by estimation of daily adult black flies trapped on 1m² transparent screen (sticky trap) was conducted before, during and after application.

They were held vertically at 0.5m above the ground generally on the trees or shrubs hanging on two pieces of wire at 100 m from the river and in places with high population densities. The flying insects stuck onto the glue and black flies were removed and counted. The traps were placed 24h before spraying and trapped insects were counted daily.

2.6. Assessment of the effect of larvicides on non-target species: Assessment of the effect on non-target species was conducted by comparing the presence of orders of insects before and after the treatment. The presence of the sensitive orders like Ephemeroptera, Plecoptera and Tricoptera (EPT) indicates that the larvicide is not harmful. In contrast any increase in density of Chiridomidae (Diptera) is an indicator of the high level of pollution having provoked the elimination of natural enemies (Arimoro et al., 2007).

2.7. Data analysis: Analyses were performed using SPSS version 17.0. The difference between the quantity of pesticide used and cost were obtained by comparing the means using the Student t-test.

3. Results

3.1. Identification of black fly species: One hundred and twenty species of adult black fly were captured at different points situated 800m along the river and 350m from the river edge and where the traps were placed at a height between 0 to 12m (maximum height sampled). All the samples observed under the microscope at the 40x magnification had the first five abdominal segments with paired dorsolateral

subconical tubercles ; cuticle of the entire body, including anterior proleg, covered with elongated scale-like setae. After this series of laboratory and eye identification of sampled black fly species, it was concluded that they all belong to the *S. damnosum* Edwards complex.

3.2. Identification of non-target insects: Tables 1 and 2 show the different orders, families and taxons identified after collection of insects as well as the quantities by orders. 9,468 insects were collected from 2007 to 2009 with 18 species, 10 families and 7 orders. Non-target insects were classified into seven orders.

Coleoptera was the highest number followed by the Diptera while Oligochaeta was the least collected order (table 2). Eighteen non-target insect species were identified belonging to ten families. The most represented family was Chironomidae with five species followed by Baetidae with three species. The other families were represented by one or two species each (table 1).

3.3. Larviciding: The monthly mean discharges of the river varied from 847m³/s in February during the dry season, to 5,188m³/s in October during the rainy season. The quantity of Abate 500E subsequently varied from

Table 1: Orders, families and species of non-target insects identified during the study

Order	Family	Species
Oligochaeta	Naididae	<i>Derodigitata</i>
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>
		<i>Pseudocloeoncyindrical</i>
		<i>Pseudocloeonrpisces</i>
Plecoptera	Perlidae	<i>Neoperla sp.</i>
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptocerina sp.</i>
		<i>Athripsodes sp</i>
Coleoptera	Dystiscidae	<i>Philodytes sp.</i>
		<i>Philaccolus sp.</i>
	Notonectidae	<i>Hydrocanthus sp.</i>
Odonata	Libellulidae	<i>Brachythemis lacustris</i>
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i>
		<i>Cryptochironomus sp.</i>
		<i>Pentaneura sp.</i>
		<i>Tanypus sp.</i>
		<i>Tanytarsus sp.</i>
	Culicidae	<i>Culex pipiens</i>
	Ceratopogonidae	<i>Forcipomyia sp.</i>

Table 2: Number of non-target insects and their relative percentages collected during the 3-year period of study

Order	Number collected in 2007		Number collected in 2008		Number collected in 2009	
	Number	%	Number	%	Number	%
Ephemeroptera	405	13.19	459	16.12	602	16.96
Plecoptera	501	16.32	399	14.091	459	12.93
Trichoptera	428	13.94	400	14.04	512	14.42
Odonata	389	12.67	401	14.08	432	12.17
Coleoptera	506	16.48	500	17.56	603	16.99
Diptera	542	17.65	412	14.47	543	15.30
Oligochaeta	299	9.74	277	9.73	399	11.24
Total	3070	100	2848	100	3550	100

406.56 litres to 2490.24 litres during the same period, and for Permetalm 200EC, the variation was 152.44 litres to 933.84 litres for one operational spraying.

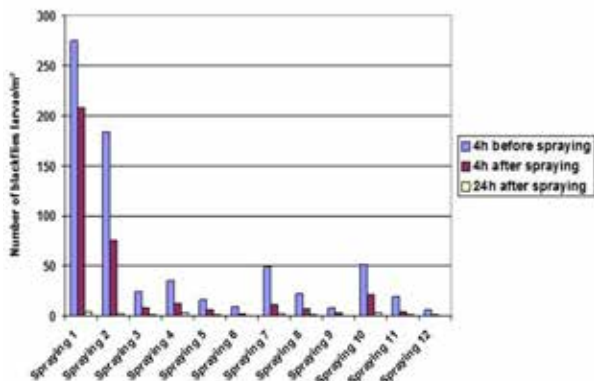


Figure 1: Larvae variation counted in 12 sprayings at Batombe 4 hours before, 4 and 24 hours after spraying with Permethrin 200EC in 2008

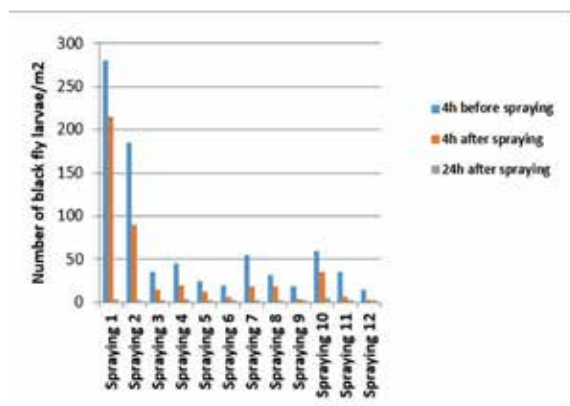


Figure 2 : Larvae variation counted in 12 sprayings at Songndong 4 hours before, 4 and 24 hours after spraying with Permethrin 200EC in 2008

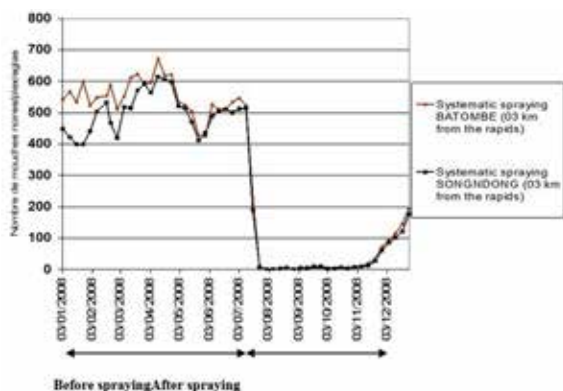


Figure 3: Variation of the densities of adult black fly caught in the sticky traps before, during and after the treatment with permethrin 200EC in 2008

3.4. Efficacy of treatments: Larval and adult counting from artificial breeding sites and sticky traps done respectively, before and after treatments in 2008 at Batombe and Songndong sites gave the following results in figures 1, 2 and 3.

3.5. Assessment of the effect of the two larvicides on non-target insects: In order to establish the possible effects of the larvicides on the non-target insects used in the study, in situ or semi-field evaluations conducted using the multiple gutters system gave the following results. For temephos, two operational concentrations (0.1mg/l and the half 0.05mg/l) and the control with no chemical were tested for 24 hours. 788 individuals were tested with a concentration of 0.1mg/l and the percentage of drifted fauna was 12.5%. Using a concentration of 0.05mg/l in 784 individuals, the drift due to the insecticide was 8.4%. In the control gutter out of 803 individuals tested 69 drifted in 24 hours giving a percentage of 6.4%.

Equally, in situ tests were conducted to assess the effects of permethrin on non-target organisms. After 24 hours of exposure with a concentration of 0.015mg/l, the percentage of drifted fauna was 18.85%. Using a concentration of 0.008mg/l, the drift due to the insecticide was 10.93%. The overall results (table 4) showed a variation on the species drift. Diptera, Odonata and Ephemeroptera were more susceptible while Coleoptera and Oligochaeta were less affected. In the three control gutters, only 9.58, 9.55, and 9.22 % of the insects were drifted in 2007, 2008 and 2009, respectively.

4. Discussion

4.1. Identification of black fly species: Previous studies conducted in the Sanaga River have shown that the species found in this river is *S. squamosum* B, a member of the *S. damnosum* complex. This study has confirmed the status of the species found in the study area as belonging to *S. damnosum* complex.

4.2. Identification of non-target insects: Identification of the non-target insects collected showed the presence of different orders, families and species. The study of Arimoro and Ikomi (2009) on aquatic fauna in tropical areas in the Niger Delta, Nigeria identified the same orders and families obtained in this study. Comparison of the total number of insects collected in the same sample sites during three successive years did not show ($p=0.38$) any decline in the populations of non-target insects. However, statistical comparison of the number of insects sampled by means of Fisher ($p=0.0000$) showed some differences among the sampled orders with significantly high numbers in four orders:

Odonota, Ephemeroptera, Plecoptera and Tricoptera. This difference between the orders of insects was observed before and after spraying. This clearly demonstrates that changes in the population are not related to the use of larvicides. Previous studies by Arimoro et al. (2007) have shown that the three orders Ephemeroptera, Plecoptera and Tricoptera (EPT) are very vulnerable to high pollution. However, during this study there was no clear sign of decline of the EPT population. This could mean that the treatments of this portion of the river with the two larvicides; permethrin and temephos from 2007 to 2009 did not pollute the river to a level that could affect the non-target insect populations.

4.3. Larviciding: In 2009, about 2982.12 litres of temephos and 1118.29 litres of permethrin were used during 21 weekly treatments. In terms of cost, permethrin is cheaper compared to temephos. However, temephos is good because it disintegrates faster in the environment.

4.4. Efficacy of treatments: The main aim of the ground larviciding activities carried out in this study

was achieved with little satisfaction because parts of River Sanaga were inaccessible for treatments particularly when using Permetalm 200EC, which has shorter carry than Abate 500E. The low levels of recovery to pre-control levels of fly populations in the areas treated revealed that the reduction of the population of Simulium species below the nuisance level can be achieved. The two larvicides used have proved to be efficacious after entomological evaluation and human perception.

Other studies with permethrin based larvicides have given good results with a decrease in the population of black fly (Hougard et al., 1992; Baldet et al., 1997) but due to the suspicion of harmful effect of permethrin on non-target aquatic fauna, particularly vertebrates, it was advised that this chemical should not be used more than eighth times in a year (Cheke et al., 1997).

Cheke et al. (2009) used temephosto eliminate Simulium yahense from Bioko in Equatorial Guinea. This compound was also used in the OCP program with success but after four successive years, resistance was developed. After years of withdrawal due to

Table 3: Percentage of insects detached after 24 hours in the gutter at 0.05 mg/l and 0.1mg/l of temephos (Four replicates each year)

Order	2007			2008			2009		
	0.1mg/l	0.05mg/l	Control	0.1mg/l	0.05mg/l	Control	0.1mg/l	0.05mg/l	Control
Diptera	19.7	13.3	1,4	18.8	13.6	1.3	19.4	13.2	1,5
Ephemeroptera	17.1	13.7	6.4	17.5	13.5	7.0	17.2	13.7	7,3
Trichoptera	12.7	8.2	7.2	13.1	8.4	6.8	13.5	7.9	6.3
Plecoptera	5.7	4.3	2.7	5.5	4.6	2.4	4.9	13.8	2.6
Coleoptera	7.3	3.9	5.5	7.8	3.8	5.3	7.3	4.3	5.7
Odonata	17.2	10.2	9.3	17.6	17.0	9.7	17.8	17.4	9.5
Oligochaeta	8.1	2.1	5.8	7.9	2.4	5.2	7.5	2.2	5.6
Average	12.54	7.9	7.0	12.60	7.0	5.2	12.5	10.3	5.3

Table 4: Percentage of insects detached after 24 hours in the gutter at 0,015 mg/l and 0.008mg/l of permethrin (Four replicates each year)

Taxa	2007			2008			2009		
	0.015mg/l	0.008mg/l	control	0.015mg/l	0.008mg/l	control	0.015mg/l	0.008mg/l	control
Diptera	30.5	16.1	2.0	29.8	16.3	2.2	31.4	16.3	2.3
Ephemeroptera	23.1	13.4	14.7	23.5	12.9	14.2	22.9	14.1.	13.7
Trichoptera	19.7	9.2	9.2	20.1	9.6	9.8	20.2	9.1	9.7
Plecoptera	12.1	13	14.9	12.3	14.1	14.5	12.3	13.2	13.1
Coleoptera	11.3	5.5	5.9	10.8	5.3	5.6	11.7	5.0	3.9
Odonata	21.2	11.3	18.2	21.6	11.8	18.5	22.0	10.5	18.7
Oligochaeta	13	7.7	2.2	13.2	7.9	2.1	13.1	7.2	3.2
Average	18.7	10.88	9.58	18.75	11.12	9.55	19.08	10.77	9.22

black fly resistance, a considerable improvement in the situation of resistance to it was noted again. However, to avoid development of further resistance, temephos was again applied but in rotation with other operational insecticides (Hougard et al., 1993). It is important to spray a large surface area to avoid early recolonisation of breeding sites (Leveque et al., 2003).

The method of the assessment of the nuisance threshold before spraying used in 2007 in the area of Ossebe and Monatele with Abate 500E showed that the larval population started decreasing only four hours after treatments. Adult black fly number dropped two weeks after the beginning of the treatments. The reduction of the insect population after intervention should have been greater without fly migration from remote untreated areas situated upstream the treated areas and tributaries. The level of nuisance threshold was only reached again three months after the suspension of the treatment. This demonstrated that in this portion only four series of treatments are needed in a year to maintain the nuisance below a threshold. However, if treatments are conducted further upstream, fewer numbers of series of treatments will be required.

4.5. Assessment of effect on non-targets : The overall results showed that Odonata and Ephemeroptera were more susceptible to the larvicides used while Coleoptera and Oligochaeta were less affected. Tests on non-target organisms showed a slight change in behaviour. Higher percentages of detachment were observed at concentrations, 0.1 mg/l of temephos and 0.015 mg/l of permethrin.

Multivariate Analysis of Variance (in General Linear Model) was globally significant ($P < 0.01$) and even for each taxon at 99% confidence level for both temephos and permethrin. However, group comparison test of Newmann and Keuls showed no significant difference ($P > 0.01$) in percentage of insects detached after 24 hours in the gutter at 0.05 mg/l, 0.1 mg/l for temephos for some taxa like Plecoptera and Odonata. There was a significant difference ($P < 0.01$) in percentage of insects detached after 24 hours with the 0.015 mg/l, 0.008 mg/l for permethrin and control for Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera and Odonata.

Tests in gutters on non-target aquatic insect contribute to evaluate the safety margin between the estimated operational amount and the dose likely to cause an undesirable impact (Yameogo et al., 1991). Doses of 0.1mg/l and 0.015mg/l were acceptable for the two operational larvicides used during the study (results of Homogeneous Newmann and Keuls test). The results

obtained before and after spraying indicated that, the non-target insects were not affected after three years of spraying. This aligns with the results obtained by Leveque et al. (1979) and Kurtak et al. (1987) when in the OCP, an aquatic monitoring program of rivers planned to be regularly treated with insecticides was set up and implemented to satisfy major concerns such as the prevention of the irreversible loss of aquatic biodiversity in West Africa.

5. Conclusion

Temephos and permethrin killed more than 90% of the larvae of black fly after 24 hours at carries of 50 and 10 km, respectively. Whereas only limited undesirable effects are caused by permethrin on non-target species, no effect was noticed with temephos. Insects of the order Odonata were more affected by permethrin than insects of the Ephemeroptera, Plecoptera and Tricoptera which are known to be the most vulnerable orders.

In order to reduce the effects of the black fly for a longer period, it will be important to conduct further entomological evaluation using advanced techniques like cytotaxonomy in order to identify the current profile of Simulium species and sub-species. Screen other larvicides used in Cameroon to assess their efficacy and their effects on non-target organisms.

Acknowledgement

Authors thank Prof. Graham Matthews of Imperial College London for his advice during the study.

References

- Arimoro, F.O., Ikomi, R.B. (2009).** Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. *Ecological Indicators* 9(3), 455-461. doi:10.1016/j.ecolind.2008.06.006
- Arimoro, F.O., Ikomi, R.B., Chukwujindu, M.A. (2007).** Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. *Ecological Indicators* 7(3), 541-552. doi:10.1016/j.ecolind.2006.06.002
- Baldet, T., Bouchité, B., Demanou, M., Foyen, F.D. (1997).** Lutte antisimulidienne sur la Sanaga au niveau de la zone sucrière de Mbandjock. *Bulletin de Liaison et de Documentation – OCEAC* 30(3), 157.
- Boatin, B.A., Richard, F.O. Jr. (2006).** Control of onchocerciasis. *Advances in Parasitology* 61:349-394. doi: 10.1016/S0065-308X(05)61009-3

- Cheke, R.A., Meyer, R.R.F., Barro, T., Mas, J., Sima, A.N., Abaga, S.E., Noma, M., Traore, S., Sékéléti, A.V., Wilson, M.D. (2009).** Towards the Elimination of the Bioko form of *Simulium yahense* from Bioko: Planning and Insecticide trials. *Acta Zoologica Lituanica* 19 (2), 132-141. doi: 10.2478/v10043-009-0013-8
- Cheke, R.A., McCall, P.J., Mas, J. (1997).** The vector status of Bioko form of *Simulium damnosum* in Equatorial Guinea. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 91(2), 153-154. doi: 10.1016/S0035-9203(97)90203-0
- Crosskey, R.W. (1969).** The Re-classification of Simuliidae (Diptera) of Africa and its Islands. *Bulletin of the British Museum (Natural History-Entomology)* 14, 1-195.
- Day, J. A., Harrison, A.D., de Moor, F.C. (2002).** Guides to the freshwater invertebrates of southern Africa. Volume 9, Diptera. *WRC Report No. TT 201/02*. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.
- Dejoux, C. (1975).** Nouvelles techniques pour tester in situ l'impact de pesticides sur la faune aquatique non cible. *Cahiers ORSTOM. Série Entomologie et Parasitologie* 13(2): 75-80.
- Hougard, J. M., Poudiougou, P., Back, C., Akpoboua, L. K. B., Quillévere, D. (1993).** Criteria for the selection of larvicides by the Onchocerciasis Control Programme in West Africa. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 87(5), 435-442.
- Hougard, J.M., Escaffre, H., Darriet, F., Lochouarn, L., Riviere, F., Back, C. (1992).** An episode of resistance to permethrin in larvae of *Simulium squamosum* (Diptera: Simuliidae) from Cameroon, after 3½ years of control. *Journal of the American Mosquito Control Association* 8(2), 184-6.
- Kurtak, D.C., Jamnback, H., Meyer, R., Ocran, M., Renaud, P. (1987).** Evaluation of larvicides for the control of *Simulium damnosum*.l. (Diptera: Simuliidae) in West Africa. *Journal of the American Mosquito Control Association* 3(2), 201-210.
- de Moor, I. J., Day, J. A., de Moor, F. C. (2003a).** Guides to the freshwater invertebrates of southern Africa. Volume 7: Insecta I: Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera. *WRC Report No. TT 207/03*. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.
- Leslie, S. (1999).** Importance of Insects and Their Arthropod Relatives. *SaveNature.Org Fact Sheets*. <http://www.savenature.org/grabfile/424.pdf>
- Leveque, C., Hougard, J. M., Resh, V., Statzner, B., Yameogo, L. (2003).** Freshwater ecology and biodiversity in the tropics: what did we learn from 30 years of onchocerciasis control and the associated biomonitoring of West African rivers? *Hydrobiologia* 500(1), 23-49.
- Leveque, C., Odei, M., Pugh, Thomas, M. (1979).** The Onchocerciasis Control Programme and the monitoring of its effects on the riverine biology of the Volta River Basin. *Linnean Society Symposium Series* 5, 133- 145.
- Matthews, G.A., Dobson, H.M., Nkot, P.B., Wiles, T.L., Bischmore, M. (2009).** Preliminary examination of integrated vector management in a tropical rainforest area of Cameroon. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 103, 1098-1104. doi: 10.1016/j.trstmh.2009.03.003
- Traore, S., Wilson, M.D., Sima, A., Barro, T., Diallo, A., Ake, A., Coulibaly, S., Cheke, R.A., Meyer, R.R.F., Mas, J., McCall, P.J., Post, R.J., Post, Zouré, H., Noma, M., Yaméogo, L., Seketeli, A.V., Amazigo, U.V. (2009).** Elimination of onchocerciasis vector from the island of Bioko as a result of larviciding by the WHO African Programme for Onchocerciasis Control. *Acta Tropica* 111(3), 211-8. doi: 10.1016/j.actatropica.2009.03.007
- Yameogo, L., Tapsoba, J. M., Calamari, D. (1991).** Laboratory toxicity of potential black fly larvicides on some African fish species in the Onchocerciasis Control Programme Area. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 21(3), 248-256.

Champignons pathogènes associés aux semences de *Pericopsis elata* et effet des substrats sur la germination, la croissance et l'infection des plantules au Cameroun

Djeugap F. J.¹, Nzuta C.^{1,2}, Temgoua L. F.², Kenmogne G.¹ et Tekam P. M.³

- (1) Laboratoire de Phytopathologie, Département de Protection des Végétaux, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun. e-mail : joseph.djeugap@univ-dschang.org
(2) Laboratoire de Sylviculture, Département de Foresterie, Faculté d'Agronomie et des sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun.
(3) PALLISCO, SARL. Cameroun

DOI : 10.5281/zenodo.495203

Résumé

L'objectif de cette étude est d'identifier les champignons associés aux semences chez *Pericopsis elata* et de tester l'effet des substrats sur la germination, la croissance et l'infection des plantules. Ainsi, des échantillons de semences ont été collectés à partir des gousses dans les localités de Mindourou et de Bidou puis, emportés dans le Laboratoire de Phytopathologie de l'Université de Dschang pour l'isolement et l'identification des champignons à partir des techniques classiques reconnues. Parallèlement, quatre substrats de germination constitués de la terre rouge forestière, du terreau noir, du mélange terre rouge forestière + sable et du mélange terre rouge forestière + fiente de poule ont été considérés pour évaluer l'aptitude des plantules à y croître dans la zone forestière de Mindourou. L'étude montre que les semences de *P. elata* sont colonisées par divers champignons d'importance phytopathologique dont les espèces les plus fréquemment isolées sont : *Rhizoctonia solani* (21,13%), *Cercospora sp* (17,60%), *Aspergillus niger* (12, 67%),

Aspergillus flavus (9, 15%), *Colletotrichum gloeosporioides* (9, 15%) et *Fusarium sp* (8, 45%). Le substrat sable + terre rouge forestière à la proportion 3:1 a donné le taux de germination le plus élevé (72%), 16 jours après semis et le taux d'infection des semences le plus bas significativement semblable au substrat terre rouge forestière ($P < 0,05$). La hauteur des plantules a été la plus élevée dans le substrat terre rouge + fiente de poule à la proportion 3:1 et a atteint 26 cm, 12 semaines après semis. Le taux d'infection des plantules a été le plus faible dans le substrat terre rouge forestière (2,8%). L'étude montre que le substrat terre rouge forestière est approprié pour la croissance des plantules. Les champignons des semences constituent l'une des contraintes majeures de germination des semences de *P. elata* dans les forêts de production au Cameroun ; certains poursuivraient leur développement sur les plantules et entraîneraient diverses maladies foliaires et caulinaires responsables de la mort des plantules.

Mots clés : Champignons isolés des semences, Substrats, *Pericopsis elata* (Assamela), Cameroun

Abstract

The objective of this study is to identify the fungi associated with seeds of *Pericopsis elata* and test the effect of substrates on germination, growth and seedling infection. Thus, seeds were collected in Mindourou and Bidou localities. Isolation and identification of fungi were at the Plant Pathology Laboratory of the University of Dschang using recognized conventional techniques. Four germination substrates made of forest red soil, black soil, forest red soil + sand and forest red soil + poultry manure were considered to assess the ability of seedlings to grow in the forest zone of Mindourou. The study shows that the seeds of *P. elata* are colonized by various fungi of phytopathological importance amongst which the most frequently isolated are: *Rhizoctonia solani* (21.13%), *Cercospora sp* (17.60%), *Aspergillus niger* (12.67%), *Aspergillus flavus* (9.15%), *Colletotrichum*

gloeosporioides (9.15%) and *Fusarium sp* (8.45%). The sand + forest red soil substrate in the ratio of 3:1 gave the highest germination rate (72%), 16 days after sowing and the lowest seed infection rate, significantly similar as the forest red soil substrate ($P < 0.05$). The height of seedlings was highest in the forest red soil + poultry manure substrate in the ratio of 3:1 and reached 26 cm, 12 weeks after sowing. The seedling infection rate was the lowest in the forest red soil substrate (2.8%). The study shows that forest red soil substrate is appropriate for the growth of seedlings and seeds fungi are one of the major constraints of seeds germination of *P. elata* in Cameroon production forests; some of them may continue their development on seedlings to cause various foliar and stem diseases and consequently, the death of seedlings.

Keywords : Fungi isolated from seeds, substrates, *Pericopsis elata* (Assamela), Cameroon

1. Introduction

Pericopsis elata (Harms) Meeuwen est une légumineuse arborée de la famille des Fabaceae connu sous le nom commercial d'Assamela ou Afromosia. C'est une espèce héliophile inféodée à la forêt Guinéo-Congolaise; ses peuplements naturels sont discontinus et distribués au Cameroun, au Congo, en République Démocratique du Congo, en République Centrafricaine, au Ghana et en Côte d'Ivoire (Dickson et al., 2005). C'est un arbre de grande taille qui produit un bois très apprécié sur le marché international utilisé principalement pour le mobilier, les placages décoratifs, les menuiseries intérieures et extérieures, les escaliers, la parqueterie, les constructions navale et ferroviaire, les instruments de musiques, etc. (Howland, 1979 ; Loumeto et al., 2011). Cependant, *Pericopsis elata* est de nos jours, une espèce classée parmi les espèces végétales menacées de disparition par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) ce qui a conduit à son classement à l'Annexe II de la Convention sur le commerce internationale des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES, 2005 ; Bourland et al., 2012). Parmi les facteurs responsables dans sa raréfaction, on cite : sa surexploitation, la difficulté de régénération à partir des graines, l'irrégularité de la fructification (Boyemba, 2011) et les contraintes phytosanitaires qui entravent la germination des graines et la croissance des plantules. Les semences en productions forestières, constituent l'un des principaux moyen de propagation des espèces et en même temps, l'un des vecteurs de dissémination des maladies et pestes. Selon Agarwal et Sinclair (1997), la pathologie des semences étudie la gestion des maladies qui affectent la production et l'utilisation des semences ainsi que les pratiques de gestion des maladies appliquées aux semences. Chez *Pericopsis elata*, les semences en post-récolte ainsi que les plantules en croissance souffrent de diverses maladies fongiques dont les agents pathogènes restent encore non identifiés. Ces pathologies pourraient être responsables du taux de germination relativement faible (8-71%) chez les graines (Abdou, 1998) et de la mort des sauvageons en forêts de production et des plantules en pépinières. A notre connaissance, aucune information n'est disponible sur l'identité des champignons responsables des maladies des semences chez *Pericopsis elata* dans tout le bassin du Congo. Cette étude a pour objectif de fournir des informations sur l'identité de ces champignons pathogènes des semences et de vérifier l'effet des substrats de germination sur la croissance et les pathologies des

plantules. Ces informations seront nécessaires pour une gestion efficace des maladies chez cette espèce.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Sites de collecte des semences

Deux sites ont été choisis pour la collecte des semences. Il s'agit de l'Unité Forestière d'Aménagement (UFA) 10-030 de la société forestière PALLISCO et la plantation d'assamela de Bidou. L'UFA 10-030 est située dans la zone forestière à pluviométrie bimodale (altitude : 600 à 700m, pluviométrie moyenne annuelle : 1500 mm, température moyenne annuelle : 22 à 25°C). Le climat de la région est de type Guinéen classique à deux saisons de pluies entrecoupées de deux saisons sèches (Morin, 1979) tandis que la localité de Bidou se trouve dans la zone forestière à pluviométrie monomodale dont les caractéristiques climatiques sont les suivantes : altitude, 100 et 200 m ; pluviométrie moyenne annuelle, 1600 et 3300 mm ; températures élevées et constantes) (ONADEF, 1991). La carte 1 présente la localisation géographique des deux sites de collecte des semences.



Carte 1 : Localisation géographique de l'UFA 10-030 de la société forestière PALLISCO (A) et de la plantation d'Assamela de Bidou (B)

2.2. Préparation du milieu de culture des champignons

Le milieu culture Pomme de terre Dextrose Agar (PDA) a été préparé à partir du jus de 200 g de pommes de terre pelées, découpées en rondelle et bouillies dans 500 ml d'eau distillée pendant 20 min. Après refroidissement et filtration, 20 g d'agar, 10 g de Dextrose et 1g de Chloramphénicol y ont été ajoutés. Après homogénéisation, le mélange a été ajusté à 1000 ml avec de l'eau distillée dans un Erlen Meyer de 1000 ml, avant d'être stérilisé dans l'autoclave de Chamberlain (marque GeorGIN) à une température de 121°C pendant 15 minutes (Cassagne, 1996 ; Djeugap, 2013 ; Dufresne et Germain, 2014). Après stérilisation, le milieu de culture PDA a été coulé dans des boîtes de Pétri en verre de 90 mm de diamètre préalablement stérilisées au four Pasteur de marque Thénôt à 140°C pendant 120 min. Le choix porté au milieu PDA tient du fait qu'il est le milieu indiqué pour l'isolement et la culture de la plupart des mycètes parasites des espèces vivantes (Cassagne, 1996).

2.3. Isolement et identification des champignons associés aux semences et aux plantules de l'Assamela

Les semences collectées ont été désinfectées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5 % pendant 2 minutes suivi d'un triple rinçage à l'eau distillée stérilisée pour éliminer les traces du désinfectant. Par la suite, ces graines ont été déposées sur du papier



Figure 1: Photographie montrant les colonies de quelques champignons associés aux semences de l'Assamela incubées dans les boîtes de Pétri contenant le milieu PDA, 5 JAE

hydrophile pour absorber l'excès d'eau (Djeugap et al., 2015). Elles ont été ensuite déposées aseptiquement dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre contenant 20 ml de milieu de culture PDA dans une hotte microbiologique près d'une flamme d'un bec Bunsen et placées dans un incubateur à température de 22°C. Cinq jours après ensemencement (JAE), les colonies fongiques visibles autour des graines ensemencées ont été repiquées séparément dans de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu PDA. Après plusieurs repiquages, les cultures pures des champignons obtenues ont été identifiées sur la base de leurs caractéristiques morphologiques (mycélium et fructifications) observées au microscope ordinaire (marque Olympus BH-2) en s'appuyant sur des clés d'identification en mycologie (Barnett et Hunter, 1972 ; Champion, 1997). La fréquence d'isolement (FI) de chaque champignon a été calculée en utilisant la formule (Yamaoka et al., 1997; Iqbal et Saeed, 2012) suivante : $FI = (NF/NT) \times 100$.

NF représente le nombre total des échantillons à partir desquels un champignon particulier a été isolé et NT, le nombre total des échantillons à partir desquels les isolations ont été effectuées (Yamaoka et al., 1997; Iqbal and Saeed, 2012).

2.4. Evaluation de l'effet des substrats sur la germination et les maladies des semences

Les graines «apparemment saines» ont été introduites dans un seau de 10 litres rempli d'eau au $\frac{3}{4}$ afin d'éliminer toutes les graines en flottaison. Les graines denses ont été semées dans des sachets renfermant les substrats à raison d'une graine par sachet. Quatre substrats ont été utilisés à savoir : la terre rouge forestière issue des UFA, le terreau noir, le mélange sable + terre rouge forestière à la proportion 3:1 et le mélange terre rouge forestière + fientes de poules à la proportion 3:1. Un total de 100 graines a été semé par substrat dans des bacs de propagation ; chaque traitement (substrat) a été répété trois fois. Quelques semaines après émergence, le taux de germination et d'infection des graines par substrat ont été déterminés et les plantules saines ont été abondamment arrosées d'eau et délicatement arrachées pour être repiquées dans des sachets de polyéthylène noir de 20 cm de diamètre où elles poursuivront leur croissance. Une semence est considérée comme ayant germé lorsque les cotylédons émergent au-dessus du substrat (Mbaye et al., 2002). Les observations ont été arrêtées lorsqu'on n'observait plus de nouvelle germination.

- Taux de germination = (nombre de graines ayant germé/nombre total de graines semées) x 100.

- Taux d'infection des graines = (nombre de graines non germées et infectées/nombre total des graines semées) x 100 (Djeugap et al., 2014).

2.5. Evaluation de l'effet des substrats sur la croissance et le taux d'infection des plantules

La hauteur des plantules mesurée à l'aide d'une règle graduée a été le paramètre considéré pour évaluer la croissance des plantules dans les différents substrats. La hauteur et le taux d'infection des plantules (TIP) par substrat ont été relevés hebdomadairement pendant 12 semaines après repiquage.

- TIP = (nombre de plantules infectées/nombre total de plantules considérées) x 100 (Djeugap et al., 2014).

2.6. Analyses statistiques

Les données en pourcentages ont été transformées en Arc sinus pour une meilleure normalisation des données avant toute analyse comme recommandée par Vilain (2012). Après les analyses de la variance (ANOVA), lorsque des différences significatives étaient décelées entre les traitements, les moyennes étaient séparées par le test de séparation multiple de Duncan au seuil de probabilité de 5% en utilisant le logiciel SAS (version 9.2).

3. Résultats

3.1. Champignons associés aux semences chez l'Assamela et fréquence d'isolement

Cinq jours après ensemencement (JAE) sur le milieu

PDA, les semences de *Pericopsis elata* sont colonisées par divers champignons qui sont différenciables sur la base de la coloration du mycélium (jaunâtre, grisâtre, blanc, noir, etc.). C'est le cas par exemple, des colonies d'*Aspergillus flavus* (vert-jaunâtre) et d'*A. niger* (noirâtre) bien visibles sur les semences 5 JAE (figure 1).

Sur la base de leurs caractéristiques microscopiques, 11 espèces fongiques ont été identifiées sur les semences de *Pericopsis elata* dont les plus fréquentes sont : *Rhizoctonia solani* et *Cercospora sp* avec pour fréquence respectives 21,12% et 17,60%. Les espèces les moins fréquentes ont été *Fusarium moniliforme*, *Phomopsis vexans* et *Rhizopus nigricans* avec des fréquences respectives de 2,80 ; 3,52 et 3,52%.

3.2. Description des champignons les plus fréquents sur les semences de *Pericopsis elata*

Aspergillus flavus Link (1809) : La colonie mycélienne âgée de 8 jours est jaunâtre à verdâtre sur le milieu de culture PDA. Au microscope, les nombreuses spores unicellulaires sont globuleuses à ovoïdes (figure 2 A et B).

Aspergillus niger Van Tieghem (1867): En culture pure âgée de 8 jours, les colonies mycéliennes ont un aspect poudreux et une couleur noire (revêtement des spores). Au microscope ordinaire, on observe d'abondantes conidies et ordinairement serrées. Les nombreuses spores sont plus ou moins globuleuses à ovoïdes (figure 2 C et D).

Tableau 1 : Nombre d'isolats et pourcentage d'isolement des champignons des semences de *P. elata* dans les forêts de production au Cameroun

Champignons identifiés	BIDOU		MINDOUROU		N _(Total)	Moyenne (%)
	N	%Bi	N	%Mi		
<i>Aspergillus flavus</i>	5	7,04	8	11,27	13	9,15
<i>Aspergillus niger</i>	6	8,45	12	16,90	18	12,67
<i>Cercospora sp</i>	15	21,13	10	14,08	25	17,60
<i>Colletotricum gloeosporioides</i>	7	9,86	6	8,45	13	9,15
<i>Fusarium moniliforme</i>	3	4,23	1	1,41	4	2,86
<i>Fusarium sp</i>	7	9,86	5	7,04	12	8,45
<i>Phoma sp</i>	0	-	9	12,70	9	6,35
<i>Phomopsis vexans</i>	0	-	5	7,04	5	3,52
<i>Rhizoctonia solani</i>	21	29,58	9	12,68	30	21,13
<i>Rhizopus nigricans</i>	5	7,04	0	-	5	3,52
<i>Trichoderma sp</i>	2	2,82	6	8,45	8	5,635
Total	71	100,0	71	100,0	142	100,0

N : Nombre de champignons identifiés sur les semences ; %Bi et %Mi : Pourcentage des champignons identifiés sur les semences de la localité de Bidou et de Mindourou respectivement.

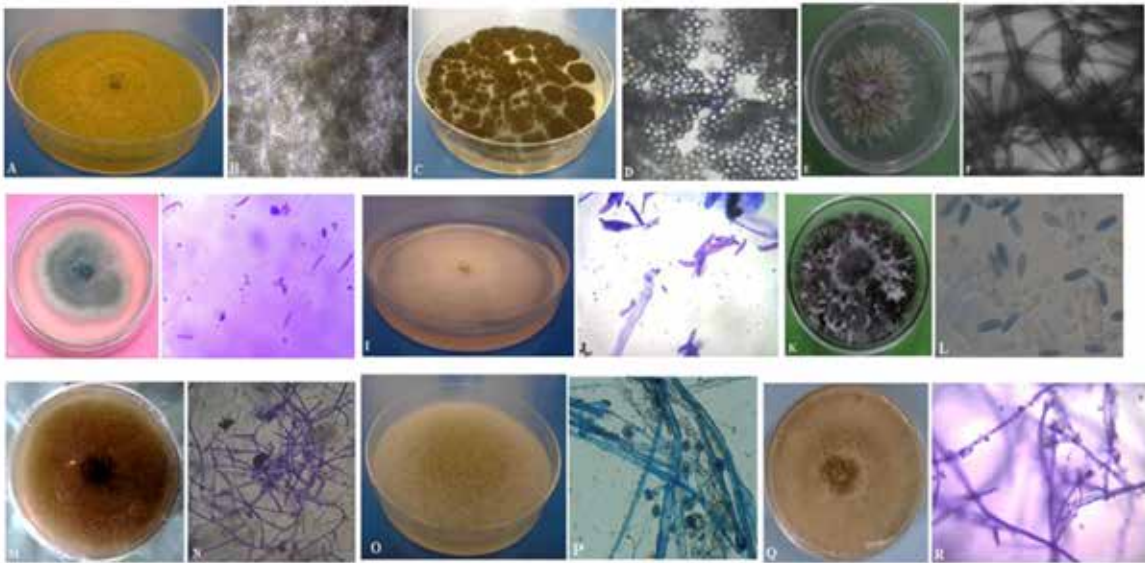


Figure 2 : Colonies fongiques sur le milieu PDA et aspect microscopique du mycélium et des spores des champignons isolés des semences de *P. elata* (400 X). *Aspergillus flavus* (A et B) ; *Aspergillus niger* (C et D) ; *Cercospora* sp (E et F) ; *Fusarium solani* (G et H) ; *Fusarium oxysporum* (I et J) ; *Colletotrichum gloeosporioides* (K et L) ; *Rhizoctonia solani* (M et N) ; *Rhizopus nigricans* (O et P), *Trichoderma* sp (Q et R).

Cercospora sp Fuckel (1863) : Les colonies mycéliennes sont de couleur blanchâtre et d'aspect cotonneux se développant très lentement sur le milieu PDA ; au microscope, les filaments mycéliens sont cloisonnés et de couleur gris pâle (figure 2 E et F).

Fusarium solani (Mart.) Sacc. (1881): Le mycélium est dense, d'aspect poudreux ; au microscope, les conidies sont ellipsoïdes, fusiforme, uni ou pluricellulaires avec un nombre de cellules pouvant atteindre 5 (figure 2 G et H).

Fusarium moniliforme J. Sheld. (1904): Au microscope, le mycélium produit des conidiophores bruns, ramifiés, porteur de deux types de spores: les microconidies et les macroconidies. Les macroconidies, pluricellulaires, possèdent entre 3 à 6 cloisons (figure 2 I et J).

Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. & Sacc. (1884) : Sur le milieu de culture PDA, une culture pure âgée de 12 jours, présente un mycélium cotonneux grisâtre à blanchâtre. Au microscope ordinaire, le mycélium est septé. Les conidiophores sont simples hébergeant de nombreuses conidies cylindriques, incolores, solitaires et unicellulaires (figure 2 K et L).

Rhizoctonia solani J.G. Kühn (1858): Cette espèce est caractérisée par des colonies mycéliennes rayonnantes à la loupe. La croissance radiale est très rapide sur le milieu PDA. Au microscope, le mycélium est marron clair, cloisonné et présente une légère constriction au niveau des cloisons; le mycélium est dépourvu de spores (figure 2 M et N).

Rhizopus nigricans Ehrenb. (1820): En début de développement, le mycélium est cotonneux puis, brun-noir à maturité (3 à 4 jours). Le mycélium à structure coenocytique héberge des sporanges (figure 2 O et P).

Trichoderma sp Persoon (1794): Les colonies sont de couleur marron et d'aspect cotonneux se développent lentement dans les boîtes de pétri. Les conidiophores cloisonnés, dressés portant des spores de petite taille (figure 2 Q et R).

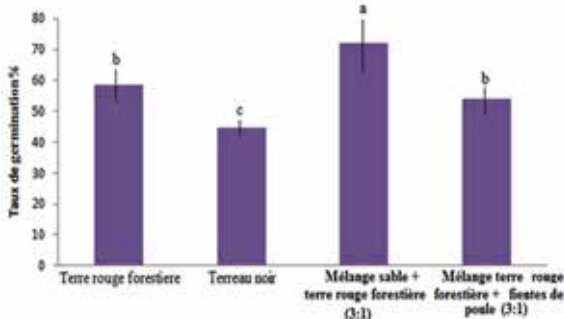


Figure 3 : Germination des graines chez *Pericopsis elata* dans quatre substrats, 16 jours après semis (JAS).

3.3. Effet des substrats sur la germination et les maladies des semences

La germination et le taux d'infection des semences chez l'assamela varient d'un substrat à l'autre. En effet, le substrat sable + mélange terre forestier rouge

a présenté un taux de germination significativement plus élevé par rapport aux autres substrats ($P < 0,05$) tandis que le substrat terreau noir a donné le taux le plus faible. Aucune différence significative ($P > 0,05$) du taux de germination des graines n'a été observée entre le substrat terre rouge forestière et mélange terre rouge forestière + fientes de poules (figure 3). Il a été observé que l'absence de germination des semences n'était pas due uniquement à l'infection.

Dix jours après les semis, les semences du substrat sable + terre rouge forestière ont terminé leur germination et possèdent déjà des feuilles cotylédonaire tandis que

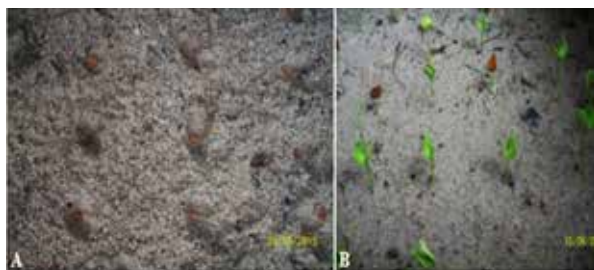


Figure 4 : Photographies montrant l'effet du substrat de germination sur la vitesse de germination chez l'Assamela. (A) : terreau noir et (B) : mélange sable + terre rouge forestière 10 JAS

Tableau 2 : Taux d'infection des semences chez l'assamela, 16 jours après semis (chaque moyenne est suivi, \pm de l'écart type)

Substrats	Infection des semences*
Terre rouge forestier issue des UFA	26,3 \pm 3,3 ^e
Terreau noir	56,4 \pm 4,8 ^a
Mélange sable + terre rouge forestière (3/1)	28,2 \pm 3,8 ^e
Mélange terre rouge forestière + fientes de poules (3/1)	46,8 \pm 5,1 ^b

*Les moyennes dans chaque colonne affectées de la même lettre sont significativement identiques selon le test de comparaison multiple de Duncan à 5%.

Tableau 3 : Effet des substrats sur la hauteur des plantules (cm) de *P. elata* au cours du temps

SAR	Hauteur des plantules* (cm)			
	Terre rouge forestière	Terreau noir	Terre rouge forestière +terreau noir (3/1)	Terre rouge forestière +fientes de poule (3/1)
4	10,7 \pm 1,8 ^a	10,9 \pm 2,5 ^a	10,6 \pm 1,6 ^a	12,3 \pm 2,2 ^a
8	19,3 \pm 2,1 ^a	14,5 \pm 2,3 ^b	16,2 \pm 1,8 ^{ab}	21,2 \pm 2,6 ^a
12	24,8 \pm 2,7 ^a	19,6 \pm 2,2 ^b	21,4 \pm 2,4 ^b	26,9 \pm 3,1 ^a

*Les moyennes dans une ligne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de comparaison multiple de Duncan à 5%.

pour le substrat terreau noir, celles-ci commencent leur levée (figure 4).

Les taux d'infection des semences les plus bas ont été obtenus avec les substrats terre rouge forestière et le mélange sable + terre rouge forestière, 16 Jours Après Semis (JAS) alors que le substrat terreau noir a présenté le taux d'infection le plus élevé (tableau 2).

3.4. Effet des substrats sur la hauteur des plantules chez l'Assamela

Quatre Semaines Après Repiquage (SAR), aucune différence significative n'est observée entre les hauteurs des plantules dans les 4 substrats. Douze SAR, les substrats terre rouge forestière et mélange terre rouge forestière + fientes de poule offrent les hauteurs les plus élevées significativement comparables entres-elles tandis que les substrats terreau noir et mélange terre rouge forestière + terreau noir donnent les hauteurs les plus faibles (tableau 3).

3.5. Influence des substrats sur l'infection des plantules

Les taux d'infection des plantules varient significativement entre les différents substrats. Douze semaines après semis, le taux d'infection a été le plus élevé dans le substrat terreau noir (52,5%) et le plus faible dans les substrats terre rouge forestière (2,8%) et mélange terre rouge forestière + terreau noir (5,3%) le mélange terre rouge + fiente de poule. Le mélange terre rouge forestière + fientes de poule a donné des taux d'infection intermédiaire (tableau 4).

Les moyennes dans une ligne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de comparaison multiple de Duncan à 5%.

4. Discussion

L'étude a mis en relief l'existence de nombreux champignons associés aux semences chez *Pericopsis elata*. Des résultats quasiment analogues avaient été obtenus sur les semences d'autres essences ligneuses tropicales. C'est le cas signalé de *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *Rhizoctonia solani* et *Trichoderma*

Tableau 4 : Influence des substrats sur l'infection des plantules chez *Pericopsis elata*, 4, 8 et 12 semaines après repiquage (SAR) à l'absence de traitement fongicide

SAR	Taux d'infection des plantules			
	Terre rouge forestière	Terreau noir	Terre rouge forestière +terreau noir (3/1)	Terre rouge forestière +fientes de poule (3/1)
4	0	0	0	0
8	0 ^c	8,75 ± 2,6 ^a	0 ^c	2,5 ± 1,1 ^b
12	2,8 ± 1,4 ^c	62,5 ± 8,3 ^a	5,3 ± 2,2 ^c	25,7 ± 5,4 ^b

sp chez *Oroxylum indicum* une espèce de la famille des Bignoniaceae (Pande et Gupta, 2011), *Azadirachta indica* (neem), *Leucaena leucocephala*, et *Gmelina arborea* (Dayan, 2004) chez lesquelles ils provoquent diverses maladies telles que les taches, l'antracnose, les pourritures molles et sèches, les fontes de semis. Les espèces très polyphages comme *F. solani*, *F. moniliforme*, *A. flavus* et *A. niger* ont été recensées sur les semences de plusieurs espèces ligneuses au nombre desquelles on cite : *Terminalia microcarpa*, *Cassia fistula*, *Sterculia foetida*, *Acacia mangium* et *Eucalyptus grandis*, (Dayan, 2004 ; Duda et al., 2004). La forte présence des champignons opportunistes (moisissures) tels que les *Aspergillus* et *Rhizopus* pourrait s'expliquer par les conditions d'humidité élevée existant sous les semenciers qui sont favorables à leur développement. Ainsi, les gousses destinées à la production des semences devraient être collectées directement sur les semenciers lorsqu'elles ont atteint leur maturité physiologique ou à défaut ramasser les gousses fraîchement tombées (maturité physique) afin de réduire la charge fongique des semences. Compte tenu du fait que ces semences sont colonisées par les champignons pathogènes des animaux et de l'homme tels que les espèces du genre *Aspergillus* il serait judicieux de faire attention lors de leur manutention et durant le stockage afin d'éviter d'éventuelles contaminations des semences à l'homme et/ou animaux. En effet, il est établi que les aspergilloses (maladies causées par les espèces *Aspergillus flavus* et *A. fumigatus*) chez l'homme sont généralement des infections cutanées et oculaires, des sinusites aiguës et de cancers (Yu et al., 2005 ; Hedayati et al., 2007; ANOFEL, 2014). Ces champignons identifiés des semences de *Pericopsis elata* au Cameroun est un signal fort qui doit susciter la recherche des méthodes de lutte préventives et curatives pour juguler ces fléaux biologiques. L'étude a montré que les substrats influencent la germination, la hauteur et l'infection des plantules. Bien que certains substrats aient offert des taux de germination élevés (>50%), ils restent cependant inférieurs à ceux (75%) obtenus chez le tournesol (*Helianthus annuus L.*) dans le substrat constitué de sol deux semaines après semis (Yerima

et al., 2015) ; chez *Prosopis africana* dans le sable d'érosion (100%) (Ahoton et al., 2009) mais élevés par rapport à ceux obtenus par Hessou et al. (2009) chez les semences de *Caesalpinia bonduc* dans le substrat terreau chauffé (41%). En effet, la germination est un processus physiologique qui dépend de plusieurs facteurs en l'occurrence : l'état physiologique de la semence lors de sa mise en germination, de son état sanitaire et de la qualité microbiologique du substrat de germination, de la famille botanique, de l'espèce végétale et d'autres facteurs intrinsèques (dormance, etc.) ou extrinsèques (facteurs environnementaux) à la semence (Baskin et Baskin, 2001 ; Tozo et al., 2004 ; Ghaderi-Far et al., 2010 ; M'Sadak et al., 2012 ; Djeugap et al., 2014). Les fientes supplémentées à la terre rouge forestière favoriseraient le développement des maladies sur les semences ; mais pourraient être indiqué pour booster la croissance des plantules après germination des semences dans le substrat sable + terre rouge forestière si les mêmes résultats sont obtenus sur une période d'observation beaucoup plus longue. Bien que les substrats terre rouge forestière et mélange terre rouge forestière + terreau noir offrent des taux d'infection des plantules très bas (2 à 5%), il serait préférable d'utiliser le substrat mélange terre rouge forestière + fientes de poule (qui offre un taux d'infection des plantules intermédiaire mais dans lequel les plants croissent rapidement) pour la production des plantules et appliquer un traitement préventif contre les maladies foliaires.

5. Conclusion

Dans les forêts de production de *Pericopsis elata* au Cameroun, les semences de cette essence classée CITES sont sujettes aux attaques par onze champignons microscopiques qui influencent négativement la capacité de régénération naturelle de l'espèce. C'est la première fois que ces champignons sont signalés sur les semences de *Pericopsis elata*. L'état sanitaire des semences et la nature du substrat utilisé pour la germination des graines et la croissance des plantules constituent des facteurs à prendre en compte lors de la production des plantules destinées au reboisement ou à

la création de plantations de cette espèce. Il est envisagé à court terme des études de biologie moléculaire afin de compléter l'identification de ces champignons des semences, de comprendre leur origine en forêt et de vérifier l'hypothèse de leur transmission des semences aux plantules. Tout ceci permettra de développer des stratégies de lutte efficaces et durables contre les maladies chez *Pericopsis elata*.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude au Programme OIBT/CITES intitulé «Application de la Législation et gestion de l'Assamela (*Pericopsis elata*) dans les forêts de production au Cameroun» n°0039/AAC/ANAFOR/CN/CA Assamela-FP pour le financement qui leur a été accordé, à la société forestière PALLISCO SARL pour toute la logistique mise à leur disposition pour la réalisation des travaux de terrain et à l'ANAFOR pour le suivi et supervision du projet.

Bibliographie

Abdou, K. (2006). Quelques résultats de recherche sur l'assamela «Travaux de recherche en cours sur l'Assamela». Atelier régional africain (Conservation et Gestion durable des arbres, Zimbabwe). *Pericopsis elata : Liste rouge UICN des espèces menacées*. 2p.

Agarwal, V.K., Sinclair, J.B. (1997). Principles of Seed Pathology. Boca Raton, CRC Press, 539 p.

Ahoton, L.E., Adjakpa, J.B., Ifonti, M.E., Akpo, E.L. (2009). Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniciées). *Tropicultura* 27(4), 233-238.

ANOFEL (Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie) (2014). Aspergillose et autres champignons filamenteux opportunistes. *Université Médicale Virtuelle Francophone*, 19p.

Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2001). Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. *Elsevier, Academic Press*, 666 p.

Bourland, N., Kouadio, Y.L., Lejeune, P., Sonké, B., Philippart, J., Daïnou, K., Fétéké, F., Doucet, J.L. (2012). Ecology of *Pericopsis elata* (Fabaceae), an Endangered Timber Species in Southeastern Cameroon. *Biotropica* 44(6), 840–847.

Boyemba, B.F. (2011). Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. *Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles*, Belgique, 181 p.

Barnett, H.L., Hunter, B.B. (1972). Illustrated genera of imperfect fungi. *Burgess Publishing Company*, 200 p.

Cassagne, H. (1966). Milieux de culture et leurs applications. Éditions de la Tourelle, *Microbiology*, 379 p.

Champion, R. (1997). Identifier les champignons transmis par les semences. *Techniques et pratiques*. INRA, Paris, France, 398 p.

CITES (Convention Internationale sur le commerce des Espèces de Flore et de Faune menacé d'extinction) (2005). Atelier OIBT/CITES sur le commerce durable de *Pericopsis elata*. 57^{ème} session du Comité permanent, Genève, Suisse, 4 p.

Dayan, M. (2004). Fungal diseases of forest tree seeds and control measures: A guidebook. Volume 13. *Ecosystem Research and Development Bureau*, Laguna, Philippines, 25p.

Dickson, B., Mathew, P., Mickleburgh, S., Oldfields, S., Pouakouyou, D., Suter, J. (2005). An assessment of the conservation status, management and regulation of the trade in *Pericopsis elata*. *Fauna and Flora International*, Cambridge, U.K., 64 p.

Djeugap, F. J. (2013). Contraintes de germination et diagnostic moléculaire des champignons associés aux maladies chez *Ricinodendron heudelotii* au Cameroun. *Thèse de Doctorat PhD*, Université Laval, Québec, Canada, 188p.

Djeugap, F.J., Bernier, L., Dostaler, D., Fontem, D. A., Avana, M.L. (2014). Germination Constraints on *Ricinodendron heudelotii* in Cameroon. *Seed Technology* 36 (1), 25-36.

Djeugap, F.J., Tsopmbeng, N.G., Kuete, K.E., Yaouba, A., Serferbe, S., (2015). Isolation and identification of fungi associated with avocado fruits from local markets of the West Region of Cameroon. *International Journal of Agricultural and Biosciences* 4(2), 64-68.

Duda, B., Leszek, B., Orlikowski (2004). Rhizoctonia solani on coniferous seedlings in forest nurseries. *Journal of Plant Protection Research* 44(3), 176-180.

Dufresne, P., Germain, G. (2014). Identification des champignons d'importance médicale. *Institut National de Santé Publique*, Quebec, Canada. 59p.

Ghaderi-Far, F., Gherekhloo, J., Alimaghani, M. (2010). Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). *Planta daninha* 28(3), 463-469.

Hedayati, M.T., Pasqualotto, A.C., Warn, P.A., Bowyer, P., Denning, D.W. (2007). *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. *Microbiology* 153, 1677–1692.

- Hessou, C., Kakai, R.G., Assogbadjo, A.E., Odjo, T., Sinsin, B. (2009).** Test de germination des graines de *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Science* 3(2), 310-317.
- Howland, P.P. (1979).** *Pericopsis elata* (Afrormosia). *CFI Occasional Papers* 9. Oxford, UK: University of Oxford.
- Iqbal, N., Saeed, S. (2012).** Isolation of mango quick decline fungi from mango bark beetle, *Hypocryphalus mangiferae* S. (Coleoptera: Scolytidae). *The Journal of Animal Science* 22, 644-648.
- Loumeto, J., Kami, E., Yoka, J., Mombeki, S., Imbounou, A., Samba, J.L., Ossebi, Mbila, S., Banzouzi, J.C. (2011).** PROJET OIBT/CITES/UE «Inventaire de *Pericopsis elata* (Afrormosia) dans une forêt de production au Congo en vue de sa gestion durable». Avis de commerce non préjudiciable sur *Pericopsis elata* au Congo.
- Morin, S. (1979).** Géomorphologie. *Atlas de la province de l'Est*, 86 p.
- M'Sadak, Y., Elouaer, M.A., El Kamel, R. (2012).** Évaluation des substrats et des plants produits en pépinière forestière. *Bois et Forêts des Tropiques* 313(3), 61-71.
- ONADEF (1991).** Inventaire d'aménagement de la Forêt de Kienké-Sud, Ministère de l'Agriculture Yaoundé-Cameroun.
- Pande, B.J., Gupta, R.C. (2011).** Role of seed mycoflora on seed germination of *Oroxylum indicum* (L.) Vent. in Kumaun region of India central Himalaya. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 3(13), 715-720.
- Tozo, K., Kossi, A.M., Odah, K., Bouchet, P., Akpagana, K. (2004).** Les facteurs influençant la germination de la multiplication de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. (Sapindaceae), une espèce médicinale rare et menacée de disparition au Togo. *Acta Botanica Gallica* 151(2), 197-204.
- Vilain, M. (2012).** Méthodes expérimentales en agronomie : *pratique et analyse* (2e Ed.). Rue Lavoisier, Paris, France, 419 p.
- Yamaoka, Y., Wingfield, M.J., Takahashi, I., Solheim (1997).** Ophiostomatoid fungi associated with the spruce bark beetle *Ips typographus* f. *japonicus* in Japan. *Mycology Resource* 101, 1215-1227.
- Yerima, B.P.K., Tiamgne, Y.A., Fokou, L., Tziemi, T.C.M.A., Van Ranst, E. (2015).** Effect of substrates on germination and seedling emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the Yongka western Highlands Research/Garden Park, Bamenda, Cameroon. *Tropicicultura* 33(2), 91-100.
- Yu, J., Cleveland, T.E., Nierman, W.C., Joan, W., Bennett, J.W. (2005).** *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases. *Revista Iberoamericana de Mycologia* 22, 194-202.

Production et potentiel de rendement en tubercules chez les écotypes du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) Hochst de la République Démocratique du Congo

Bungu M.¹, Katanga K.¹, Mungele O.², Kimema Y. S.³

(1) Production et Amélioration Végétales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo / e-mail : denisbungum@yahoo.fr

(2) Faculté de Recherche Agronomique, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo

(3) Département du Développement Rural, Ministère d'Agriculture, République Démocratique du Congo

DOI : 10.5281/zenodo.495206

Résumé

Dans le cadre de diverses études sur la valorisation du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*), deux essais de culture ont été réalisés au plateau des Batékés avec les écotypes de la République Démocratique du Congo en vue d'observer la production des tubercules, évaluer leur potentiel de rendement et les comparer aux écotypes du Nigéria et du Ghana, pays de l'Afrique de l'Ouest où des études sur la plante sont plus avancées.

Les résultats obtenus montrent une différence dans la production de tubercules établissant une distinction entre les écotypes à ce niveau et un potentiel de rendement largement supérieur à celui signalé pour les écotypes des deux pays de l'Afrique de l'Ouest ci haut cités. En effet, la littérature mentionne pour ceux-ci 1 800 à 2 000 kg.ha⁻¹.an⁻¹. Dans notre essai les deux écotypes utilisés ont donné un rendement de 7000 à 19000 kg à l'hectare par an pour

une densité de 10 000 plantes appliquée dans les essais de l'Afrique de l'ouest ci-haut évoqués.

L'essai a été réalisé selon le dispositif en blocs complètement randomisés avec 5 blocs. Le bloc contenait 2 parcelles élémentaires de 12 m² chacune et chaque bloc a été reproduit 5 fois.

Les résultats ont été calculés selon l'analyse de variance où le logiciel statistix 8.0 a été utilisé et le test de la plus petite différence significative appliqué pour dégager les différences entre les traitements. Les résultats ont montré que l'écotype Feshi avait un potentiel en production des tubercules statistiquement supérieur à celui de Ngindinga, respectivement 19 713±2231,93 kg.ha⁻¹.an⁻¹ et 8 433,40±733,69 kg.ha⁻¹.an⁻¹. Pour les deux écotypes, le sol vierge a donné des rendements plus élevés que la jachère.

Mots clés : Tubercules, Haricot Igname d'Afrique, rendement, écotypes

Abstract

As part of various studies on the valuation of African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*), two essays were conducted to the Batékés upland area, with two Democratic Republic of Congo (DRC) ecological types of seeds. The experimentation survey aimed at observing the production of tubers, to assess their yield potentialities, and to compare them with Nigeria and Ghana ecological types of seeds. Western African countries where research is better more ahead.

Results indicated a significant difference in the production of tubers among the DRC types, indicating indeed a distinction between the DRC types which are yielding higher than Nigeria and Ghana types as indicated above. Indeed, several publications are indicating a tuber production ranging from 1 800 to 2 000 kg.ha⁻¹.an⁻¹. In

our experiment, the two ecological types used range from 7000 to 19000 kg for a density of 10 000 plants applied in the essays in the two country of West Africa above.

Essays were laid out in five blocks completely randomized. The block contained two elementary plots of 12 m² each and each block have been reproduced 5 times.

Collected data were subjected to Analyze of Variance through statistix 8.0 software. The mean separation was carried out by Student test using the Least Significant Difference ($P < 0,05$). Whereas Ngindinga and Feshi ecological types range respectively 8 433,40±733,69 kg.ha⁻¹.year⁻¹ and 19 713±2231,93 kg.ha⁻¹.year⁻¹, in a 10 000 density related with. As well, uncultivated ground yielded higher than fallow ground.

Keywords : Tubers, Yam bean of Africa, yield, ecological type.

1. Introduction

Le haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst) est une légumineuse herbacée qui produit des graines et des tubercules riches en protéines. Les graines sèches renferment 21 à 29 % et les tubercules 10 à 19% du poids sec (Adewale et Dumet, 2009). Originaires de l'Afrique tropicale où elle est distribuée naturellement depuis le Nigéria jusqu'au Mozambique et depuis le Sénégal jusqu'à l'Erythrée et l'Éthiopie (Wilczek, 1954), la plante a fait l'objet d'un certain nombre d'études chimiques, agronomiques, génétiques et botaniques principalement sur les écotypes de l'Afrique de l'ouest (Dukes, 1981 ; Potter et Doyle, 1992 ; Okpara et Omaliko, 1995 ; Okpara et Omaliko, 1997 ; Amoatey et al, 2000 ; Baudoin et Mergeai, 2001 ; Klu et al., 2001 ; Akande, 2009 ; Adewale et Dumet, 2009 ; Adewale et al., 2010 ; Adewale et al., 2011 ; Aremu et Ibirinde, 2012). En ce qui concerne le potentiel de rendement en graines, il ressort de ces études un rendement de 300 à 500 kg en cultures paysannes et de 3 000 kg en cultures sur parcelles expérimentales. En ce qui concerne les tubercules, il est rapporté 1 800 à 2 000 kg de tubercules à la station de recherche de Nsukka au Nigeria (Anonyme, 2006). En ce qui concerne les caractéristiques des tubercules, il est rapporté que les tubercules mesurent 5 à 8 cm et pèsent entre 50 et 300 g maximum (Baudoin et Mergeai, 2001 op cit).

En République Démocratique du Congo, on note 4 études floristiques qui mentionnent la plante dans la flore et parmi les plantes comestibles (Wilczek, 1954 ; Malaisse et Parent, 1985 ; Malaisse, 1987 ; Katanga, 2004), 2 études chimiques faites uniquement sur les graines (Onyembe et Paulus, 1982 ; Onyembe et Kejuni, 1983) et une étude agronomique de Katanga et al. (2010). Dans cette dernière étude, les auteurs signalent un rendement à l'hectare de 7 à 10 tonnes dans un essai expérimental conduit à Lubumbashi avec un écotype local.

Fort de ces premiers résultats sur les tubercules, la présente étude a été entreprise dans l'objectif d'observer la production de tubercules sur les écotypes de la RDC et en évaluer le potentiel de rendement par rapport à celui des écotypes de l'Afrique de l'Ouest.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Milieu

Les essais ont été réalisés sur deux sites, à Menkao et à Mutshio, au Plateau des Batéké situés respectivement à 100 et 180 km de la ville de Kinshasa. Le site expérimental de Menkao était une jachère de 10 ans dans laquelle la savane à *Hyparrhenia* s'est reconstituée

tandis que le site de Mutshio était un terrain vierge (sol non encore cultivé) portant une savane dominée par *Ctenium newtonii* et *Eragrostis gangetica*.

2.2 Matériel

Les semences utilisées ont été obtenues auprès des paysans lors des enquêtes et des collectes effectuées dans les zones agricoles de Feshi dans la Province de Bandundu et de Ngindinga dans la province du Bas Congo, soit 2 écotypes désignés dans l'étude à Feshi et Ngindinga.

Feshi est un territoire de 19 187 km² avec une population de 457 319 habitants à la densité de 23,83 habitants (km²)⁻¹ avec une pluviométrie de 1 300 mm d'eau an⁻¹. Les coordonnées géographiques sont : latitude -6°8' Sud, longitude 18°10' Est, altitude 705 m (Anonyme, 2015). Ngindinga a une superficie de 8 260 km², avec une population de 465 123 habitants, ce qui correspond à la densité de 56,31 habitants (km²)⁻¹. Les coordonnées géographiques sont : -4°9' latitude sud, 15°2' longitude Est et 210 m d'altitude, la pluviométrie varie entre 1200 à 1600 mm d'eau an⁻¹ (Anonyme, 2015).

2.3 Méthodes

Les essais ont été installés sur deux sites, à Menkao et à Mutshio, au Plateau des Batéké situés respectivement à 100 et 180 km du centre de Kinshasa. Le site expérimental de Menkao était une jachère de 10 ans sur laquelle la savane à *Hyparrhenia* s'est reconstituée tandis que le site de Mutshio était une savane dominée par *Ctenium newtonii* et *Eragrostis gangetica* où aucune culture n'avait encore été installée. Le sol du Plateau des Batéké est, tel que décrit par Ndembo (2000), de texture sablo-argileuse avec une forte proportion du sable qui s'élève à 67,13%, de pH 4.02 à 5.26 et pauvres en P, Ca, Mg, K et en Na échangeables. Selon le même auteur, le climat du Plateau des Batéké est tropical humide du type Aw selon la classification de Köppen, avec une pluviométrie annuelle de 1350 à 1500 mm répartie sur 8 mois et une température moyenne autour de 24°C.

Les essais ont été installés selon le dispositif en blocs complètement randomisés comprenant 5 répétitions et 2 traitements constitués des 2 écotypes. Le semis a été fait en poquets aux écartements de 1m x 1m à raison de 2 graines, sur des parcelles de 6 m de long et 2 m de largeur. La récolte des tubercules a eu lieu 9 mois après les semis.

Chaque parcelle élémentaire contenait 21 plantes en 3 lignes de 7 plantes chacune, le bloc avait 27 m² (13,5 m de long et 2 m de large) et l'essai avait 243 m² (18 m de long et 13,5 m de large).

Aucun fertilisant n'a été apporté et au total 3 sarclages ont été réalisés. Les résultats obtenus ont été traités à l'analyse de la variance au seuil de probabilité de 5%. Le test de la plus petite différence significative (PPDS) ou Least Significant Difference (LSD) nous a servi à déceler les différences significatives entre les traitements. Les paramètres observés ont concerné le nombre de tubercules par plante obtenu à partir d'un échantillon de 25 plantes à raison de 5 plantes par répétition. Les résultats sont exprimés en pourcentage de plantes ayant au plus 5 tubercules (a) ; celles avec 6 à 10 tubercules (b) ; enfin, les plantes ayant plus de 10 tubercules (c).

- Pour (a) : % = (Nbre de Plantes avec au plus 5 tubercules / 25) x 100

- Pour (b) : % = (Nbre de Plantes avec 6 à 10 tubercules / 25) x 100

- Pour (c) : % = (Nbre de Plantes avec au moins 10 tubercules / 25) x 100

-Poids moyen de tubercules par plante (g) : obtenu, selon les critères de description définis par Adewale et Dumet (2011), de la moyenne du poids des tubercules récoltés sur 25 plantes = **Poids total de tubercules de 25 plantes (g) / 25**

-Rendement en tubercules à l'hectare : obtenu, selon les critères de description définis par Adewale et Dumet (2011), en multipliant le poids moyen par plante par 10 000 (densité de semis à 1 plante par poquet à l'écartement de 1 m x 1 m)

-La proportion de tubercules commercialisables (% TC) : pour chaque écotype, nous avons constitué 10 lots de tubercules en les prélevant de la quantité totale de tubercules récoltés de l'essai. Les lots ont été pesés. A partir des poids des lots obtenus, nous avons calculé la moyenne (Moy. 1). Puis, de chaque lot nous avons procédé au tri à vue des tubercules de calibre intéressant que nous avons pesés. A partir de

ces poids, nous avons calculé la moyenne (Moy. 2). Enfin, sur la base des 2 moyennes, nous avons calculé la proportion de tubercules commercialisables: % commercialisables = (Moy 2/Moy 1) x 100.

-Longueur et Diamètre de tubercules choisis de manière aléatoire de la quantité totale produite de chaque écotype. Nous avons calculé la moyenne en même temps que nous avons ressorti le pourcentage de tubercules en rapport avec les classes de longueur et de diamètre. Les classes étaient définies comme suit :

* pour la longueur : maximum 100 mm ; 101 à 200 mm ; 201 à 400 mm ; plus de 400 mm

* pour le diamètre : maximum 45 mm ; 46 à 75 mm ; 76 à 150 mm ; plus de 150 mm

Le pourcentage a été calculé selon la formule : (Nombre de tubercules par classe / 40) x 100

- **Forme de tubercules** définie d'après le rapport Longueur sur diamètre de manière mesurés des 40 tubercules de la manière suivante :

* **Forme allongée :** lorsque $L/d \geq 2$,

* **forme oblongue :** lorsque $1 \leq L/d \leq 2$

* **forme arrondie :** lorsque $L/d \leq 1$

Les résultats sont exprimés en pourcentage selon la formule : (Nombre de tubercules par forme/40) x 100

- **La profondeur de tubérisation :** observée lors de la récolte en mesurant la profondeur d'extirpation des tubercules sur les 25 plantes.

3. Résultats

3.1. Pourcentage de plantes selon le nombre de tubercules sur pied

Les résultats sur les pourcentages des plantes selon le nombre de tubercules par plante sont présentés sur la figure 1. De la figure 1, il apparaît que 96% de plantes de l'écotype de Ngindinga produisent jusqu'à 10 tubercules, le plus grand nombre ayant 1 à 5 tubercules. Seulement 4% ont produit plus de 10 tubercules pendant que chez l'écotype de Feshi, il y a eu 36% avec plus de 10 tubercules. En prévision du

Tableau 1 : Poids moyen de tubercules par plante et rendement à l'hectare chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa* sur le site de Menkao

Écotypes	Poids tubercules par plante (g)	Rendement moyen à l'ha (kg)
Feshi	1 202,70±366,16	12 070,00±3 661,63
Ngindinga	740, 84±197,69	7 408,40±1 976,98
LSD	682, 03	6820,3

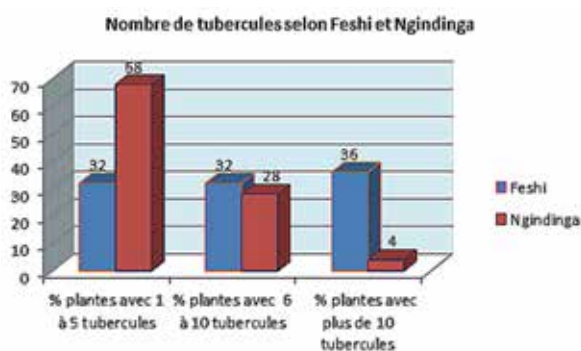


Figure 1 : Pourcentages des plantes selon le nombre de tubercules chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa*

choix de matériel à recommander dans la vulgarisation du haricot igname, l'écotype de Feshi apparaît, pour ce paramètre de nombre de tubercules, relativement plus intéressant, d'autant qu'en plus nous enregistrons ainsi 68% de plantes avec 6 à plus de 10 tubercules contre 32% chez l'écotype de Ngindinga.

3.2 Poids moyen de tubercules par plante et rendement à l'hectare

Les résultats sur le poids moyen de tubercules par plante et le rendement à l'hectare sont repris dans les

Tableau 2 : Poids moyen de tubercules par plante et rendement potentiel chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa* sur le site de Mutshio

Ecotypes	Poids tubercules par plante (g)	Rendement moyen à l'ha (kg)
Feshi	1 971,384 ^a ±223,19	19 713,84 ^a ±2 231,93
Ngindinga	843, 34 ^b ±69,63	8 433,40 ^b ±733,69
LSD	313,72	3 267,0

tableaux 1 et 2. Bien que les résultats du tableau 1 ne montrent pas une différence significative de poids de tubercules par plante entre l'écotype de Feshi et celui de Ngindinga, les poids obtenus sont cependant plus élevés que ceux évoqués dans la littérature existant sur la plante (Baudoin et Mergeai, 2001 ; Anonyme, 2006). L'écotype de Feshi fournit un poids et un rendement à l'hectare supérieurs comparativement à l'écotype de Ngindinga même si la différence n'est pas statistiquement significative. De l'essai de Mutshio, le tableau 2 montre des poids des tubercules par plante relativement plus élevés que ceux de l'essai de Menkao et une différence significative entre l'écotype de Feshi et l'écotype de Ngindinga.

Au-delà de la différence statistique ressortie entre les deux écotypes, les résultats du tableau 2 confirment ceux du tableau 1 sur les poids en tubercules plus intéressants que ceux mentionnés dans la littérature. Un rendement en tubercules allant de 7 000 à 10 000

Tableau 3 : Proportion de tubercules commercialisables chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa*

Ecotype Feshi	Poids de tubercules par lot (kg)	Poids des tubercules commercialisables (kg) des 10 lots	% tubercules commercialisables
1.	50,5780	45,3788	89,72
2.	50,1456	44,6944	89,13
3.	20,0712	18,8450	93,89
4.	40,2922	30,2550	75,09
5.	33,7185	27,7885	82,42
6.	29,1209	24,7935	85,14
7.	23,6206	14,1665	59,98
8.	24,3360	18,9937	78,05
9.	33,0520	28,2548	85,49
10.	39,9051	36,2375	90,81
Moyenne	34,484^a±10,685	28,941^a±10,601	82,97^a±9,947
Ngindinga			
1.	18,3296	13,3526	72,85
2.	39,6027	28,9313	73,06
3.	21,9809	14,9595	68,06
4.	21,8513	17,0751	78,15
5.	30,1693	19,8626	65,84
6.	22,3556	15,6352	69,94
7.	14,2472	8,4459	59,29
8.	26,2416	14,1260	53,83
9.	26,9553	15,2653	56,64
10.	30,2194	15,4534	51,14
Moyenne	25,195^b±7,136	16,311^b±5,291	64,88^b±9,148

kg est obtenu à Menkao et à Mutshio pendant que la littérature sur la plante rapporte des rendements de 1 800 à 2 000 kg en essai expérimental.

3.3. Proportion de tubercules commercialisables

Les résultats sur la proportion de tubercules commercialisables sont consignés dans le tableau 3. Le tableau 3 montre que la proportion des tubercules commercialisables est statistiquement différente entre l'écotype de Feshi et celui de Ngindinga : environ 83% chez Feshi et 65 % chez Ngindinga selon l'analyse de la variance au seuil de probabilité 5%.

Figure 2 : Longueur des tubercules chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa* (mm)

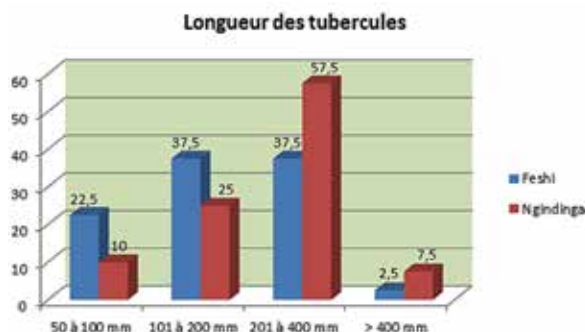


Figure 3 : Diamètre (%) des tubercules chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa*

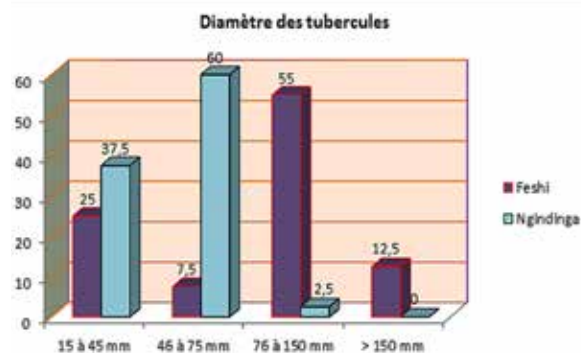
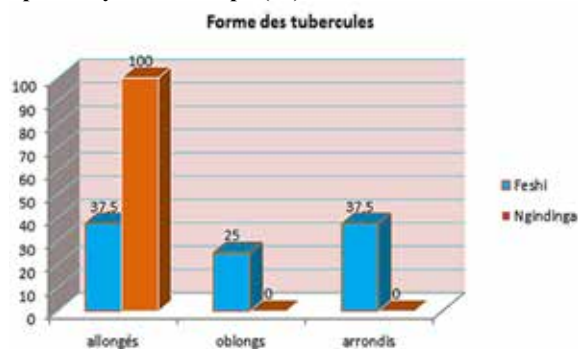


Figure 4 : Forme des tubercules chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa* (%)



3.4. Longueur, diamètre et forme des tubercules

Les résultats sur la longueur, le diamètre et la forme des tubercules observés chez 2 écotypes de haricot igname d'Afrique congolais sont mieux présentés sur les figures 2, 3 et 4.

La figure 2 montre que chez l'écotype en provenance de Ngindinga, 65% de tubercules mesurent plus de 200 mm contre 40% chez l'écotype en provenance de Feshi. Il est intéressant de constater que pour l'ensemble des 2 écotypes, la forte majorité des tubercules qu'ils produisent mesure plus de 100 mm. La moyenne faite sur les 40 tubercules de l'échantillon est de 243 mm chez Ngindinga et 132 mm chez Feshi. Ces longueurs moyennes sont supérieures à celles mentionnées dans la littérature sur la plante, soit 5 à 8 cm (Baudoin et Mergeai, 2001). L'écotype de Feshi fournit plus de tubercules de faible longueur (< 210 mm) comparativement à celui de Ngindinga soit 60% contre 40%.

On note de la figure 3 que l'écotype de Ngindinga fournit plus de tubercules de diamètre inférieur à 76 mm comparativement à celui de Feshi pendant que ce dernier donne plus de tubercules de diamètre supérieur à 75 mm. Les résultats de la figure 4 montrent une nette différence quant à la forme des tubercules entre l'écotype de Feshi et celui de Ngindinga. Alors que ceux de Ngindinga sont tous allongés, ceux de Feshi manifestent une variabilité : 37,5% de tubercules allongés, 25 % oblongs et 37,5% arrondis.

3.5. Profondeur de tubérisation

Les résultats sur la profondeur de tubérisation sont consignés dans le tableau 4.

Les résultats du tableau 4 renseignent que l'écotype de Ngindinga tubérise plus profondément dans le sol que l'écotype de Feshi. Ainsi la récolte des tubercules de l'écotype de Feshi a été, par ailleurs, aisée se faisant même par simple grattage avec les mains, alors que celle des tubercules de Ngindinga a nécessité l'usage d'une houe ou d'une machette.

4. Discussion

Les résultats obtenus de nos essais montrent que le rendement en tubercules des 2 écotypes utilisés est de loin supérieur à celui rapporté par la littérature sur le haricot igname, soit 7 à 19 tonnes face à 1.8

Tableau 4 : Profondeur de tubérisation chez 2 écotypes de *Sphenostylis stenocarpa*

Ecotype	Profondeur
Feshi	20 à 30 cm
Ngindinga	40 à 50 cm

à 3 tonnes observées en Afrique de l'Ouest selon les littératures. Ces résultats rejoignent ceux obtenus précédemment par Katanga et al (2010) et ainsi démontrent qu'en République Démocratique on trouve des génotypes à potentiel de rendement élevé, comparable au rendement observé pour les tubercules de consommation courante dans les régions tropicales (manioc, patate douce, ignames) contrairement aux génotypes de l'Afrique de l'Ouest que Amoatey et al (2000) ont, du fait de leur rendement faible, considéré même moins intéressants au niveau des tubercules. En soumettant la plante aux programmes d'amélioration, il est certain d'avoir des cultivars au rendement stable et même encore plus élevé. Un rendement élevé et stable lié à la valeur protéique des tubercules donne à l'espèce *Sphenostylis stenocarpa* des avantages sur les tubercules de consommation courante dans la sécurité alimentaire des populations de la RDC et de l'Afrique tropicale. C'est paradoxal que dans un territoire comme celui de Feshi où la plante est déjà dans les pratiques culturales, les populations soient comptées parmi les plus exposées à la malnutrition.

La différence de rendement observé entre nos résultats et ce qui est rapporté de l'Afrique de l'Ouest peut trouver l'explication dans la différence génétique que Potter et Doyle (1992) soutiennent dans leur étude sur l'origine de *Sphenostylis stenocarpa* mais aussi de la domestication. En effet, à l'issue de cette étude menée auprès des populations au Ghana, au Nigeria et en RDC, les auteurs concluent que les types de l'Afrique de l'Ouest ont été domestiqués pour plus des graines que des tubercules alors que ceux de la RDC ont été domestiqués pour plus des tubercules. Cette conclusion se trouve en partie confirmée car dans une étude de caractérisation (sous presse), nous avons constaté que 3 variétés provenant de la collection de l'IITA n'ont pas du tout tubérisé mais ont produit beaucoup plus de graines par rapport à 8 écotypes de la RDC collectés à Lubumbashi (province du Katanga), Feshi, Kimbau, Masimanimba (province de Kwango), Ngindinga et Mbanza Ngungu (province du Kongo Central), Mikondo et Menkao (province de Kinshasa).

Les résultats de notre étude ressortent une nette différence entre les 2 écotypes utilisés tant au niveau du rendement que de certaines caractéristiques des tubercules, en l'occurrence le nombre de tubercules par plante, la forme de tubercules, la longueur et le diamètre des tubercules, la profondeur de tubérisation, la proportion de tubercules commercialisables. Entre les 2 écotypes, celui en provenance de Feshi apparaît être plus intéressant que celui de Ngindinga particulièrement en ce qui concerne le

potentiel de rendement à l'hectare sans doute en partie lié au nombre élevé de tubercules par plante et en ce qui concerne la proportion des tubercules commercialisables, plus élevée chez Feshi, sans doute aussi lié au diamètre lequel est plus élevé chez l'écotype de Feshi dénotant ainsi que ses tubercules sont plus charnus. Ces résultats, laissent déjà à ce stade présager une certaine diversité génétique au sein de *Sphenostylis stenocarpa* en RDC, laquelle peut être très prometteuse pour l'amélioration de cette plante. Pour cela, il y a une nécessité d'envisager un travail important de collecte et un programme de sélection.

Par rapport aux caractéristiques des tubercules, il ressort de notre étude une différence de dimensions entre les écotypes de la RDC et ceux de l'Afrique de l'Ouest dont on rapporte selon Okpara et Omaliko (1997) 5 à 8 cm, alors que ceux de la RDC mesurent en majorité 10 à 40 cm de long et 45 à 150 mm de diamètre.

5. Conclusion

Nous avons mené la présente étude principalement pour observer la production de tubercules sur les écotypes de la RDC et en évaluer le potentiel de rendement par rapport à celui des écotypes de l'Afrique de l'Ouest, sur lesquels la littérature s'est basée pour déclarer le rendement de cette légumineuse secondaire, très peu exploitée à l'heure actuelle. Parallèlement, l'étude avait aussi l'ambition d'observer la diversité du matériel provenant des différentes aires écologiques du pays.

Les résultats obtenus montrent sans aucun doute que la RD Congo dispose des écotypes de *Sphenostylis stenocarpa* au potentiel de rendement en tubercules plus élevé que ceux de l'Afrique de l'Ouest. Avec les rendements de 7 à 19 tonnes obtenus du matériel non encore sélectionné, il y a lieu de confirmer les avantages que le haricot igname représente dans la sécurité alimentaire et ainsi d'espérer que l'intérêt des chercheurs et des gouvernements se trouvera stimulé.

Notre étude a aussi montré que la RDC est un centre de diversité génétique différent de celui de l'Afrique de l'Ouest. Sur la base des caractéristiques des tubercules, en l'occurrence le nombre de tubercules par plante, la forme de tubercules et la profondeur de tubérisation, il est possible de déterminer des variétés.

A l'avenir, il sera indispensable de collecter des écotypes dans plusieurs villages du Bandundu, du Bas Congo et du Katanga où, plus qu'ailleurs, la plante est signalée faire l'objet de culture et de consommation et d'évaluer leurs caractéristiques morphologiques et agronomiques. De même, il sera important d'étudier

la production de gousses et graines, d'évaluer le comportement en culture à plat par rapport à la culture sur billons et les effets du tuteurage ainsi que de la densité. Enfin, il est nécessaire de faire les analyses chimiques pour ressortir la valeur alimentaire et les analyses moléculaires pour qu'en plus des caractéristiques morphologiques et agronomiques on ait le maximum de données pour préciser la diversité génétique.

Au vu des résultats des écotypes Feshi et Ngindinga notamment sur le rendement en tubercule kg.ha⁻¹. an⁻¹, le diamètre de tubercules, la proportion de tubercules commercialisables, le type de tubérisation, nous recommandons de cultiver l'écotype Feshi en RD Congo. Son enracinement superficiel facilite les travaux de récolte comparativement à l'écotype Ngindinga dont l'enracinement vertical rend difficile la récolte provoquant la perte des tubercules qui se cassent et restent au sol.

Nous recommandons aussi que la plante soit cultivée dans le sol vierge, c'est-à-dire un sol non encore cultivé pour espérer des rendements plus élevés. Toutefois des études doivent être menées pour améliorer la capacité de la plante à produire dans le sol plus pauvre comme. Des études ultérieures sont envisageables entre les types de *Sphenostylis stenocarpa* de l'Afrique de l'Ouest et ceux de la RD Congo dans les conditions écologiques de la RD Congo en vue d'évaluer le potentiel faible de production en tubercules comme le rapportent les publications.

Remerciements

Nous remercions en particulier le Comité de Gestion du Fonds de Promotion de l'Industrie (F.P.I.) pour les subsides accordés. La plante nécessitant une transformation pour sa valorisation, nous considérons cet appui comme une contribution déterminante dans le développement de la culture de cette plante.

Nous remercions aussi Monsieur Casimir Nkakala pour les facilités de terrain à Menkao et la participation aux tâches d'entretien et de prélèvement des données.

Bibliographie

Adewale, D. and Dumet, D. (2009). African yam bean: a crop with food security potentials for Africa. *African Technology and Development Forum Journal*, volume 6, 66-71.

Adewale, B.D. and Dumet, D.J. (2011). Descriptors for African yam bean. International Institute of Tropical Agriculture, *IITA series* (accessible on www.iita.org)

Adewale, B.D., Kehinde, O.B., Popoola, J.O. and Aremu, C.O. (2010). Seed metrics for genetic and shape determinations in African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms). *African Journal of Plant Science*, vol. 4(4), 107-115

Adewale, B.D., Dumet, D.J., Vroh-Bi, I., Kehinde, O.B., Ojo, D.K., Adegbite, A.E. et Franco, J. (2011). Morphological diversity analysis of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms) and prospects for utilization in germplasm conservation and breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution*.

Akande, S.R. (2009). Germplasm characterization of African Yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) from south-west Nigeria. *Acta Horti* 806: 695-700

Amoatey, H.M., Klu, G.Y.P., Bansa, D., Kumaga, F.K., Aboagye, S.O., Bennett-Lartey and Gamedoagboa, D.K. (2000). The African Yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*): a neglected crop in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, vol. 1, 53-60

Anonyme (2006). Lost crops of Africa: volume II: vegetable, *The National Academies Press/ National Academy of Science*, 322-344.

Anonyme (2015). Rapport annuel, *Administration du territoire, Ministère de l'Intérieur* 215-217.

Anonyme (2015). Rapport des cellules chargées des entités décentralisées, *Ministère de l'Intérieur* 111-114.

Aremu, C.O. and Ibirinde, D.B. (2012). Biodiversity studies on accessions of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*). *Journal of Agricultural Research*, 7, 78-85

Baudoin, J.P. et Mergeai, G. (2001). Haricot igname africain *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. In *Agriculture en Afrique Tropicale*, Editeur Raemaekers R. H., DGCI/Bruxelles, 362-364.

Duke, J.A. (1981). Handbook of legumes of world economic importance. *Plenum Press, New York, USA*, 220-222

Edem, D.O., Amugo, C.I. and Eka, O.U. (1990). Chemical composition of yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*). *Tropical Science*, 30, 59-60.

Katanga, K. (2004). Aperçu sur quelques espèces spontanées : leur contribution dans l'alimentation et les efforts de mise en culture. In *Cahiers du CERPRU*, ISDR-Bukavu, n° 16, vol.I, 15-21

Katanga, K., Abandelwa, M., Lukoki, L., Bungu, M. et Matembele, M. (2010). Possibilités d'intensification de la culture du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex A.

Rich) Harms) en République Démocratique. *Annales de la Faculté des Sciences Agronomiques*, vol. 3, n°1, 112-120

Klu, G.Y.P., Amoatey, H.M., Bansa, D. and Kumaga, F.K. (2001). Cultivation and use of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) in the Volta Region of Ghana. *The Journal of Food Technology in Africa*, vol. 6, n° 3, 74-77

Malaisse, F. et Parent, G. (1985). Edible vegetable products in the zambezian woodland area: a nutritional and ecological approach. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 18, 43-82.

Malaisse, F. (1997). Se nourrir en forêt claire africaine. *Presses universitaires de Gembloux, Belgique*.

Ndembo, Longo, J. (2000). Conditions agro-écologiques et socio-économiques de Menkao, plateau de Batéké, *Inédit*.

Okpara, D.A. and Omaliko, C.P.E. (1995). Effects of staking, nitrogen and phosphorus fertilizer rates on yield and yield components of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*). *Ghana Journal Agric. Sci.* 28-29, p23-28

Okpara, D.A. and Omaliko, C.P.E. (1997). Response of African yambean (*Sphenostylis stenocarpa*) to sowing date and plant density. *Indian Journal of Agricultural Science* 67 (5), 220-221.

Onyembe, P.M.L. et Paulus, J. (1982). Etude de la valeur nutritive des graines de *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. *Revue Zaïroise des Sciences Nucléaires* 3, 199-210

Onyembe, P.M.L. et Kejuni, K. (1983). Influence de différents traitements thermiques sur les facteurs antitrypsiques des graines de *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. *Revue Zaïroise des Sciences Nucléaires* 4, 55-62

Potter, D. and Doyle, J.J. (1992). Origins of the African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*, Leguminosae): Evidence from Morphology, Isozymes, Chloroplast DNA, and Linguistics. *EconomyBotany* 46 (3) pp 276-292.

Wilczek, R. (1954). *Sphenostylis* E. Mey. In *Flore du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, Spermatophytes, vol. VI, Bruxelles, 273 - 27

Wood characterization of *Gnidia glauca* (Fresen.) gilg (Thymelaeaceae) and its possible utilization as material for pulp production in Northwest Cameroon

Momo S. M. C.¹, Avana M. L.², Ngueguim J. R.³ and Kemeuze V. A.⁴

- (1) Laboratory of Applied Botany, Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Dschang-Cameroon, P.O. Box: 67 Dschang; e-mail. mcarofr@yahoo.fr
(2) Department of Forestry, FASA, University of Dschang, Cameroon
(3) Institut de la Recherche Agricole pour le Développement
(4) Millennium Ecologic Museum (MEM)

DOI : 10.5281/zenodo.495213

Abstract

Over the centuries, paper has been made from a wide variety of materials. Today fiber comes mainly from two sources: wood and recycled paper products. *Gnidia glauca* bark was used in neighbouring Oku for local paper production. The properties of wood and bark of *Gnidia glauca* have been less explored in the literature. Therefore, in this study, the anatomical properties were investigated to evaluate the potential utilization of this species especially in pulp and paper production. Sections (transversal, tangential and radial) with a thickness of about 15-30 μ m were obtained from eight samples and contain phloem, cambial zone and secondary xylem. The sections were stained with 0.1% safranin O. to determine the fiber length and vessel element, we used maceration. Densities of vessels, cambial zone thickness, fiber wall thickness, fiber length were measured in bright-field microscopy images using AnalySIS Pro 3.2 software.

The results show that our species contain short wood fiber (1.32 mm in average) while the fiber bark are longer. *Gnidia* wood fibers are the longest among *Ailanthus altissima* trunk fiber, wheat straw, canola stalks, cotton stalks and Aspen. Fiber diameter of bark is about twice of those of common papermaking and lumen width is the smallest. Cell wall thickness of *Gnidia glauca* fiber bark is thicker than those of *Gnidia* wood and non-wood fibers; consequently, the Runkel ratio is highest (7.35). The flexibility coefficient of *Gnidia glauca* xylem fibers is 54.51, so it is included in the elastic fibers group while phloem fibers is 12.15 and it is included in the highly rigid fiber. The results of anatomical study of *Gnidia glauca* show that its xylem fiber dimensions are in the normal range for hardwood and are suitable for paper manufacturing.

Keywords: *Gnidia glauca*, bark, fiber, paper, Cameroon.

Résumé

Depuis des siècles, le papier est fabriqué à partir d'une grande variété de matériaux. Aujourd'hui la fibre provient principalement de deux sources: le bois et les produits issus du papier recyclé. L'écorce de *Gnidia glauca* a été utilisée autour de la région du mont Oku pour la production locale de papier. Les propriétés du bois et de l'écorce de *Gnidia glauca* ont été très peu abordées dans la littérature. Par conséquent, dans cette étude, les propriétés anatomiques ont été étudiées afin d'évaluer l'utilisation potentielle de cette espèce comme pâte à papier. Les coupes (transversales, tangentielles et radiales) ayant une épaisseur d'environ 15-30 μ m ont été obtenues à partir de huit échantillons et contenaient le phloème, la zone cambiale et le xylème secondaire. Les coupes ont été colorées avec de la safranine O. à 0,1%. Afin de déterminer la longueur des fibres et des éléments de vaisseau, nous avons utilisé la macération. La densité des vaisseaux, l'épaisseur de la zone cambiale, l'épaisseur de

la paroi des fibres et la longueur des fibres ont été mesurées à l'aide d'un microscope électronique en utilisant le logiciel AnalySIS Pro 3.2. Les résultats montrent que cette espèce contient des fibres ligneuses courtes (1,32 mm en moyenne) tandis que les fibres continues dans l'écorce sont plus longues. Les fibres de bois de *Gnidia* sont les plus longues parmi les fibres de l'écorce d'*Ailanthus altissima*, de la paille de blé, des tiges de colza, des tiges de coton et de peuplier. Le diamètre des fibres d'écorce est environ le double de celui utilisé habituellement pour la fabrication du papier et l'épaisseur de la lumière de ces fibres est la plus faible. L'épaisseur de la paroi cellulaire des fibres de l'écorce de *Gnidia glauca* est plus grande que celle des fibres de bois de cette espèce et des fibres non ligneuses en général. Le rapport Runkel est par conséquent, le plus élevé (7,35). Le coefficient de flexibilité des fibres de xylème de *Gnidia glauca* est de 54,51, elles sont donc incluses dans le groupe des

fibres élastiques, tandis que les fibres du liber ayant une valeur de 12,15 sont incluses dans la catégorie des fibres très rigides. Les résultats de l'étude anatomique de *Gnidia glauca*

ca montrent que les dimensions de fibres de xylème sont dans la fourchette normale pour les bois feuillus et conviennent parfaitement pour la fabrication de la pâte à papier.

Mots clés : *Gnidia glauca*, écorce, fibre, papier, Cameroun.

1. Introduction

Over the centuries, paper has been made from a wide variety of materials such as cotton, wheat straw, sugar cane waste, flax, bamboo, wood, linen rags and hemp. Regardless of the source, we need fiber to make paper. Today fiber comes mainly from two sources: wood and recycled paper products.

Although wood is the major source of fiber supply for papermaking, the decline of forest resource in many areas of the world imposes the use of non-woods fibers as important alternative fibrous source for papermaking industries. In fact, in order to meet the future demand and to overcome the wood shortage, studies have been conducted to utilize new or alternative resources in the forest industries as raw material components for pulp and paper production in several countries (Copur et al., 2007). Global production of virgin pulp for paper and paperboard was 187.6 million metric tons in 2005, from which 17.4 million metric tons made from non-wood fibers (Bowyer et al., 2007). A number of non-wood fibers are commonly used in many countries for papermaking.

Bark is a complex tissue-system comprising of an outer zone of periderm or rhytidome and inner zone of secondary phloem. The economic utility of the bark may not be as much as that of the wood. However, the barks have their own share in medicine and industry (Gregory and Root, 1961 quoted in Natarajan et al., 2011). The bark tissues, as any other component of the plant organs, are vulnerable to environmental stress. Ecological wood anatomy has gained some momentum in the recent years (Carlquist, 1980 ; Bass et al., 1983). However, ecological perspectives of barks have been ignored (Natarajan et al., 2011).

Table 1 : Description of individuals of *Gnidia glauca* (tw64018, tw64020, tw64021, tw64022, tw64023, tw64025, tw64026, tw64033 are samples that are accessible to Tervuren xylarium)

Variables	tw64018	tw64020	tw64021	tw64022	tw64023	tw64025	tw64026	tw64033
Elevation (m)	2185	2410	2401	2344	2388	2093	1963	2432
GPS	06°13'614"N 10°33'708"E	06°13'210"N 010°26'638"E	06°13'130"N 010°26'695"E	06°13'199"N 010°26'931"E	06°13'171"N 010°26'812"E	06°09'339"N 10°26'930"E	06°08'976"N 010°26'290"E	06°11'182"N 010°27'915"E
Height (m)	10	12	11,5	7	11	10	10	10
DBH (cm)	39,8	46,17	35,03	25,47	71,33	41,4	43,31	36,3
Date of collect	09/10/2012	05/11/2012	05/11/2012	05/11/2012	02/11/2012	09/11/2012	09/11/2012	03/11/2012

Gnidia glauca, which belongs to the family Thymelaeaceae, is a small bushy tree growing to about 6m but can reach 15 to 24 m in height. In North-west region of Cameroon, *Gnidia glauca* bark is used as medicinal, strong mat for drying coffee and suitable for paper. In fact, it is used in neighboring Oku for local paper production. During our investigations in the Kilum-Ijim forest, we made some remarks that very often the bark is removed over almost the entire circumference of the stem, especially when the bark is thick and can be easily detached from the wood, regardless of whether it is a young or an old mature tree (Momo, 2009). This practice can lead to a high mortality of trees, because economic pressure, inadequate legislation concerning sustained non-timber resource exploitation, as well as the lack of sufficient knowledge about the resources themselves are the most important causes of resource depletion.

The properties of wood and bark of *Gnidia glauca* have never been explored in the literature. Therefore, in this study, the morphological properties were investigated to evaluate the potential utilization of this species especially in pulp and paper production.

2. Materiel and Methods

2.1. Study site

The study was carried out on the Mount Oku, a mountain area of the Bamenda Highland located in north-west Cameroon (6°12'N and 10°32'E). This site hosts the Kilum-Ijim forest, which is the largest remaining tract of the Central African cloud forest, a biodiversity hotspot threatened by contemporary land-use changes. Peaking at 3 011 m, the Mount Oku is the second highest peak in mainland West Africa

(Asanga, 2002). The climate is characterized by a rainy season from May to September and a dry season from October to April. Rainfalls mainly occur between July and September and vary from 1780 to 2290 mm per year. The peak is 3 050 mm per year on the summit, commonly described as cold, very cloudy and misty. In most parts of the mountain, mean temperatures vary between 13°C and 22°C. The summit is characterized by minimum (9°C) and maximum (19°C) temperatures. The dominant soils are clay (mainly Gibbsite) but altitude and climate can generate soils with high organic matter contents (humus). Before the spectacular increase of human populations and the development of agriculture in the past century (Maisels, 2001 ; Momo, 2009), it is believed the whole of the Bamenda Highlands area was forested (Cheek et al., 2000). The forest area covered 20 000 ha in 1978 but, today, it is reduced to about 9 500 ha (Momo et al., 2012). The Kilum-Ijim forest is a mountain cloud forest. In the last decades, post-agricultural forests appeared on fallow lands and are mainly characterized by heliophilous, fire-resistant trees and shrubs (*Gnidia glauca*, *Hypericum revolutum*, *Hypericum roeperianum*, *Maesa lanceolata*, *Erica mannii*) and locally include open habitat herbs (*Hyparrhenia sp.*, *Sporobolus africanus*, *Pennisetum clandestinum*). Despite efforts in implying villagers and forest community managers, results are mitigated and forest stands are still cleared, converted to crop, burned, grazed by domestic animals, overhunted and overexploited for their medicinal plants (Asanga, 2002 ; Stewart, 2009).

2.2. Collection of plant material

Eight samples of *Gnidia glauca* were collected in the field. For each sample, we removed from the trunk at about 1.30 above the ground level, a block with at least 1 cm in the tangential direction, 5 cm in the radial direction (bark, phloem, cambial zone, heartwood) and 10 cm in the longitudinal direction. To be able to keep intact the cambial zone samples, we have plunged into a mixture of one- third of ethanol (at least 70%), one-third glycerin and one-third water. For each sample, we recorded the date of collection, described the site and the growth parameter of tree (table 1).

2.3. Morphology of wood

For those samples, sections (transversal, tangential and radial) with a thickness of about 15-30µm were obtained and contains phloem, cambial zone and secondary xylem. We used a sliding microtome (Shenkung Dapples, Mikrot L- serie 1117, Switzerland). The sections were stained with 0.1% safranin O (Merck KgaA, Darmstadt, Germany) solution. They were dehydrated in an ethanol

series (50% for 10 minutes, 75% for 5 minutes and 100% for 10 minutes). Afterwards the sections were mounted immediately on a slide by using Euparal (Carl Roth GmbH+Co. KG., Karlsruhe, Germany) and dried in an oven at 56°C overnight. Observations were made with an Olympus microscope cx31, equipped with a camera which permits us to obtain digital images.

2.4. Fiber morphology analysis

To determine the fiber length and vessel element, we used maceration. For each sample, we cut wood and bark separately into sticks for about 2 to 3 cm long. In fact, for fiber separation without fiber breaking, the pieces of wood and bark were treated in a mixed solution (acetic acid 100%, 500ml; hydrogen peroxide, 100ml; and distilled water, 400ml) for a period of 72 hours at 56°C. Then the samples were washed by distilled water three times and the fibers were separated by gentle shaking into individual fibers. After that, individual fibers were stained with 1% aqueous safranin O. solution, rinsed in ethanol solution at 50% and mounted on a slide by using euparal.

2.5. Measurements and analysis

Densities of vessels, cambial zone thickness, fiber wall thickness, fiber length were measured in bright-field microscopy images using AnalySIS Pro 3.2 software (Soft Imaging System GmbH, Münster, Germany). For wood density, more than 25 vessels per sample were measured. The fiber wall thickness was calculated for each measurement; at least 30 unbroken fibers were measured for length on each slide, resulting in 306 fibers measured for wood. From these data, the average fiber dimensions were calculated and the following derived indexes were determined:

- Runkel ratio = $2 \times (\text{wall thickness} / \text{lumen width})$
- Flexibility ratio = $(\text{lumen width of fiber} / \text{diameter of fiber}) \times 100$
- Slenderness ratio = $\text{length of fiber} / \text{diameter of fiber}$

All characters were described using IAWA (International Association of Wood Anatomists) List of Microscopic Features for Hardwood Identification (IAWA committee, 1989).

3. Results

3.1. Bark thickness of *Gnidia glauca*

On mount Oku, Tree and shrub layers of the secondary forests were often dominated by the barochorous species *Gnidia glauca* (figure 1) which is able to occur in a wide range of altitudinal levels and biogeographic areas.

For each sample, bark thickness was measured by using FIJI software. Results are shown on table 2. It appears



Figure 1 : *Gnidia glauca* debarked ; (A) base of trunk completely debarked ; (B) tree partially debarked without regeneration of bark

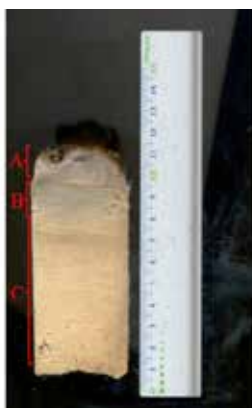


Figure 2 : Measurement of bark thickness A: bark, B: sapwood, C: heartwood

that bark thickness vary between 0.9 to 1.41 cm. This thickness is independent of tree diameter. In order to understand the non-regeneration of bark observed in the field, we calculated the area occupied by each element at 1mm apart the cambial zone. In the xylem area, vessels occupied 13.2%, ray 18.6%, parenchyma 13.9% and fiber 54.3%. Whereas in the phloem area, ray occupied 21.9%, fiber 21.3% and conducting phloem zone which consists of phloem tube and parenchyma occupied 56.8% of the area (table 3).

3.2. General microscopic structure

The general structure of cross section of *Gnidia glauca* from bark to secondary xylem is displayed in figure 3A. Phloem (bark), cambium and xylem are shown together. The cambial zone is distinguishable between phloem and xylem. The measurable characters are shown in table 3.

These anatomical features are observed: 2: growth

Table 2: result of the mean bark thickness

Samples	Tree diameter (cm)	Bark thickness mean (cm)
Tw-64020	21,33	1,41
Tw-64023	25,47	0,90
Tw-64018	26,11	1,06
Tw-64022	35,03	1,30
Tw-64033	36,3	1,05
Tw-64025	41,4	1,25
Tw-64026	43,31	1,12
Tw-64021	46,17	1,07

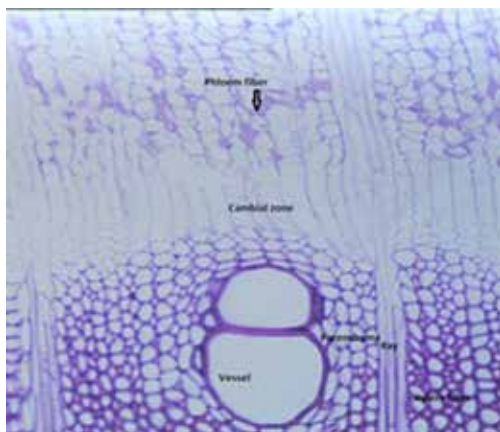
ring boundaries indistinct or absent (figure 3B); 3: wood diffuse-porous (figure 3B); 11: vessels clusters common (figure 3B, 3C); 12: absent, solitary vessel outline is circular; 13: simple perforation plates; 23: shape of alternate pits polygonal; 24: intervessel pit size minute (figure 4D); 42: mean tangential diameter of vessel lumina is 100-200 μ m (table 3); 46, 47, 48: vessels per square millimetre (table 3); 52: mean vessel element length \leq 350 μ m (table 3); 66: nonseptate fibers present; 69: fibers thin to thick-walled (figure 3C); 72, 73: main fiber lengths is varying between 900-1600 μ m and \geq 1600 μ m (figure 5A, table 4); 81: paratracheal axial parenchyma lozenge-aliform (figure 3B); 85: axial parenchyma band more than three cells wide (figure 3B); 92: four (3-4) cells per parenchyma strand (figure 4D); 97, 98: ray width 1 to 3 cells and larger rays commonly 4- to 10-seriate (figure 4C); 104: present, all ray cells procumbent (figure 4F); 110: sheath cells (figure 4C); 115: rays per millimeter 4-12/mm.

3.3. Fiber morphology

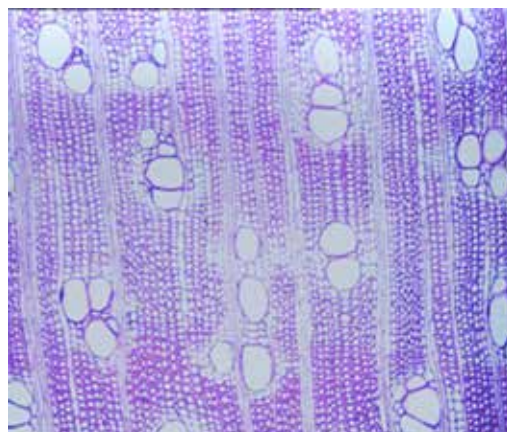
The morphological properties of *Gnidia glauca* show that our species contain short wood fiber (1.32 mm in average) while the fiber bark are very long (personal observation, we could not separate fiber). Fiber diameter of bark is 42.52 μ m in average, while in the secondary xylem, the value is 25.6 μ m. Lumen width is 14.15 μ m and 5.16 μ m respectively in secondary xylem and in bark. Cell wall thickness was higher in bark than in wood (18.68 and 5.71 μ m respectively). These values permitted to have the following indexes: Runkel ratio, slenderness ratio and flexibility ratio were respectively 0.85, 54.32 and 54.51 in secondary xylem whereas runkel ratio and flexibility ratio where 7.35 and 12.15 respectively in bark zone.

Table 3: parameters measured on various sections

	tw64018	tw64020	tw64021	tw64022	tw64023	tw64025	tw64026	tw64033
density of vessels (vessels per square millimeter)	8 - 32 (17,3)	4 - 30 (11,3)	2 - 20 (8,9)	4 - 13 (10)	3 - 22 (10,5)	6 - 27 (13,3)	2 - 20 (10)	2 - 14 (7,3)
Mean tangential diameter of vessel lumen (µm)	65,3 - 175,2 (132)	49,4 - 233,1 (150)	63,2 - 195,4 (134,7)	56,7 - 208,6 (126,8)	64,4 - 201,6 (136,2)	64,5 - 222,3 (135,2)	69,9 - 216,3 (134,7)	51,2 - 258,9 (163,8)
length of vessel elements (µm)	209,8-377,2 (283,8)	149,7-316,9 (244,3)	180,9-372,9 (282,5)	158,5-390,9 (264,7)	204,8-447,2 (318,3)	149,6-348,6 (270)	195,5-414,2 (299,1)	134,3-357,2 (254,7)
Length of fibers (µm)	891,7-2407 (1814,4)	598,3-1383,1 (1013,9)	586-1862,5 (1128,8)	889,3-1619,4 (1291,6)	1031,3-1872,1 (1463,7)	694,1-1328,2 (1093,5)	1053,3-1850,4 (1422,5)	752-1527,6 (1144,6)
Rays per mm (number per mm)	3-8 (5,7±1,2)	3-7 (4,7±1,1)	4-8 (5,8±1,1)	3-7 (5,5±1)		4-8 (5,8±1)	3-7 (5,2±1)	3-7 (4,8±0,8)
Rays height (µm)	491,2-1103,2 (792)	454,3-1570,5 (893,2)	387,8-826,3 (573,2)	451,6-895,3 (649)		341,7-1453,1 (718,5)	405,3-930,8 (678,9)	482,1-1188,4 (748,3)
Rays width (cell number per mm)	3-6	3- 6	3- 6	4 - 8		3 - 6	3 - 6	3 - 5
Xylem vessels (%)	23,4	12,2	7,9	10,7	12,5	13,3	14,6	11,0
Xylem ray (%)	15	20,5	11,4	24,8	15,4	24,1	21,3	16,0
Xylem parenchyma (%)	18,4	9	13,8	17,0	12,6	12,0	13,2	15,5
Xylem fibers (%)	43,2	58,3	66,9	47,4	59,6	50,5	51,0	57,5
Phloem ray (%)	10,0	22,6	16,9	25,1	29,3	32,1	19,6	19,8
Phloem fibers (%)	23,1	28,6	29,5	27,7	21,5	17,0	9,8	13,0
Conducting phloem zone (%)	66,9	48,7	53,6	47,2	49,3	50,9	70,6	67,2
cambium (number of cells)	11	10	9	5	/	8	7	4



A



B

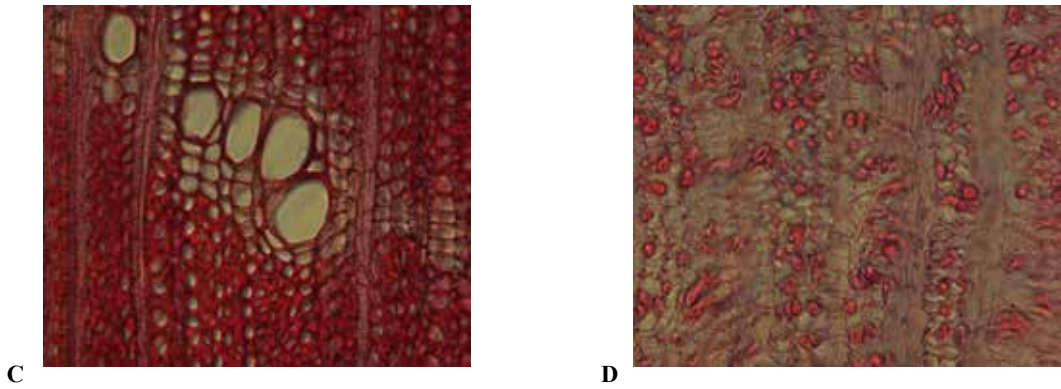


Figure 3 : An overview of transversal section A, secondary xylem, cambium and phloem are shown (100X); B, wood surface (40X); C, wood surface (100X); D, phloem surface (100X)

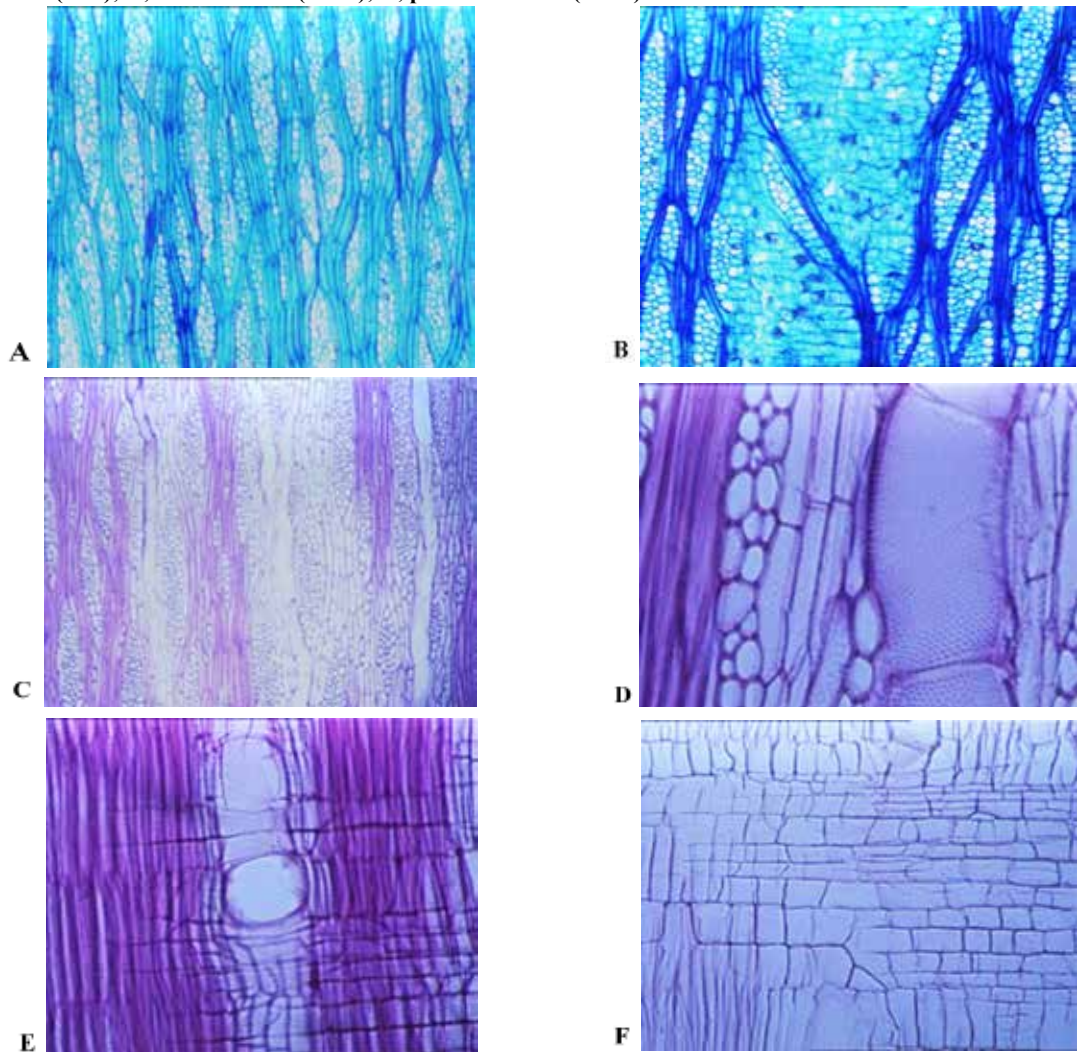


Figure 4: Tangential and radial sections (A) tangential section near cambial zone (40X); (B) tangential section in the phloem zone (40X); (C) tangential section of wood (40X); (D) tangential section showing punctuations (100X); (E) and (F) radial section (100X).

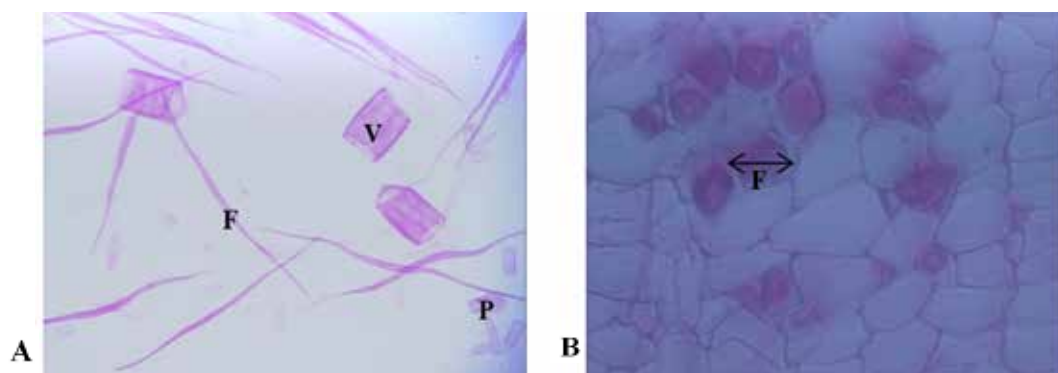


Figure 5: Fiber elements (A) result of maceration showing fibers F; vessels elements V and parenchyma cells P (40X); (B) transversal section of phloem showing fiber (F) thickness (100X)

4. Discussion

Bark is the outer sheath of the tree. *Gnidia glauca* have persistent bark. The inner bark transports photosynthates from the crown, while the outer bark has a major protective role. The bark protects the bole from insects and damage from physical abrasion. Bark thickness will determine the duration and intensity of fire that the tree cambium can survive. Because bark thickness vary between 0.9 to 1.41 cm, montane forest in mount Oku which has been damaged in the past (often by fire) support two forest types which are the last stages in the succession back to mature forest: one is *Gnidia glauca*/*Maesa lanceolata* woodland and the other is woodland dominated by *Erica mannii* and *Gnidia glauca*. This stage is preceded by open woodland that is dominated by *Gnidia glauca* (Asanga, 2002). Barks were studied by few workers (Esau, 1969; Roth, 1981; Delvaux et al., 2009, 2010, 2013) and investigations on the barks of tropical trees are far less than those of the woods. This investigation area of structure of bark tissues will contribute valuable data usable by the forest ecologists, environmental botanists and bark- anatomists.

Phloem in general is indistinguishable even at higher magnification because the basic structure of sieve-elements does not differ from that of most parenchyma cells. The cellulose wall of the sieve element may resemble that of associated parenchyma cells but frequently it is conspicuous by its thickness and ready stain ability in dyes that stain cellulose walls (Riviere, 1953 in Esau, 1969). In the dicotyledonous plants, fibers are common in the primary phloem, specifically in the protophloem (Esau, 1969), but our observations show that fibers are scattered all around the inner bark. It appears that the low percentage of conducting phloem zone compared with the one obtained by Delvaux (2009) for tropical trees (65% -91.4%) can explain the lack of bark regeneration. The solution must be found in intrinsic factors like hormonal signal.

The minimum fiber length necessary to produce acceptable paper strength properties is dependent on many factors, and fiber lengths are not unequivocally related to paper strength properties (Young, 1997). Different fiber lengths are desirable for different properties in paper. For example, longer fiber length is desirable for strength properties in paper, but they tend to bunch together and as a result do not provide good formation. Shorter fibers on the other hand provide excellent formation. In general, pulping of nonwoods is easier and cheaper compared to wood. The morphological properties of *Gnidia glauca* and their comparison with common papermaking are summarized in Table 4. The results show that our species contain short wood fiber (1.32 mm in average) while the fiber bark are longer (personal observation, we could not separate fiber). *Gnidia* wood fibers are the longest among *Ailanthus altissima* trunk fiber, wheat straw, canola stalks, cotton stalks and Aspen. Fiber diameter of bark is about twice of those of common papermaking and lumen width is the smallest. Cell wall thickness of *Gnidia glauca* fiber bark is thicker than those of *Gnidia* wood and non-wood fibers; consequently, the Runkel ratio is highest (7.35). As concern to Xu et al. (2006), the acceptable values for slenderness ratio and Runkel ratio of papermaking are more than 33 and less than 1 respectively.

According to flexibility ratio there are 4 groups of fibers (Bektas et al., 1999): 1) High elastic fibers having elasticity coefficient greater than 75. 2) Elastic fibers having elasticity ratio between 50 -75: 3) Rigid fibers having elasticity ratio between 30 -50: 4) highly rigid fibers having elasticity ratio less than 30. According to this classification, the flexibility coefficient of *Gnidia glauca* xylem fibers is 54.51, so it is included in the elastic fibers group while phloem fibers is 12.15 and it is included in the highly rigid fiber. Referring to this, we can deduce that *Gnidia glauca* barks are not suitable for papermaking instead of wood.

Table 4: the mean values of *Gnidia glauca* fibers and derived indexes compared with other papermaking fibers.

Fiber properties	<i>Gnidia glauca</i> trunk fiber	<i>Gnidia glauca</i> bark fiber	<i>Ailanthus altissima</i> trunk fiber (a)	heat straw (b)	Cotton stalks (c)	Aspen (d)	Canola stalks (e)
Length (mm)	1,32	/	0.94	0,74	0,83	0,96	1,17
Diameter (µm)	25,60	42,52	22.8	13,20	19,60	20,80	23,02
Lumen width (µm)	14,15	5,16	16.16	4,02	12,80	16,94	12,50
Cell wall thickness (µm)	5,71	18,68	3.34	4,59	3,40	1,93	5,26
Runkel ratio	0,85	7,35	0.46	2,28	0,53	0,23	0,84
Slenderness ratio	54,32	/	42.97	56,06	42,35	46,15	50,83
Flexibility ratio	54,51	12,15	70.12	30,45	65,31	81,44	54,30

(a) : Samariha et al., 2011 (b) : Deniz et al., 2004 (c) : Ververis et al., 2004 (d) : Law and Jiang, 2001 (e) : Enayati et al., 2009

5. Conclusion

Finally *Gnidia glauca* appear to be very complex in term of bark recovery and more experiments are needed. In the xylem area, vessels occupied 13.2%, ray 18.6%, parenchyma 13.9% and fiber 54.3%. Whereas in the phloem area, ray occupied 21.9%, fiber 21.3% and conducting phloem zone which consists of phloem tube and parenchyma occupied 56.8% of the area. The low percentage of conducting phloem zone can explain the lack of bark regeneration. Runkel ratio, slenderness ratio and flexibility ratio were respectively 0.85, 54.32 and 54.51 in secondary xylem whereas runkel ratio and flexibility ratio were 7.35 and 12.15 respectively in bark zone. The results of anatomical study of *Gnidia glauca* show that its xylem fiber dimensions are in the normal range for hardwood while phloem fibers are not suitable for paper manufacturing because of the thick wall which leads to their rigidity. So, instead of destroying tree through the removal of bark, it is preferable to use the entire wood since *Gnidia glauca* regenerate very well in its natural habitat.

Acknowledgments

We thank ITTO (International Tropical Timber Organization) for funding this study. We are also grateful to Dr Hans Beeckman, head of laboratory of Wood Biology, Royal Museum of Central Africa (Tervuren, Belgium) for welcomed me.

References

Asanga, C. (2002). Conservation and sustainable management of tropical moist forest ecosystems in Central Africa. Case study of exemplary forest management in central Africa: Community forest management at the Kilum-Ijim mountain forest region Cameroon, Forest Management Working

Papers, FM/11, 47. Rome, Italy: Forest Resources Development Service, Forest Resources Division, FAO.

Bass, P., Werker, E. et Fahn, A. (1983). Some Ecological Trends in vessel characters. *IAWA Bulletin*, 4(2-3), 141-159.

Bektas, I., Tutus, A. et Eroglu, H. (1999). A study of the suitability of Calabrian pine (*Pinus Brutiaten.*) for pulp and paper manufacture. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (3), 589-599.

Bowyer, B.J., Shmulsky, R. et Haygreen, J.G. (2007). *Forest Products and Wood Science: An Introduction (5th ed.)*. Blackwell Publishing.

Carlquist, S. (1980). Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution. *Aliso*, 9, 499-553.

Copur, Y., Guler, C., Akgul, M. et Tascioglu, C. (2007). Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. *Building and Environment*, 42(7), 2568-2572.

Delvaux, C., Sinsin, B., Darchambeau, F. et Van Damme, P. (2009). Recovery from bark harvesting of 12 medicinal tree species in Benin, *West Africa. Journal of Applied Ecology*, 46, 703-712.

Delvaux, C., Sinsin, B., Van Damme, P. et Beeckman, H. (2010). Wound reaction after bark harvesting: microscopic and macroscopic phenomena in 10 medicinal tree species (Benin). *Trees-Structure and Function*, 24, 941-951.

Delvaux, C., Sinsin, B., Van Damme, P. et Beeckman, H. (2013). Size of conducting phloem: the “key” factor for bark recovery of 12 tropical medicinal tree species. *Flora*, 208(2), 111-117.

- Deniz, I., Kirci, H. et Ates, S. (2004).** Optimization of wheat straw triticum drums kraft pulping. *Industrial Crops and Products*, 19, 237-243.
- Enayati, A.A., Hamzeh, Y., Mirshokraie, A. et Molaii, M. (2009).** Papermaking potential of Canola stalks. *Bioresources*, 4 (1), 245-256.
- Esau, K. (1969).** The phloem. *Handbuch der Pflanzenanatomie* (Band V. Teil 2.). Berlin-Stuttgart: Gebruder Borntraeger.
- IAWA Committee (1989).** IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bulletin*, 10(3), 219-332.
- Law, K.N. et Jiang, X. (2001).** Comparative papermaking properties of oil-palm empty fruit bunch. *TAPPI journal*, 84(1), 1-13.
- Maisels, F., Keming, E., Kemei, M. and Toh, C. (2001).** The extirpation of large mammals and implications for montane forest conservation: The case of the Kilum-Ijim Forest, North-west Province, Cameroon. *Oryx*, 35 (4), 322-331.
- Momo, S.M.C. (2009).** Influence des activités anthropiques sur la végétation du mont Oku (Cameroun). *Thèse de Doctorat en biologie-santé*, Université de Picardie Jules Verne.
- Momo, S.M.C., Chabrerie, O., Gallet-Moron, E., Nkongmeneck, B.A., Leumbe Leumbe, O. N. et Decocq, G. (2012).** Analyse de la dynamique de déforestation par télédétection couplée aux modèles d'équations structurales: exemple de la forêt néphéliphile du mont Oku (Cameroun). *Acta Botanica Gallica*, 159(4), 451-466.
- Natarajan, S. H., Shakila, E., Gayathri et Bharathi B. (2011).** Relevance of Bark Anatomy in Three Species of Rubiaceae. *Journal of Theoretical and Experimental Biology*, 8 (1-2), 57-63.
- Samariha, A. M., Kiaei, M., Talaeipour and Nemati, M. (2011).** Anatomical structural differences between branch and trunk in *Ailanthus altissima* wood. *Indian Journal of Science and Technology*, 4 (12), 1676-1678.
- Stewart, K. (2009).** Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management*, 258(7), 1121-1128.
- Roth, I. (1981).** Structural Patterns of Tropical Barks. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. (Band IX., Teil 3). Berlin-Stuttgart: Gebruder Borntraeger.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P. and Santas, R. (2004).** Fiber dimensions lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products*, 19, 245-254.
- Xu, F., Zhong, X.C., Sun, R.C. et Lu, Q. (2006).** Anatomy, ultra structure, and lignin distribution in cell wall of *Caragana korshinskii*. *Industrial Crops and Products*, 24, 186-193.
- Young, R.A. (1997).** Processing of Agro-Based Resources into Pulp and Paper. Dans R.M. Rowell, R.A. Young, et J. K. Rowell (dir.), *Paper and Composites from Agro-Based Resources* (pp. 137-245). New York: Lewis Publishers.

Evolution des caractéristiques des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé au Cameroun

Ngnikam E.¹, Naquin P.², Oumbe R.³, Djietcheu B.⁴

- (1) Laboratoire Energie Eau et Environnement (L3E) de l'École Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, B.P. 8390 Yaoundé Cameroun / e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr
(2) CEFREPADE, P.O. Box 2132 F- 69603 Villeurbanne, Cedex, France
(3) Environnement Recherche Action au Cameroun, BP. 3356 Yaoundé - Cameroun
(4) Hygiène et Salubrité du Cameroun (HYSACAM)

DOI : 10.5281/zenodo.495215

Résumé

Cette étude met en exergue l'évolution des caractéristiques des déchets ménagers à différentes étapes de la filière. Elle détermine également la production spécifique des ordures ménagères, nécessaire pour planifier toute opération de collecte et de valorisation.

Les enquêtes ont été effectuées auprès de 440 ménages choisis par la méthode stratifiée survie par le dépôt des sacs poubelles chez ces derniers.

L'échantillonnage des ménages à enquêter s'est fait suivant la méthode précédente par le choix au hasard d'un ménage dans un îlot du quartier retenu après dénombrement. La durée de stockage des déchets dans la maison est de 48 heures. La caractérisation des déchets en amont a été faite directement sur l'ensemble des sacs collectés auprès des ménages, soit une masse totale d'environ 1800 kg de déchets triés par campagne. La caractérisation des déchets en aval a été effectuée sur les déchets qui arrivent à la décharge.

La production spécifique des déchets ménagers dans la ville de Yaoundé varie entre 0,5 et 0,8 kg/hab/jour selon le standing de l'habitat, avec une moyenne de 0,62 kg/hab/jour. Par rapport aux mesures de 1995, cette donnée est restée pratiquement stable. La fraction fermentescible dans les ordures ménagères de Yaoundé varie entre 50 et 60% de la matière sèche à la sortie des ménages. Cette fraction est 45 à 65% de la matière sèche à l'entrée de la décharge. La masse volumique en poubelle des déchets ménagers est de 0,3 kg/l à la sortie des ménages, mais elle augmente et double pratiquement pendant le transport, selon le type de véhicule utilisé. Après déversement dans les quais de déchargement, les déchets reprennent pratiquement leur densité initiale. Le taux d'humidité des déchets à Yaoundé est compris entre 50 et 65%. Pendant la saison pluvieuse, la fraction organique peut contenir jusqu'à 80% d'eau, rendant difficile certaines filières de valorisation comme le compostage.

Mots clés : ordures ménagères, caractérisation, production spécifique, Yaoundé.

Abstract

This study highlights the evolution of the characteristics of household waste at various stages of the value chain. It also determines the specific production of household garbage, to plan any collection and recovery operation.

To assess the specific production of household waste, surveys were conducted with 440 households selected according to stratified method, followed by deposit trash bags in any household. The characterization of the upstream waste was made directly on all the bags collected from households, a total mass of about 1800 kg of waste sorted by characterization campaign. The characterization of downstream waste was carried out on the waste arriving at the landfill.

The specific production of household waste in Yaounde varies between 0.5 and 0.8 kg/capita/day as economic

level of housing, with an average of 0.62 kg/capita/day. Compared to the 1995 campaign, this figure has remained virtually stable. The organic matter of household waste varies between 50 and 60% of dry matter after production in the households and 45-65% at the entrance of the landfill. Density of household waste is 0.3. These densities are doubled during transport in the compaction trucks, but undergo a slight increase (10 to 20%) in open trucks. After discharge into loading docks, waste essentially return to their original density. The moisture level of waste in Yaounde is between 50 and 65%. During the rainy season, the organic fraction can contain up to 80% water, making it difficult for some processes such as composting.

Keywords: household waste, characterization, specific production, Yaounde

1. Introduction

La caractérisation des déchets est l'étape préalable en vue de l'orienter vers une filière de traitement ou de valorisation. Plusieurs objectifs peuvent être à l'origine de la réalisation d'une campagne de caractérisation des déchets dans une ville. Dans tous les cas, les informations fournies par une campagne de caractérisation constituent une base fiable nécessaire pour établir les cahiers de charge de collecte, de transport et de la valorisation. Ceci quel que soit le mode de gestion des déchets choisi par la municipalité (régie, concession ou affermage). Dans les villes des pays en développement, plusieurs campagnes de caractérisation des déchets ménagers ont été menées, mais les objectifs diffèrent d'une ville à l'autre, ainsi que le protocole retenu (RE-SOURCES, 2014). On a relevé que la plupart de ces études n'ont pas d'objectifs clairement annoncés avant la campagne, ce qui amène à utiliser les protocoles qui ne garantissent pas souvent la reproductivité et la représentativité des résultats (RE-SOURCES, 2014). Dans la littérature scientifique en la matière, trois protocoles d'échantillonnage opérant en porte à porte des déchets sont proposés : il s'agit des protocoles ARGUS (Allemagne), IBGE (Belgique) et EPA (Irlande) (Alouéimine S. O., 2006). En France, la méthode « MODECOM » s'appuie sur un échantillonnage sur benne (ADEME, 1993). Sur la base des retours d'expériences de plusieurs campagnes de caractérisation des déchets, l'ADEME a mis au point le guide de caractérisation des déchets, qui définit les méthodes de prélèvement et tri des déchets ménagers et assimilés dans divers contextes d'exploitation et diverses étapes de la filière de gestion (ADEME, 2014).

Les villes des pays en développement font face à un important problème de gestion de leurs déchets. Au-delà des difficultés techniques et financières qui sont souvent évoqués, la mauvaise connaissance du gisement des déchets et leur caractéristique est un handicap important pour planifier leur gestion. Cette étude fait le point de l'évolution du gisement des déchets ménagers dans la ville de Yaoundé et de leurs caractéristiques au fil du temps. Plusieurs campagnes ont été effectuées en s'inspirant du protocole «MODECOM, 1993» développé par l'ADEME, en ce qui concerne le flux des déchets entrant à la décharge, mais également le prélèvement en porte à porte en ce qui concerne les déchets directement produit par les ménages. Toutes les campagnes de caractérisation objet de cette étude avaient pour objectifs : (1) déterminer la production spécifique des déchets dans la ville afin de fixer les objectifs de collecte dans

le cahier de charge du prestataire, (2) connaître la composition des déchets produits par les ménages afin d'évaluer les possibilités de valorisation, (3) connaître les caractéristiques des déchets entrant dans le centre de stockage afin de prévoir la production du biogaz récupérable dans la torchère.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Evaluation de la production spécifique des déchets ménagers

C'est la méthode de prélèvement en amont qui a été utilisée. Pour le faire, la ville a été stratifiée en zone socio-économique de production et de la couverture de collecte des déchets.

2.1.1. Stratification retenue

Cette stratification a pour objectif de définir les zones homogènes suivant le type d'habitation, le niveau de vie des populations, l'activité dominante dans la zone et le niveau d'accessibilité à la parcelle. A partir du découpage de la ville en 5 classes socio-économiques (CUIY, 2011) sur la base des photos aériennes et de la connaissance du tissu urbain par les membres de l'équipe, les cinq strates obtenus concernent : (1) les quartiers de haut standing et administratif, (2) les quartiers d'habitat de moyen standing, (3) l'habitat de bas standing ou spontané, (4) les quartiers périurbains, (5) la zone commerciale. Ces différentes strates ont été cartographiées pour faciliter la circulation des agents enquêteurs sur le terrain et localiser les îlots devant faire l'objet des enquêtes. La Communauté Urbaine de Yaoundé a fixé un objectif de collecte de 80% dans les zones de haut standing, 75 à 80% dans les zones de moyen standing, 70% dans les quartiers spontanés et 80% dans les marchés. Le balayage des rues est concentré plus dans les quartiers de haut et moyen standing avec un objectif de 30 à 50% de taux de couverture.

2.1.2. Échantillonnage

C'est la méthode d'échantillonnage stratifié au hasard qui a été retenue pour le choix des ménages. Pour la caractérisation et la quantification des déchets à la source, nous avons réuni dans la même opération, l'évaluation de la production spécifique des déchets et la caractérisation. Pour ce faire, le nombre de ménage à enquêter par strate devait être choisi de manière à avoir l'échantillon minimum représentatif pour effectuer le tri, notamment 400 kg par strate (ADEME, 1993). Cet échantillon est appelé «échantillon secondaire» qui désigne la masse minimale des déchets à trier, permettant d'avoir une bonne représentativité de tous les constituants des déchets dans l'échantillon.

Selon l'ADEME, un échantillon minimal de 500 kg par benne permettrait d'avoir une représentativité de 10% des constituants les moins présents dans la masse des déchets. Mais seul le quart des passants à la maille de 100 mm doivent être triés, soit environ 200 kg (ADEME, 2014). Sur la base de la quantité minimale nécessaire pour le tri par strate, nous nous sommes appuyés sur les résultats de la production spécifique des déchets dans les anciennes campagnes pour déterminer le nombre de ménage à cibler par strate. Ainsi le nombre de ménage nécessaire par strate pour avoir une masse de 300 kg de déchets varie entre 75 ménages dans la zone de haut standing à 90 ménages dans les quartiers spontanés où la production spécifique des déchets est plus faible (Ngnikam, 2000). Pour tenir compte des pertes et des refus, nous avons retenus 110 ménages dans chaque strate. Le nombre de ménage dans chaque strate a été calculé de manière à obtenir une marge d'erreur de 5% et un niveau de confiance de 90%.

2.1.3. Prélèvement de l'échantillon chez les ménages

Dans chaque strate, des sacs poubelle ont été déposés auprès des ménages sélectionnés et remplis pendant une durée de 48 heures. Le dépôt des sacs a été précédé d'une enquête socio-économique rapide auprès de ces ménages pour avoir les informations sur la taille du ménage, l'appréciation du service de collecte reçu et ses améliorations éventuelles. En moyenne 110 sacs ont été déposés auprès des ménages de chaque strate, pour un total de 440 ménages ciblés dans la ville de Yaoundé. Pour le choix de ménage à enquêter, la méthode de grappe a été utilisée. Dans chaque strate, deux à trois grappes sont retenues pour tenir compte de la disparité inter strate.

Onze enquêteurs ont été recrutés et formés pour conduire cette opération. Après l'enquête socio-économique par questionnaire, chaque ménage enquêté a reçu un sac poubelle de 100 litres pour le stockage de ses déchets pendant les deux jours suivant l'enquête. L'enlèvement des sacs poubelles a été fait par les mêmes enquêteurs le 3^{ème} jour. Pour faciliter la traçabilité entre le sac d'ordures collecté et les données socio-économiques du ménage producteur, une étiquette a été collée à l'intérieur de chaque sac. Cette étiquette porte le même identifiant que la fiche d'enquête. Les sacs remplis ont été rassemblés à des points fixes avant d'être repris et transportés à la déchèterie pour les opérations de pesées et de tri.

Au total deux campagnes de quantification de la production spécifique des déchets ont été effectuées dans la ville de Yaoundé. Celle de 1995 a été faite en saison sèche et en saison des pluies, dans une période où

le service de collecte des déchets n'était pas opérationnel dans la ville. La campagne de 2011 a été réalisée au mois d'août pendant la petite saison sèche.

2.1.4. Pesée des sacs et tri des déchets.

Une aire de pesée et de tri des déchets a été aménagée à la déchèterie de Nkoloulou avec l'appui de la société HYSACAM. Une fois sur le site, les déchets identifiés par l'étiquette fixée sur leur sac, ont été pesés (balance électrique à affichage digital de 150 kg de portée et précision 0,05 kg). Nous avons pu ainsi faire le lien entre la masse du sac et les données socio-économiques du ménage producteur et la durée exacte de stockage des déchets à l'intérieur du ménage. Après la pesée, chaque sac a été ouvert et les déchets déversés sur la table de tri manuel. Ainsi, les déchets collectés dans chaque strate ont été triés séparément. Les tamis utilisés sont ceux à maille de 100 mm, 20 mm et une bâche solide et souple permet de récolter les éléments fins. Tous les passants au tamis de 100 mm ont été intégralement triés, mais les passants de 20 mm n'ont pas fait l'objet de tri. Les déchets ont été triés en 12 catégories afin de faire ressortir les fractions fermentescibles, combustibles et celles pouvant faire l'objet de valorisation en sciences des matériaux. Chacune des catégories des déchets triés a été pesée pour avoir la masse humide (ou masse brute). Un prélèvement d'échantillon a été réalisé sur chaque catégorie pour analyse de la teneur en eau.

2.2. Mesure de la teneur en eau des déchets

Pour les déchets prélevés auprès des ménages, la teneur en eau a été mesurée sur chaque échantillon après prélèvement d'un échantillon de 1 à 2 kg et séchage à l'étuve à 90°C jusqu'à masse constante. La teneur en eau a été mesurée sur toutes les fractions pouvant retenir de l'eau, notamment : les éléments fins, les matières fermentescibles, les papiers/cartons, les textiles et plastiques. Pour chaque strate, 10 échantillons ont été prélevés en vue de l'analyse du taux d'humidité, soit un total de 40 échantillons analysés par campagne. Pendant la campagne de 2006 (Ngnikam et Tanawa, 2006), deux méthodes de mesures des teneurs en eau des déchets entrant à la déchèterie ont été utilisées : le séchage au soleil jusqu'à masse constante et le séchage à l'étuve suivant le protocole décrit précédemment.

2.3. Calcul de la composition des déchets

La composition des déchets est déterminée par strate et par classe granulométrique. D'abord sur déchets bruts (humides), puis sur déchets secs. La détermination est d'abord faite sur la classe granulométrique supérieure à 100 mm, puis la classe granulométrique comprise entre 20 et 100 mm, et enfin la composition globale.

2.4. Caractérisation des déchets entrant à la décharge

2.4.1. Prélèvement des déchets

La caractérisation des déchets en aval de la filière de collecte a été faite sur le contenu des camions choisis à l'entrée de la décharge. Le choix a été guidé par la fréquence et la catégorie des camions qui arrivent à la décharge, ainsi que le standing d'habitat de la zone de collecte. Ces données ont été reliées aux secteurs de collecte pour faire le lien avec le type de tissus d'habitation dans lequel les déchets ont été produits. Les secteurs de collecte qui se retrouvent à l'intérieur des différentes strates ont été identifiés auprès du service d'exploitation de la société de collecte (HYSACAM).

Un bac a été retenu au hasard dans chaque strate en fonction du calendrier d'enlèvement de la société HYSACAM. Une fois choisi, le contenu est d'abord pesé au pont bascule, puis déversé sur l'aire de tri aménagée à cet effet. Une masse représentative de 500 kg a été sélectionnée dans le tas, en utilisant la méthode de pelletage fractionné. Pour cela, on a utilisé une balance de 150 kg de portée, et une équipe de 8 éboueurs équipés de demi-fûts. Une masse de 2000 à 3000 kg des déchets ont été triés pour chaque campagne.

2.4.2. Evaluation de la masse volumique des déchets ménagers et entrant sur la décharge.

Pour les déchets prélevés auprès des ménages, seule la masse volumique en poubelle a été mesurée. Pour le faire, nous avons utilisé les demi-fûts de 100 litres qui ont été remplis sans tassement et pesés. Pour les déchets entrant, la masse volumique en poubelle a été mesurée, suivie de la masse volumique en benne obtenue directement par le ratio entre la masse du contenu de chaque type de camion et son volume.

3. Résultats

3.1. Evolution de la production spécifique des déchets produits par les ménages

Pour chaque ménage, la quantité de déchets produits ramenée à chaque individu est divisée par la durée de

stockage pendant la période d'observation (deux à trois jours). Le tableau 1 donne la synthèse de la production spécifique des déchets par strate socio-économique pour la campagne 1995 et 2011. Les mesures pour la campagne 2011 ont porté sur 440 ménages et sur 450 ménages pour la campagne 1995. Pour chacune des deux campagnes, nous avons récoltés 275 sacs exploitables ayant permis la détermination de la production spécifique des ordures ménagères par strate socio-économique (tableau 1). Le pourcentage des refus était très élevé dans les quartiers de haut standing (46% de sacs exploitables).

On peut constater à travers le tableau 1 que la production spécifique des déchets ménagers varie en fonction des strates socio-économiques d'habitation. Comme on peut s'y attendre :

- les quartiers à habitat de haut standing ont la production spécifique la plus élevée, de l'ordre de 0,8 à 0,95 kg/habitant/jour en moyenne pour les deux campagnes;
- elle est en moyenne de 0,56 à 0,75 kg/hab/jour dans les quartiers à moyen standing ;
- de 0,67 kg/hab/jour dans la zone péri-urbaine ;
- de 0,46 kg/hab/jour, la plus faible production, dans les quartiers à habitat spontané.

Mais quel que soit la strate, on observe une forte variation autour de la moyenne (figure 1 et 2).

L'écart type est presque égal à la moyenne dans les quartiers périurbains, certainement à cause de la forte variabilité dans le standing de logement dans ces quartiers, c'est-à-dire du niveau de vie des ménages. Dans toutes les autres strates socio-économique, la forte variation autour de la moyenne serait liée également au niveau économique des ménages. Les résultats de la campagne de 1995 permettent de dégager une tendance plus nette entre les différentes strates d'habitation (figure 2). En effet, la production spécifique des déchets ménagers augmente avec le standing de l'habitation, ce qui confirme la tendance observée dans les études similaires (Emilienne Laure Ngahane et al, 2015).

Tableau 1 : production spécifique des déchets ménagers entre 1995 et 2011

Tissus d'habitat	production spécifique 1995 (kg/hab/jour)		production spécifique 2011 (kg/hab/jour)		
	Moyenne	écart type	moyenne	écart type	Nombre de sacs exploités
haut standing	0,95	0,55	0,80	0,67	51
moyen standing	0,75	0,3	0,56	0,24	72
bas standing	0,5	0,25	0,46	0,33	78
périurbain	0,62	0,45	0,67	0,65	74
Ville de Yaoundé	0,6	0,4	0,62	0,48	275

On peut dire à partir de l'analyse des figures 1 et 2, qu'on a deux tendances de production des déchets ménagers dans la ville de Yaoundé. Une production élevée dans les quartiers de haut standing et dans la zone périurbaine qui peut s'expliquer dans la mesure où la plupart des zones périurbaines sont occupées par des constructions de standing élevé. La grande différence avec les quartiers de haut standing réside sur la faible densité de voirie et d'occupation des sols. Il est donc logique, que la productivité des déchets soit comparable pour les deux zones, avec une moyenne légèrement inférieure dans les zones périurbaines, qui regroupe un peu plus de logement de bas et moyen standing. De même, la production spécifique des déchets dans les quartiers de moyen standing est comparable au résultat obtenu dans les quartiers à habitat spontané pour la campagne de 2011, avec néanmoins une moyenne plus faible dans les zones spontanées. On peut dire que la production spécifique des déchets semble être également liée aux habitudes de consommation.

En 1995, nous avons obtenu une production spécifique des déchets variant entre la saison sèche et la saison pluvieuse. Dans les quartiers de haut standing, la production spécifique moyenne de 0,8 kg/hab/jour est en dessous de la moyenne obtenue en 1995 (0,95 kg/hab/jour en saison sèche). Il en est de même des résultats des quartiers de moyen standing et périurbain. Par contre, la

moyenne obtenue dans les quartiers à habitat spontané est comparable à celle de 1995, notamment en saison sèche (0,5 kg/hab/jour).

Le fait que la campagne de mesure de 1995 ait été effectuée pendant une période où il n'y avait pas de service de collecte des déchets dans la ville peut expliquer cette différence. En effet, en absence de service de collecte des déchets, les ménages auraient profité de la campagne de mesure pour évacuer les déchets déjà stockés dans leur maison. Nous pensons que le résultat de la campagne 2011 reflète mieux la tendance de la production des déchets de la ville de Yaoundé.

3.2. Evolution de la composition des déchets ménagers

La composition des déchets ménagers bruts a été obtenue directement par le tri manuel des sacs jugés positifs. Ce qui correspond pour la campagne de 2011 à 1780 kg de déchets humides triés (tableau 2).

La masse sèche est obtenue pour chaque fraction des déchets triés, après déduction de la masse de l'eau calculée à partir de la teneur en eau. Le tableau n°3 donne la composition globale sur matière sèche et matière humide obtenue pour les déchets produits par les ménages en 1995 et 2011. Du point de vue de leur représentation massique, on a presque un équilibre entre la classe supérieure à 100 mm et celle comprise entre 20 et 100mm, avec néanmoins, une légère domination de la granulométrie moyenne (51,3%). Les éléments fins (inférieur à 20 mm) représentent environ 3,6% du poids des déchets humides.

Les éléments fins sont constitués majoritairement des matières organiques fermentées, des coques de pistaches, cacahouètes et quelques débris de métaux. Quel que soit la strate, la matière organique représente plus de 50% de cette fraction. Compte tenu du fort taux d'humidité des déchets (62,2%), la présence de poussière est très faible et certains déchets très humides ont colmaté des mailles du tamis. La campagne de 1995 réalisée pendant la grande saison sèche a permis d'avoir plus d'éléments fins. Dans les deux cas, les éléments fins sont constitués en majorité des matières fermentescibles (plus de 60% selon l'appréciation visuelle).

Sur les déchets bruts, la matière organique fermentescible est prépondérante à plus de 76% pour la campagne de 2011. La matière organique fermentescible est constituée des déchets de cuisine (près de 80%) et les déchets de jardins (près de 20%). Cette fraction est plus élevée dans les quartiers périurbains (82,5%). Dans les autres strates, la matière fermentescible reste prépondérante, mais en dessous de la moyenne. Elle est de 74,5% dans les quartiers d'habitat spontané, 73,1% dans les quartiers de moyen standing et 72,8% dans les quartiers de haut

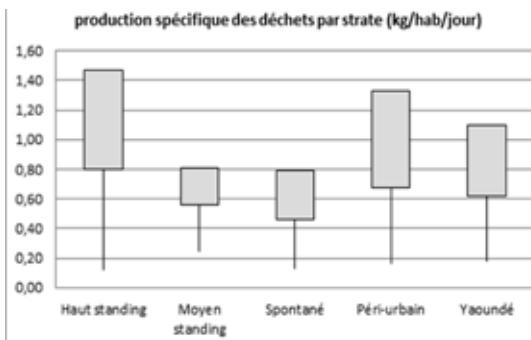


Figure 1 : production spécifique des déchets ménagers de Yaoundé (2011)

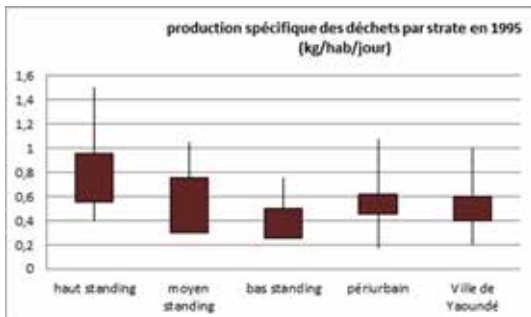


Figure 2 : production spécifique des déchets de Yaoundé en 1995

standing. Cette forte proportion de la matière organique biodégradable, couplée au fort taux d'humidité des déchets permet d'envisager les possibilités de valorisation en amendement organique (compostage). Il faut néanmoins pondérer cette possibilité de valorisation car la présence de cette importante fraction fermentescible

humide est aussi très propice au développement de la productivité du biogaz de décharge après le stockage de ces déchets dans des conditions anaérobies.

Les matières plastiques, en 2011 représentent en moyenne 9,4% des déchets bruts. C'est le deuxième contenu le plus important des déchets de Yaoundé. Les

Tableau 2 : composition des déchets bruts produits dans les ménagers (2011)

Catégorie	Classe granulométrique (kg)			Total (kg)	Composition
	> 100 mm	20 - 100 mm	< 20 mm	Kg	% brute
Carton	20,15	0,88	0	21,03	1,2%
Papier	30,31	9,93	0	40,24	2,3%
Plastiques	150,66	17,38	0	168,04	9,4%
Fermentescibles	477,67	876,34	0	1354,01	76,1%
Textiles	41,51	0,64	0	42,15	2,4%
textiles sanitaires	26,47	0,56	0	27,03	1,5%
Verre	26,6	3,29	0	29,89	1,7%
Composite	10,65	0,41	0	11,06	0,6%
Métaux	11,03	3,19	0	14,22	0,8%
Combustibles (Os, bois, cuirs)	2,79	1,24	0	4,03	0,2%
Incombustibles (gravats, caillou)	2,7	0	0	2,7	0,2%
Déchets dangereux	1,29	0	0	1,29	0,1%
D3E	1,21	0	0	1,21	0,1%
Eléments fins	0	0	63,39	63,39	3,6%
Total	803,04	913,86	63,39	1780,29	100,0%
pourcentage	45,1%	51,3%	3,6%	100,0%	

Tableau 3 : composition des déchets ménagers de Yaoundé en 1995 et 2011

Année		1995		2011	
Composants		Moy. (%MS)	Moy. (%brute)	Moy (%MS)	Moy (%brute)
1	Papier/carton	3,50%	3,70%	5,7%	3,5%
2	Plastiques	4,10%	2,10%	15,7%	9,4%
3	Verre	1,60%	2,10%	4,5%	1,7%
4	Textiles	4,60%	1,90%	3,6%	2,4%
5	textile sanitaire	0,00%	0,00%	1,3%	1,5%
6	Métaux	4,60%	3,80%	2,1%	0,8%
7	composite	-	-	1,2%	0,6%
8	combustibles (os, bois, cuirs)	-	-	0,3%	0,2%
9	Gravats	5,9%	2,90%	0,4%	0,2%
10	déchets dangereux	-	-	0,2%	0,1%
11	D3E			0,2%	0,1%
12	éléments fins < 20 mm	27,60%	20,90%	5,8%	3,6%
13	fermentescibles	47,90%	61,70%	58,9%	76,0%
	Total	100	100%	100,0%	100,0%

thermoplastiques représentent près de 95% du gisement de plastiques inventoriés. Mais, dans la plupart de temps ces plastiques se trouvent en mélange, et souillés par les matières organiques. Les matières plastiques représentent 11,5% des déchets des quartiers d'habitat de moyen standing et 10,5% des déchets des quartiers d'habitat spontané. Les déchets des zones périurbaines ont la plus faible proportion de matière plastique (6,8%) suivi des quartiers d'habitat de haut standing (9,1%). L'humidité des matières plastiques et leur caractère souillé constituent des contraintes à leur valorisation. En effet, leur valorisation nécessite des opérations de lavage et de séchage avant d'être conditionnées pour les unités de recyclage. Par rapport aux résultats de la campagne de 1995, la proportion des matières plastiques a été multipliée par 4,5 en 15 ans, ce qui prouve un changement des habitudes de consommation des habitants de Yaoundé. Compte tenu de la non biodégradabilité de ce type des déchets, il est impératif de mettre en place un système de tri et de récupération pour limiter leur impact sur l'environnement.

Les papiers (2,3%), les textiles (2,4%), les cartons (1,2%), les verres (1,7%) et les textiles sanitaires (1,5%) sont faiblement représentés dans les déchets de Yaoundé. Les papiers sont généralement souillés par la matière organique et ne peuvent pas faire l'objet de valorisation. Les cartons ondulés sont les plus représentés. Les verres sont plus représentés dans les quartiers de haut standing (3,1%) et de moyen standing (1,9%). Les textiles sanitaires sont plus présents dans les déchets des quartiers d'habitat de haut standing (3,9%) et de moyen standing (2%).

Les composites (0,6%) et les métaux (0,8%) sont peu présents dans les déchets ménagers de Yaoundé. La bonne organisation de la filière de récupération des métaux à Yaoundé peut justifier cette faible présence dans les déchets ménagers. D'autres catégories, comme les déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (D3E) et les Déchets Ménagers Spéciaux (DMS) se retrouvent sous forme de trace (0,1%). Les déchets ménagers spéciaux présents sont les piles, les perfusions, les seringues de particuliers et autres médicaments périmés.

Sur les déchets secs, la fraction organique fermentescible reste toujours prépondérante dans les déchets produits par les ménages à Yaoundé avec une moyenne de 58,9%. Les éléments fins représentent en moyenne 5,8% en poids des déchets secs. Comparés aux résultats de la campagne de 1995, on constate :

- une forte augmentation des matières plastiques qui passe de 4,6% de la matière sèche à 15,7% ;
- les textiles sanitaires qui étaient absents des déchets en 1995 sont présents dans les déchets en 2011 et ceci quel que soit la zone d'habitation ;
- la proportion des papiers cartons n'a pas beaucoup évoluée ;
- les autres fractions comme : les textiles, les verres, les métaux restent faiblement représentés, même dans la matière sèche.

La campagne de 1995 a été effectuée en saison sèche et dans une période où la collecte n'était pas assurée, ce qui explique la forte présence des déchets déjà dégradés qui se retrouvent dans les éléments fins (plus de 27%) dans les déchets pendant la période de caractérisation. Les autres paramètres physiques mesurés sur les déchets produits par les ménages est la masse volumique et le taux d'humidité.

3.3. Evolution de la masse volumique et du taux d'humidité des déchets produits par les ménages.

Les masses volumiques sont mesurées sans aucun tassement. 50 mesures ont été effectuées pendant la campagne de 2011 et permettent d'obtenir une masse volumique moyenne en poubelle de 0,30±0,08 tonnes/m³. La médiane est presque égale à la moyenne, ce qui dénote d'une faible variation autour de la moyenne obtenue (tableau 4).

L'examen de la masse volumique des déchets par strate fait ressortir que cette valeur est plus élevée dans les quartiers de haut standing et spontané (0,34 et 0,31 t/m³) et proche de la moyenne dans les quartiers de moyen standing et les zones périurbaines (0,28 et 0,29 t/m³). Mais dans tous les cas on est toujours en dessous de la masse volumique obtenue pendant la saison des pluies pour les mêmes strates pendant la campagne

Tableau 4 : masse volumique (t/m³) des déchets en poubelle en fonction des strates

Strate	Nombre de mesure	Moyenne	écart - type	médiane
Haut Standing	10	0,34	0,05	0,23
Moyen Standing	15	0,28	0,05	0,28
Spontané	15	0,31	0,12	0,30
Périurbain	10	0,29	0,08	0,29
Ensemble	50	0,30	0,08	0,28

précédente de 1995 (Ngnikam, 2000). Comparé aux données obtenues dans les autres pays, on peut dire que la masse volumique en poubelle des déchets ménagers de Yaoundé est élevée, ceci à cause de la prépondérance de la matière organique fermentescible dans ces déchets et de leur taux d'humidité. Dans l'ensemble, le taux d'humidité des déchets ménagers est élevé (plus de 62% en moyenne), ce qui réduit les possibilités de valorisation énergétique par combustion (Ngnikam et Tanawa, 2006). On constate que la fraction inférieure à 100 mm est plus humide à cause de la forte proportion des matières organiques fermentescibles (tableau 5).

Le taux d'humidité moyen observé est de 62,3%. Ce résultat est proche de la moyenne du taux d'humidité obtenu pendant la grande saison des pluies à Yaoundé (65%) en 1995 (Ngnikam, 2000). Dans la zone périurbaine et les quartiers de haut standing, on a un taux d'humidité très élevé, à cause des fortes pluies enregistrées dans la ville pendant la période d'observation. C'est la fraction fermentescible des déchets qui est plus humide quel que soit la strate. En effet, le taux d'humidité moyen pour cette fraction est supérieur à 80%.

3.4. Evolution de la composition des déchets entrant sur le site de la décharge

Les déchets entrant ont été prélevés à l'entrée de la décharge de Nkolfoulou à raison d'un camion par strate d'habitation et 2 camions pour les marchés. C'est au total 2,8 tonnes de déchets qui ont été triées. Chaque campagne a permis de déterminer les caractéristiques : densité, humidité et composition. Ces paramètres ont été mesurés dans les mêmes conditions que la campagne effectuée afin de déterminer les caractéristiques de la production des ménages.

Le point commun entre les différentes strates est le grand pourcentage de la matière organique putrescible (62 à 70%) (tableau 6). Les papiers et les cartons ont un pourcentage très élevé dans les marchés (17,2%), car ils constituent les déchets d'emballage des produits de consommation. De même, on note une absence de caoutchouc (pneus) dans les strates haut standing, moyen standing et périurbain. Ceci s'explique par la rareté des garages pour automobiles qui sont les

premiers producteurs de ce type de déchets. Il faut noter également que le caoutchouc naturel fait l'objet d'une filière de récupération bien organisée dans la ville de Yaoundé et il est très probable que ces déchets soient récupérés en amont par les ménages ou les éboueurs pendant la pré-collecte. Nous avons remarqué que les éléments fins pour toutes les strates sont en grande partie constitués de fragments de feuilles vertes, de terre, de débris de pulpe d'arachide et de concombre.

Les déchets dangereux sont constitués essentiellement des déchets hospitaliers, des déchets ménagers contaminés par des produits dangereux ou par des pansements. Ils ne sont pas toujours répertoriés mais ils présentent de graves risques d'hygiène et de contamination. Le faible taux de déchets dangereux dans les différentes strates peut s'expliquer d'une part par le faible tonnage des déchets hospitaliers par rapport au flux général entrant dans le site et d'autre part par la pratique de la récupération des batteries de véhicules par les populations et par les propriétaires de garage. On note également la rareté des piles dans les déchets entrant.

La composition des déchets entrant à la décharge est différente de celle des déchets produits en amont par les ménages. En effet, la part combustible dans les déchets entrant dans la campagne de 2011 est plus importante (40% contre 26,7% au niveau des ménages). Cette augmentation se fait au détriment des matières fermentescibles (déchets de cuisines et espace vert) où la proportion baisse de 62,4% à 50,5% (figure 3). L'augmentation de la part combustible, notamment les cartons est liés aux apports des activités diffuses des PME et des commerçants qui mettent directement leurs déchets dans les bacs de collecte.

3.5. Evolution de la masse volumique et du taux d'humidité des déchets ménagers entrant à la décharge

La masse volumique des déchets entrant est déterminée par le type de camion et par son taux de remplissage évalué visuellement. Plusieurs tests ont été effectués pendant les saisons sèches (août et février) et la saison des pluies (juin). Pour chaque type de camion, nous avons mesuré les masses volumiques en benne et en

Tableau 5 : variation du taux d'humidité dans les déchets produits par les ménages

Strate	Fraction > 100 mm	Fraction < 100 mm	humidité globale
haut standing	58,9%	71,5%	65,3%
moyen standing	57,2%	53,5%	55,5%
spontané	61,0%	57,1%	57,7%
périurbain	69,4%	74,2%	70,8%
Moyenne Yaoundé	61,6%	64,1%	62,3%

poubelle, c'est-à-dire après déversement des déchets au sol, suivi de pesée dans un demi-fût de 100 litres sans tassement.

Les valeurs de masse volumique varient selon le type de camion de collecte. Les valeurs maximales sont enregistrées pour les bennes tasseuses et les bennes grues. Les minima sont enregistrés par les bennes Ampliroll où aucun tassement n'est effectué sur les déchets. On peut noter que la masse volumique des déchets entrant est relativement élevée et ceci indépendamment des saisons. Le taux de compaction obtenu pour les bennes tasseuses est autour de 2 et celui de la benne grue au-dessus de deux lié à la pression exercée par la grue sur les déchets pendant le ramassage et le transport. Pour les autres types de camion, bien que la benne soit ouverte, on note une légère variation de volume lié au tassement enregistré pendant le transport. Pour les deux campagnes de mesure, la valeur moyenne de la masse volumique des déchets entrant sont proche, soit $0,45 \pm 0,1$ t/m³ pour les déchets non remaniés et $0,30 \pm 0,05$ t/m³ pour les déchets remaniés. La masse volumique des déchets remaniés est proche de la valeur obtenue pour les déchets ménagers en amont. Le taux de compaction obtenu pour la benne Ville de Paris est anormalement élevé (1,9) compte tenu du fait que ce camion ne dispose pas de système de compactage. Mais ce résultat se justifie par le fait que les déchets sont compactés par petites quantités successives

par les éboueurs, pendant la collecte en porte à porte. Tout comme pour les déchets prélevés à la source, on observe sur le tableau 8 un taux d'humidité élevé des déchets entrant quel que soit la strate d'origine.

Le taux d'humidité est plus élevé dans les fractions <100 mm. Ce qui est normal car c'est dans cette classe granulométrique qu'on observe le plus de matière organique biodégradable. Par rapport aux déchets prélevés à la source, le taux d'humidité des déchets entrant est relativement faible (55% contre 62,3%). C'est parce que, on trouve dans les bacs

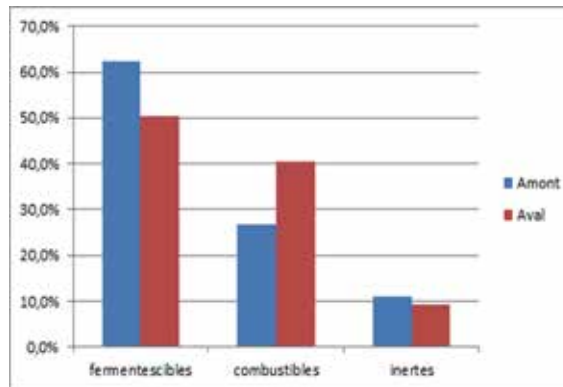


Figure 3 : variation de la composition des déchets de Yaoundé en amont (dans les ménages) et en aval (entrée de la décharge) par grande catégorie

Tableau 6 : Evolution des déchets entrants dans le site de la décharge de Nkolfoulou (Ngnikam&Tanawa, 2006, Oumbe Rithe, 2015)

	Composition brute (%)		Composition sur MS (%)		
	campagne 2011	campagne 2015	campagne 2006	campagne 2011	campagne 2015
carton	10,4%	5,90%	9,70%	11,7%	4,30%
Papier	1,9%	3,90%	-	2,3%	3,80%
Plastiques	14,2%	8,70%	8,30%	16,0%	6,70%
Fermentescibles	58,9%	56,30%	65,90%	46,8%	63,60%
Textiles	5,5%	6,20%	4,30%	8,6%	5,70%
textiles sanitaires	0,8%	1,50%	0,00%	0,9%	1,90%
Verre et céramique	1,6%	1,60%	1,10%	3,1%	2,10%
Composite	0,4%	0,00%	0,00%	0,4%	0,10%
Métaux	0,8%	1,20%	1,30%	1,7%	1,60%
Combustibles (Os, cuirs, bois)	0,8%	1,60%	0,80%	0,9%	2,10%
Incombustibles (gravats, caillou, Céramique)	0,3%	1,20%	0,90%	0,9%	1,50%
Déchets dangereux	0,1%	0,20%	0,10%	0,30%	0,20%
caoutchouc	0,0%	0%	0,60%	0%	0%
D3E	0,1%	0,50%	0,00%	0,30%	0,60%
Eléments fins	4,20%	11,20%	7%	6,1%	5,80%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100%	100,0%

échantillonnés, en plus des déchets ménagers, tous les déchets produits par les activités diffuses (ateliers divers, services, etc.) voisins du lieu d'implantation du bac en question et qui sont par nature plus secs que les ordures ménagères (emballages, ferrailles, etc.). Ce résultat a été confirmé dans la campagne 2015, où on a obtenu un taux d'humidité moyen des déchets de 54,3% sur les déchets entrant sur le site de Nkolfoulou, avec une variation en fonction du type de camion de collecte (Oumbe Ritha, 2015).

4. Discussions

4.1. Faible lien entre la taille des ménages et la production spécifique des ordures ménagères

D'une manière générale, la production spécifique des déchets est faiblement liée à la taille du ménage (figure 4). Dans les ménages de faible taille des quartiers à habitat spontané, la production spécifique des déchets est plus élevée comparativement aux ménages de grande taille. A plus de 10 personnes par ménage dans les quartiers à habitat spontané, la production spécifique des déchets est toujours en dessous de la moyenne. Dans les quartiers de haut standing, les ménages de moins de 4 personnes produisent plus de 1 kg/hab/jour. Tandis qu'à plus de 8 personnes, la production spécifique est plus faible. Cette tendance est valable quel que soit la strate.

La production spécifique obtenue dans la ville de Yaoundé cadre avec les estimations faites obtenues dans les villes des pays à revenu intermédiaire qui varie entre 0,6 et 0,9 kg/hab/jour (Rajaomanana, 1996). Ces données confirment également l'hypothèse selon laquelle la production des ordures ménagères est liée au niveau de vie des ménages (Nghane et al, 2015). La production spécifique des déchets de Yaoundé est en dessous de la moyenne de certaines villes africaines de même importance, notamment : Abidjan en Côte d'Ivoire et Niamey au Niger (1 kg/hab/j). Il est au même niveau que les villes de : Ouagadougou, Brazzaville, Conakry, Rabat, Harare au Zimbabwe dont la production spécifique des déchets ménagers se situe entre 0,6 et 0,7 kg/hab/jour (Achankeng, 2003). La production spécifique des déchets ménagers de Yaoundé est plus élevée que celle des villes de Tunis (0,5 kg/hab/j), Accra (0,4 kg/hab/j), Lagos (0,3 kg/hab/j). Les camions à compaction permettent dans les conditions de Yaoundé de doubler la densité des déchets lors du transport. Mais ce gain de densité se réduit après le déversement des déchets à la décharge. Le gain de volume réalisé lors de transport des déchets ne sera pas traduit en gain d'espace de stockage dans la mesure où les déchets reprennent pratiquement leur densité initiale après le déversement. Tout comme l'a relevé les travaux de Nghane dans trois villes africaines, il n'existe pas

Tableau 7 : Evolution des masses volumiques (t/m³) des déchets entrants à la décharge par type de camion de collecte

Type de Camion	Campagne 2011		Campagne 2015		Taux de compaction
	non rema-nié	rema-nié	non rema-nié	rema-nié	
Benne tasseuse	0,59	0,3	0,52	0,28	1,9
Mini Benne tasseuse	0,55	0,3	0,47	0,29	1,6
Porte coffre	0,47	0,3	0,38	0,31	1,2
Ampliroll 16 m ³	0,33	0,3	0,31	0,29	1,1
Ampliroll 9 m ³	0,33	0,28	0,4	0,27	1,5
Benne Ville de Paris	0,41	0,39	0,52	0,28	1,9
Benne Grue			0,69	0,3	2,3
Moyenne	0,44	0,32	0,47	0,29	

Tableau 8 : Evolution du taux d'humidité des déchets entrants

Strate	Humidité moyenne		
	fraction >100 mm	0 - 100 mm	Global (%)
Marchés	56%	61%	58%
Haut Standing	46%	73%	57%
Moyen Standing	53%	63%	59%
Spontané	47%	43%	43%
périurbain	62%	56%	58%
Moyenne déchets entrants	52%	60%	55%

une différence significative entre les densités en saison sèche et en saison des pluies (Ngahane et al, 2015).

4.2. L'impact de la collecte sélective et de l'interdiction des sachets plastiques sur la composition des déchets entrant à la décharge

Sur une période de 10 ans, on n'a pas observé une évolution significative de la composition des déchets de la ville de Yaoundé. D'une manière générale, la composition des déchets entrant sur le site de la décharge est fortement dominée par la fraction organique biodégradable (figure 5).

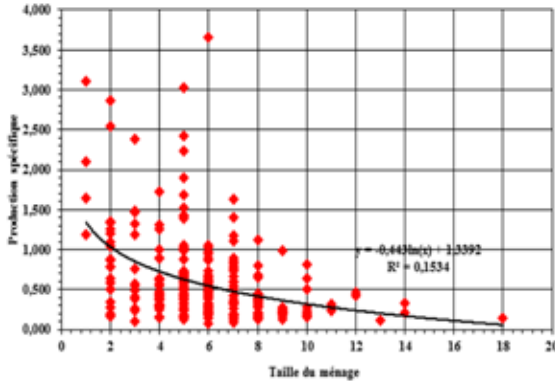


Figure 6 : production spécifique des déchets en fonction de la taille du ménage

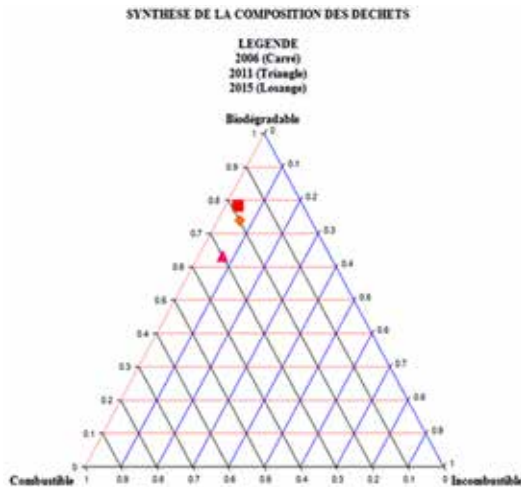


Figure 8 : diagramme triangle de représentation des déchets entrants à la décharge de Yaoundé entre 2006 et 2015

Tableau 9 : teneur en eau des différentes fractions des déchets en fonction de la méthode de séchage

	Matière organique fermentescibles	Eléments fins	Papiers et carton	Echantillon global
Etuve à 90°C	64,2	59,7	37,7	68,1
Séchage au soleil	53,1	35,6	36	36,0
Durée de séchage (étuve)	60 heures	60 heures	20 heures	60 heures
Durée de séchage (soleil)	150 heures	125 heures	100 heures	125 heures

Par rapport à la composition sèche, on constate néanmoins une diminution de la part biodégradable dans les déchets entrant entre 2006 et 2011, puis une légère remontée en 2015. Cette remontée de la part biodégradable est due principalement à la diminution des plastiques dans les déchets entrant entre les deux dates. En effet, entre 2011 et 2015, les matières plastiques dans les déchets entrant dans la CET de Nkolfoulou sont passées de 16% à 6,7%. Cette diminution des matières plastiques dans les déchets entrant serait liée à deux actions combinées : la mise en place de la collecte sélective des bouteilles d'eau minérale dans la ville par HYSACAM et l'interdiction de la vente des plastiques de faible épaisseur. Le même constat a été fait dans les campagnes de caractérisation des déchets entrant sur le site de compostage de Dschang depuis 2014.

4.3. Evolution de la teneur en eau suivant les deux méthodes de mesure

Les résultats de la mesure de la teneur en eau selon les deux approches ont confirmés que le séchage au soleil n'est pas à recommander pour la mesure du taux d'humidité des déchets. En effet, il faut deux fois plus de temps pour obtenir une masse de déchets constante après le séchage au soleil (150 heures contre 80 heures dans une étuve à 90°C). Pire encore, les mesures effectuées sur le site d'Assouira au Maroc et Nkolfoulou à Yaoundé permettent de conclure que le taux d'humidité obtenu après le séchage au soleil est nettement en dessous de la valeur réelle (tableau 9) (Zahari Fouad, 2006).

Le séchage au soleil a permis d'extraire 95,5% du potentiel d'eau dans la fraction « papier et carton », 85% dans la matière organique biodégradable et seulement 52,8% dans un échantillon des déchets en mélange. Après 150 heures de séchage au soleil, on n'est pas arrivé à avoir une stabilité de la masse de la matière organique biodégradable, ceci à cause de la difficulté d'évaporation de l'eau interstitielle dans ces conditions de mesure.

5. Conclusion

Les résultats obtenus au terme de cette étude met en exergue l'évolution des principales caractéristiques des déchets en amont (dans les ménages) et en aval (à l'entrée du CET) dans la ville de Yaoundé. Pour ce faire, plusieurs campagnes de caractérisation ont été effectuées

à diverses périodes. Les résultats obtenus confirment que la production spécifique des ordures ménagères est liée au niveau socio-économique du ménage. La production spécifique des déchets ménagers de Yaoundé est restée constante entre 1995 et 2011. Sur une période de 10 ans, la composition des déchets entrant au CET a varié, ceci à cause des améliorations survenues dans la réglementation (interdiction des sachets plastiques) et la collecte sélective des bouteilles plastiques. Les densités des déchets ont été mesurées à diverses étapes de la filière : dans les ménages avant la collecte, dans divers type de camion pendant la collecte et le transport, à l'entrée de la décharge. Ces densités varient énormément à chaque étape et en fonction des véhicules de collecte. Cette information est capitale pour dimensionner à l'échelle d'une ville, les matériels de collecte et de transport des déchets ménagers et assimilés. Cette étude a permis également de mettre en exergue, l'influence des activités diffuses (PME et commerce) sur les caractéristiques des déchets collectés dans une ville comme Yaoundé. Cette étude montre une fois de plus, comme signalé par Nguhane et al, 2015, la nécessité d'une démarche de caractérisation préalable qui prenne en compte de tels facteurs afin de mieux envisager la gestion des déchets solides au sein d'une commune.

Bibliographie

- Abuhngiendoo, R.T. (2004).** The Mastering of the entries and exits of a household refuse storage centre: the case of Yaoundé city, *Mémoire de fin d'étude*, ENSP, septembre 2004, Yaoundé, 71 P.
- Achankeng Eric (2003).** Globalization, Urbanization and Municipal Solid Waste Management in Africa. African Studies Association of Australasia and the Pacific 2003 Conference Proceedings - *African on a Global Stage*. 22 pages.
- ADEME (1993).** MODECOM TM, Méthode de caractérisation des déchets, *collection "connaître pour agir"*, Paris, 61 p.
- ADEME (2014).** Caractérisation des déchets ménagers. Conseils et méthodes à destination des collectivités. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par le groupement INSAVALOR SA – *Plateforme PROVADEMSE et TERRA SA*. Angers, avril 2014. 95 pages.
- Aloueimine, S.O. (2006).** Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision. *Thèse de doctorat*, Université de Limoges. Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, 195 p.
- CUY (2011).** Stratégie de gestion des déchets de Yaoundé. Rapport de mission 1 : diagnostic. Etude réalisé par ARTILIA et ECTA BTP pour le compte de la *Communauté Urbaine de Yaoundé*. Décembre 2011, 220 pages.
- Emilienne Laure Nguhane, Léonard Ukondalemba Mindele, Gaston Nsavyimana, Patrice Bigumandondera, Jean-Luc Vasel et Emmanuel Ngnikam (2015).** « Analyse comparative des résultats de caractérisation d'ordures ménagères : cas des communes de Bembéréké (Bénin), Kinama (Burundi), Gombe et Kimbanseke (RDC) », *Déchets sciences et techniques*, n°69, 2015, p. 13-22.
- Fouad Zahrani (2006).** Contribution à l'élaboration et validation d'un protocole d'audit destiné à comprendre les dysfonctionnements des centres de stockage des déchets (CSD) dans les pays en développement. Application à deux CSD : Nkolfooulou (Cameroun) et Essaouira (Maroc). *Thèse de doctorat STD*. Insa de Lyon, LAPSI, décembre 2006. 281 pages.
- Ngnikam, E. (2000).** Evaluation environnementale et économique des systèmes de gestion des déchets solides municipaux : analyse du cas de Yaoundé au Cameroun. *Thèse de doctorat en Sciences et Techniques de déchets*, LAEPSI, INSA Lyon, mai 2000. 314p.
- Ngnikam, E. et Tanawa, E. (2006).** Les villes d'Afrique face à leurs déchets. *Edition de l'UTBM* (Université de Technologie de Belfort- Montbéliard). Décembre 2006. 281 pages.
- OUMBE Ritha (2015).** Suivi des paramètres de la décharge de Nkolfooulou: caractérisation, tassement et production de lixiviats. *Mémoire de fin d'études d'ingénieur*, ENSP, Yaoundé, 105 p.
- Rajoamanana, H. (1996).** Gestion et traitement des déchets ménagers dans les pays en voie de développement : Etude de cas de la ville d'Antananarivo (Madagascar). *Thèse Doct. Ing.* : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1996. 152 p.
- RE–Source (2014).** Etat des lieux en matière de caractérisation des déchets ménagers dans les pays en développement. *Groupe de travail thématique : « caractérisation tri des déchets »*, 47 pages.

Situation du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) en République Démocratique du Congo : culture, consommation, et qualités gustatives

Katanga K.¹, Bungu D. M.², Mungele O.³ et Kimema Y. S.⁴

(1) Production et Amélioration Végétales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo / e-mail : jos_kat@yahoo.fr

(2) Production et Amélioration Végétales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo

(3) Recherches Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo

(4) Département du Développement Rural, Ministère d'Agriculture, République Démocratique du Congo

DOI : 10.5281/zenodo.495217

Résumé

Dans le cadre des efforts de recherche sur le haricot igname d'Afrique, *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms, des enquêtes ont été menées auprès des populations dans 2 provinces du pays (Kinshasa et Kwilu) et des séances de dégustation ont été organisées à Kinshasa pour, d'une part, déterminer l'état de connaissance de la plante au sein des populations, recueillir les informations sur les pratiques culturelles utilisées ainsi que sur le niveau de consommation et d'autre part évaluer l'appréciation que les consommateurs, anciens et nouveaux, réservent aux mets à base des tubercules du haricot igname.

De ces enquêtes, il est ressorti que le haricot igname est connu de presque tous les habitants des 2 sites concernés par l'étude. 90% des ménages enquêtés à Kinshasa et 100% des ménages enquêtés à Feshi consomment ces tubercules. Ils sont cependant moins nombreux à Feshi à le cultiver (58%). C'est sur billon, en

association avec d'autres cultures et à faible densité que la plante est cultivée dans les deux sites. Les productions observées sont très modestes, équivalant à 2 tonnes à l'ha au maximum par an.

La consommation en grignotage, principalement, et la faible densité de semis indiquent que les populations accordent peu d'importance au haricot igname pourtant très riche en protéines par rapport aux plantes comme le manioc, culture principale. A partir des séances de dégustation, les résultats sont très intéressants et laissent présager de réelles possibilités de diversifier et de rendre attrayante la consommation des tubercules du haricot igname. Le goût des tubercules, bouillis ou frits, a été jugé de bon à très bon par 64 à 68% de personnes, la majorité ayant découvert la plante le jour de la dégustation. Aussi, le fufu fait de mélange de farine de maïs et de farine des tubercules du haricot igname a été jugé de bon à très bon goût par 84% de personnes.

Mots clés : Haricot igname d'Afrique, tests de dégustation, densité, enquêtes, agriculture

Abstract

As part of research efforts on African Yam Bean (AYB), *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms, investigations were led within the population in 2 provinces (Kinshasa and Kwilu) of the Democratic Republic of Congo (DR Congo). The investigations consisted to collect the information on the cropping system used by the farmers as well as on the level of the consumption of the AYB meals. Sessions of tasting were then organized at the University of Kinshasa to estimate the appreciation that the old and new consumers reserve to the meal made from AYB tubers.

From surveys, results indicated that AYB is known by 90% of the households of Kimbanseke neighborhood at Kinshasa and 100% by those of Feshi District in the Kwilu province and all the investigated households consume tubers of AYB. They are however 58% of farmers who cultivate AYB at Feshi District. Results from the 2 sites of investigations indicated that AYB is

intercropped with cassava and cultivated on billon. Tubers yields of AYB are moderated, not more than 2 Tons ha⁻¹.

The consumption mainly as dessert of AYB meals and the low densities of sowing indicate that the plant does not get more importance from farmers whereas its tubers and seeds are rich in protein compared with the cassava, the staple of the region. Results from sessions of tasting were very interesting and predicted real possibilities of diversifying and making attractive the consumption of AYB tubers. The taste of boiled or fried tubers was appreciated as "Good to Better than" by respectively 64 and 68% of the tasters, most of them discovering for the first time the plant and its meals during the session of tasting. The fufu paste got from the mixture of the flour of the corn and that of AYB tubers was tasted "good to better than" by 84% of the tasters.

Keywords : African Yam Bean, tasting sittings, densities, surveys, agriculture

1. Introduction

Le Haricot Igname d'Afrique (HIA) *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms, est une des nombreuses plantes alimentaires encore à l'état de cueillette et de culture de case. Élément de la flore de plusieurs pays d'Afrique (de l'ouest, centrale, de l'est et australe), les populations rurales y recourent pour consommer les graines, les tubercules et même les feuilles (Wilczek, 1954 ; Dukes, 1981 ; Onyembe et Paulus, 1982 ; Onyembe et Kejuni, 1983 ; Malaisse et Parent, 1985 ; Potter et Doyle, 1992 ; Klu et al, 2001 ; Katanga, 2004).

La situation du HIA en Afrique et en République Démocratique du Congo (RDC) est encore très négligé car il y a de plus en plus des scientifiques qui plaident pour plus d'intérêt et de recherche au regard des avantages nutritionnels que la plante présente (Baudoin et Mergeai, 2001 ; Anonyme, 2006 ; Adewale et Dumet, 2009) et sa vraisemblable aptitude aux conditions marginales, entendues de sol et de sécheresse (Demol, 2002).

En effet, selon Baudoin et Mergeai (2001), Anonyme (2006), Adewale et Dumet (2009) les graines contiennent 21 à 26% de protéines, les tubercules 10 à 19% et dans les deux produits il y a une bonne teneur en éléments minéraux en l'occurrence du fer, du zinc, du calcium, du magnésium et du potassium. Ces auteurs signalent aussi que les protéines ont une valeur biologique supérieure à celle des protéines des légumineuses principales en l'occurrence le soja (*Glycine max*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le haricot commun (*Phaseolus vulgaris*), le petit pois (*Pisum sativum*) et le niébé (*Vigna unguiculata*). En ce qui concerne son aptitude aux conditions marginales, la plante est observée sur des sols sablonneux où elle donne d'ailleurs de gros tubercules.

En RDC, Wilczek (1954) et Potter et Doyle (1992) signalent la distribution naturelle de l'espèce dans plusieurs provinces en mentionnant aussi les noms vernaculaires: Kongo central (mazedosoto, mpembo, mpempu, pemo), Kwango (fhuyu), Haut Uélé (giliabande), Sud Kivu (mulula, tshuku), Kasai Oriental (djitat), Kasai occidental (kakundekunde), Haut Lomami (tukunyiamasombe, tongoyamasemvu), Haut Katanga (kilumbwelumbwe, malumbwelumbwe), Lualaba (masemfu, masemvu, semfu, semvu).

Dans le cadre des efforts de recherche sur la plante, recommandés par ailleurs par certains des auteurs cités ci haut, nous avons pensé mener des enquêtes auprès des populations et organiser des séances de dégustation.

Les objectifs poursuivis par cette étude sont :

- Déterminer l'état de connaissance de la plante au sein de la population;
- Recueillir les informations sur les pratiques culturelles utilisées pour la plante;
- Déterminer le niveau de consommation;
- Evaluer l'appréciation du goût des différents mets à base des tubercules du HIA.

2. Matériel et Méthodes

Les enquêtes ont été menées en août 2012 à Kinshasa dans le quartier Kasavubu de la commune de Kimbanseke et en août 2013 à Feshi dans la province du Kwilu à 280 km de Kikwit (grande agglomération située à 580 km de Kinshasa), auprès d'un échantillon de 100 ménages dans chaque site. Le quartier Kasavubu à Kinshasa, situé en périphérie de la ville, avait été choisi pour les enquêtes du fait de la présence d'un petit marché où une fois par semaine (le mercredi) il se vendait des tubercules de haricot igname produits dans les collines environnantes principalement par des femmes, toutes originaires de Kwilu, Kwango et Kongo Central et organisées en une association. Le village de Feshi a été ciblé parce qu'il est une des zones rurales de la RDC où la culture et la consommation du haricot igname sont signalées. Nous avons soumis un questionnaire de 16 questions portant sur la connaissance de la plante, la consommation et la culture de la plante, les parties consommées de la plante, le mode de consommation, la catégorie de consommateurs, la conduite de la culture, les dégâts, les semences utilisées, l'époque de semis et de récolte, la destination de la récolte et l'estimation de la demande sur le marché.

En dehors du questionnaire, nous avons été dans 5 champs pour évaluer la densité et le rendement :

- pour la densité, nous avons pris les mesures des champs en ressortant la longueur (L) et la largeur (l), puis nous avons compté les plantes de haricot igname qu'on trouve dans le champ. Sur la base de la superficie calculée en multipliant $L \times l$, nous avons estimé la densité à l'hectare, en reprenant dans les résultats la densité minimum et la densité maximum.
- pour le rendement, nous avons déraciné 5 à 10 plantes (selon l'accord des propriétaires), nous avons pesé les tubercules qu'elles portent et nous avons calculé le poids moyen par plante de l'ensemble des 5 champs. Nous avons alors multiplié ce poids moyen avec la densité minimum et la densité maximum tel qu'observées dans différents champs. A cette époque de l'enquête, au mois d'août, les plantes étaient à 11 mois du semis et de la maturité des tubercules.

Tableau 1 : Connaissance, consommation et culture de la plante (en % de l'échantillon total des enquêtés)

Objets	Site de Kasavubu					Site de Feshi				
	Total Echantillon	Oui		Non		Total Echantillon	Oui		Non	
		Nombre	%	Nombre	%		Nombre	%	Nombre	%
Connaissance de la plante	100	90	90	10	10	100	100	100	0	0
Consommation de la plante	100	85	85	15	15	100	100	100	0	0
Culture de la plante	100	80	80	20	20	100	58	58	42	42

En juillet 2014, nous avons procédé à la dégustation de différents mets à base de tubercules du haricot igname auprès de 50 personnes (étudiants, professeurs, agents scientifiques et administratifs) sur le site de l'Université de Kinshasa. Il avait été proposé des frites, des tubercules bouillis, de la salade confectionnée de chou et de tubercules râpés avec tomate, oignon et mayonnaise, des beignets avec 30% de tubercules râpés, du « fufu » (une pâte consistante obtenue du malaxage de la farine dans l'eau bouillante) à 50% farine de maïs et 50% farine de tubercules de haricot igname, de la macédoine des fruits (pomme, banane, ananas et tubercules frais de haricot igname). L'appréciation du goût des mets à base de haricot igname d'Afrique était faite de la manière suivante :

- Pour les mets eux-mêmes : (1) Très bon ; (2) Bon ; (3) Passable ; (4) Pas bon.
- En comparaison entre les différents mets à base du HIA : (1) Meilleur goût ; (2) Goût aussi bon ; (3) Goût moins bon
- En comparaison avec le manioc, la pomme de terre, la patate douce : 1) Meilleur goût ; (2) Goût aussi bon ; (3) Goût moins bon.

3. Résultats

3.1. Résultats de l'enquête au quartier Kasavubu et à Feshi

3.1.1. Résultats sur la connaissance, la consommation et la culture de la plante

Sur les 100 ménages enquêtés, le tableau 1 renseigne qu'au quartier Kasavubu de la commune de Kimbanseke à Kinshasa, 90% des enquêtés connaissent la plante et seulement 10% ne la connaissent pas tandis qu'à Feshi ce sont tous les enquêtés qui la connaissent. Ils sont 85% à la consommer et 80% à la cultiver au quartier Kasavubu. A Feshi, tous les enquêtés connaissent et consomment la plante. Cependant, seulement 58 ménages soit 58% la cultivent. Quand on considère le

Tableau 2 : parties de la plante consommées et mode de consommation (en % d'enquêtés qui consomment)

Organes et modes de consommation	Site de Kasavubu	Site de Feshi
Graines sèches	0%	12%
Tubercules	100%	88%
Feuilles	0%	0%
Gousses ou graines immatures	0%	0%
Seul (sans accompagnement)	100%	100%
En soudure ou grignotage	100%	100%
En repas principal	0%	0%
En tubercules bouillis	100%	100%
En tubercules sous cendres	0%	72%
En tubercules frits	0%	0%
En farine pour fufu	0%	0%

Tableau 3 : Catégorie d'âge des consommateurs (en % d'enquêtés qui consomment)

Réponses	Sites	
	Kasavubu	Feshi
Enfants seulement	0%	3%
Personnes âgées seulement	0%	0%
Personnes de tous les âges	100%	97%

Tableau 4 : Système cultural (en % des ménages qui cultivent)

Système cultural	Site de Kasavubu	Site de Feshi
Culture à plat	0%	0%
Culture sur billon	100%	100%
Culture pure	0%	0%
Culture en association	100%	100%

détail sur l'origine des enquêtés du quartier Kasavubu qui sont en majorité des provinces de Kwilu et de Kwango, on peut avec les résultats de Feshi déduire que la plante est très bien connue par les populations de ces provinces.

Tableau 5 : Epoque de semis (en % des ménages qui cultivent)

Epoque de semis	Site de Kasavubu	Site de Feshi
Août	0%	10%
Septembre	90	85
Octobre	10%	5%
Après Octobre	0%	0%

Tableau 6. Matériel utilisé pour le semis

Matériel de plantation	Site de Kasavubu	Site de Feshi
Graines	100%	100%
Tubercules	0%	0%

Tableau 7 : Epoque de la récolte des tubercules (en % des ménages qui cultivent)

Epoque de récolte	Site de Kasavubu	Site de Feshi
Avril	0%	0%
Mai	0%	5%
Juin	0%	36%
Juillet	5%	80%
Août	100%	22%
Septembre	5%	7%
Octobre	0%	0%

Tableau 8 : Destination de la récolte (en % des ménages qui cultivent)

Réponses	Sites	
	Kasavubu	Feshi
Consommée en totalité	61	68
Consommée en grande partie	39	9
Vendue en grande partie	0	23
Vendue en totalité	0	

Tableau 9 : Densité de semis et rendement estimé à l'ha en culture traditionnelle

Paramètres	Sites	
	Kasavubu	Feshi
Densité extrapolée à l'ha	4 000 à 5 600	600 à 1110 plantes
Poids moyen par plante	0,272 kg	2,055 kg
Rendement à l'ha	1 088 à 1 523 kg	1 233 à 2 281 kg

3.1.2. Résultats sur les parties consommées et le mode de consommation

Le tableau 2 renseigne que du haricot igname c'est principalement les tubercules qui sont consommés. Ils sont seulement 12% des consommateurs des graines sèches à Feshi. Les feuilles ainsi que les graines et gousses immatures ne sont pas consommées. Quant au mode de consommation, les tubercules sont principalement consommés sous forme bouillie tel que déclaré par 100% d'enquêtés dans les deux sites d'enquête et des fois cuits sous la cendre tel que déclaré par 72% des enquêtés. Les tubercules sont exclusivement consommés comme aliments de soudure autant à Feshi qu'à Kasavubu. Ces résultats renseignent que la plante n'est pas considérée comme pouvant servir de repas formel mais plutôt comme aliment d'appoint ou de grignotage.

Les résultats consignés dans le tableau 3 montrent que les consommateurs sont de tous les âges. Il n'y a que 3% à Feshi qui ont dit donner principalement aux enfants. Le détail sur l'argument donné par ces 3% d'enquêtés est que cela permet de guérir les enfants de la maladie de kwashiorkor ou de les préserver de cette maladie, laquelle est due à la malnutrition protéique. Cet argument permet de déduire qu'il y a au sein de cette population de Feshi la connaissance implicite des vertus nutritives de la plante. Cet argument peut aussi être considéré comme une preuve de la richesse des tubercules en protéines. Le fait que les personnes de tous les âges consomment indique quelque part que le goût est intéressant d'autant qu'on trouve couramment dans les milieux ruraux des mets réservés soit aux enfants et/ou aux personnes âgées. A propos du goût, ils ont été 61% des enquêtés du quartier Kasavubu à trouver le haricot igname meilleur que le manioc.

3.1.3. Résultats sur le mode de culture du haricot igname d'Afrique

Il ressort du tableau 4 que, dans les provinces de Kwilu et de Kwango où les enquêtés ont été menées, le haricot igname est principalement cultivé sur billon et en association. C'est surtout avec le manioc qui est la principale culture associée.

3.1.4. Résultats sur l'époque de semis

Les renseignements contenus dans les résultats du tableau 5 indiquent que le semis se fait par la majorité des cultivateurs en septembre. Les semis en août ou en octobre sont rares, se faisant par 5 à 10% de cultivateurs enquêtés.

Le tableau 6 montre que dans les deux sites, les agriculteurs n'ont pas l'habitude d'utiliser les tubercules comme semences ou comme matériel de plantation.

Tableau 10 : connaissance et consommation du haricot igname par les dégustateurs (en % de l'échantillon)

Thèmes	Nombre de questionnés	Nombre de répondants « OUI »	%
Connaissance de la plante	50	12	24
Consommation de la plante	50	12	24
Consommation des tubercules	12	12	100
Consommation des graines	0	0	0

Tableau 11 : Appréciation du goût de différents mets de haricot igname (en % de l'échantillon de dégustateurs)

Thèmes	Pas bon	Passable	Bon	Très bon	Total %	% bon et très bon
Tubercules bouillis	14	22	44	20	100	64
Tubercules frits	0	30	32	38	100	68
Beignets	0	6	42	52	100	94
Salade	8	6	60	26	100	86
Fufu	12	4	76	8	100	84
Macédoine des fruits	0	6	40	54	100	94

3.1.5. Résultats sur l'époque de la récolte des tubercules

Les résultats du tableau 7 sur l'époque de récolte renseignent que la plupart des cultivateurs récoltent les tubercules en juillet et en août. En considérant, l'époque de semis, cela correspond à 11 à 12 mois après semis. Quelques-uns récoltent plutôt en mai et en juin et quelques rares plus tard en septembre. Le détail sur la raison de la récolte à cette époque de 11 à 12 mois après semis est que ce sont les tubercules de cet âge qui, selon 95% des cultivateurs, possèdent le meilleur goût c'est-à-dire sont plus succulents et possèdent l'arôme caractéristique de la plante. la récolte précoce est rare.

3.1.6. Résultats sur la destination de la récolte

Les résultats du tableau 8 montrent que l'autoconsommation des tubercules du haricot igname est plus importante que la vente sur les deux sites d'enquête. Aussi, la tendance à vendre est plus significative à Feshi qu'au quartier Kasavubu à Kinshasa. C'est ce qui pourrait expliquer qu'à Feshi où seulement 58 % de ménages cultivent la plante, il y a cependant 100% de ménages qui consomment les tubercules.

3.1.7. Résultats sur les attaques des maladies et ravageurs

La question des attaques étant, sauf situation très grave, peu perceptible par les cultivateurs traditionnels. Nous avons principalement été renseignés par les enquêtés de Feshi sur les attaques des nématodes dont les symptômes se présentent sous forme de gales que les cultivateurs appellent « misisa,

makwanzamakwanza». Tous ont dit avoir observé ces symptômes sur quelques plantes seulement.

3.1.8. Résultats sur l'évaluation de la densité de semis et le rendement à l'ha

Le tableau 9 montre que les densités pratiquées en culture traditionnelle du haricot igname sont faibles dénotant que les distances entre les plantes sont au-delà de 1m. Si on se réfère à Okpara et Omaliko (1995, 1997) et Amoatey et al. (2000) qui mentionnent l'écartement de 1m x 1m, les densités optimales sont à cette condition de 10.000 ou 20.000 plantes selon que l'on a semé 1 ou 2 graines par poquet. Entre les champs visités sur les deux sites, les densités à Feshi sont plus faibles et correspondent aux distances de 3 à 4 m entre les plantes. Semé ainsi entre le manioc qui est planté plus régulièrement à 1 m, le haricot igname est en fait considéré comme secondaire. Outre qu'il n'y a pas d'intérêt à en cultiver beaucoup parce qu'il n'y a pas d'acheteurs, quelques cultivateurs ont justifié les fortes distances par la nécessité de ne pas entraver la production du manioc qui est la principale culture car, selon eux, le haricot igname a un fort développement qui étouffe les plantes de manioc dont il se sert comme tuteur. Ainsi, ils redoutent de mettre beaucoup de plantes de haricot igname. Au quartier Kasavubu, il apparaît y avoir plus des plantes de haricot igname parce que, sur ce site, les cultivateurs faisaient peu de manioc, faute de disponibilité d'eau pour le rouissage et l'associaient au millet à chandelle, au gombo et à l'oseille de Guinée.

En ce qui concerne le rendement à l'ha, il est à constater que c'est tout au plus 2 t que les cultivateurs traditionnels enquêtés ont enregistré. En partie c'est

Tableau 12 : Appréciation du goût par comparaison (en % de l'échantillon de dégustateurs)

Comparaison goût HIA par rapport aux autres tubercules	Moins bon	Aussi bon	Meilleur	Total %	% aussi bon et meilleur
Haricot igname frit par rapport haricot igname bouilli	0	64	36	100	100
Haricot igname bouilli par rapport manioc	12	32	56	100	88
Haricot igname bouilli par rapport patate douce	56	26	18	100	44
Haricot igname bouilli par rapport pomme de terre	38	38	24	100	62
Haricot igname bouilli par rapport igname Dioscorea	28	42	30	100	72
Frites haricot igname par rapport frites pomme de terre	40	48	12	100	60

dû à la faible densité si on considère la situation de Feshi. En partie c'est aussi dû au faible poids moyen de tubercules par plante si on considère la situation du quartier Kasavubu. En effet, avec un poids moyen par plante de 2,055 kg, tel qu'observé à Feshi le rendement à l'ha atteindrait 20 t et plus aux densités optimales de 10 000 plantes obtenues à l'écartement de 1m x 1m.

3.2. Résultats de la dégustation

3.2.1. Résultats sur la connaissance et la consommation du haricot igname

Le tableau 10 renseigne que sur les 50 dégustateurs, 12 soit 24% de l'échantillon avaient déjà connaissance de la plante et en avaient déjà consommé les tubercules principalement. Pour 76% de l'échantillon, c'était la première fois de voir la plante et donc de la consommer.

3.2.2. Résultats sur l'appréciation du goût de différents mets de haricot igname

En considérant que l'appréciation « bon » et « très bon » reflètent le niveau ou les possibilités d'acceptation d'un aliment (Malassis, 1979 ; Floriot, 1993), il ressort du tableau 11 que les beignets, la salade, le fufu et la macédoine des fruits ont été bien appréciés par la très forte majorité des dégustateurs. Il est à noter pour les beignets, la salade et la macédoine des fruits, qu'il s'agit des mets où le haricot igname a été mélangé à d'autres denrées. Son goût s'est ajouté à celui du goût de ces autres denrées. Dans le cas du fufu, la consistance et le goût sont pareils à ceux qu'on obtient avec le manioc. En effet pour tous, même pour ceux qui avaient déjà la connaissance de la plante, c'était la première fois de consommer les frites, le fufu, la salade et la macédoine du haricot igname.

Les résultats du tableau 12, relatifs à la comparaison des goûts permettent de déterminer les possibilités de pénétration du haricot igname par rapport aux aliments concurrents. Il ressort que le haricot igname est plus intéressant pour les consommateurs sous forme de frites que sous forme bouillie car personne n'a trouvé le goût moins bon.

En ce qui concerne la comparaison des frites avec celles de la pomme de terre, très largement consommées dans les restaurants, c'est 60% des dégustateurs qui les trouvent de bon à meilleur goût que les frites de la pomme de terre. Pour les 40% qui ont apprécié ses frites « moins bon », c'est pour leur texture plus ferme par rapport aux frites de la pomme de terre, plus tendres. C'est pour cette même fermeté et son goût légèrement succulent que les 12% les ont appréciées de meilleur goût. Le score de 60% présage des opportunités certaines d'introduction du haricot igname. En ce qui concerne la comparaison du haricot igname bouilli avec le manioc, la patate douce et l'igname Dioscorea (mbala sur le marché de Kinshasa ou vihama en swahili), les résultats montrent nettement la préférence du haricot igname sur le manioc et l'igname Dioscorea que plutôt sur la patate douce.

4. Discussion

Déjà assez mentionné dans des publications scientifiques à la suite des recherches réalisées dans un certain nombre des pays de l'Afrique de l'Ouest (Potter et Doyle, 1992 ; Klu et al, 2001, Baudoin et Mergéai, 2001 ; Anonyme, 2006 ; Adewale et Dumet, 2009), il était important de savoir aussi comment la plante se trouve en culture en RDC, quelle place elle occupe dans la consommation et quelles chances elle a pour son expansion.

Sur la culture de la plante, il apparaît à travers les résultats de l'enquête que le haricot igname est une plante mineure par rapport au manioc auquel il est plus souvent associé. Les agriculteurs enquêtés à Feshi accordent plus de considération au manioc lequel occupe plus le champ, le haricot igname se trouvant clairsemé. C'est ce que témoignent le pourcentage moyen des agriculteurs cultivant le haricot igname, soit 58%, et la faible densité de semis, soit 600 à 1110 plantes à l'ha, observés notamment à Feshi, un des fiefs où le haricot igname est déjà en culture. Il n'y a donc pas encore de culture pure de haricot igname et pas encore des pratiques de densité plus rationnelle. La culture de cette plante en périphérie de Kinshasa, le cas du quartier Kasavubu, indique les possibilités de son expansion. Des essais sur la densité sont à recommander autant dans la perspective de culture pure que de cultures associées. Aux densités plus rationnelles, de 10 000 en culture pure par exemple, la production peut atteindre 20 t et plus avec un matériel végétal comme celui de Feshi. De même, des collectes de matériel dans différentes provinces où la plante est déjà en culture sont nécessaires pour le mettre en essai de rendement afin de déceler les types les plus productifs. En attendant ce travail de collecte, les productions enregistrées sont très modestes, soit 2 tonnes au maximum à l'ha, et comptent parmi les raisons pour lesquelles la plante est prise avec négligence.

Dans la conduite de la culture, tous les agriculteurs enquêtés cultivent sur billon sans qu'il y ait eu recommandation expresse mais par l'habitude de la culture du manioc sur billon. Il sera intéressant de comparer la production de la plante sur billon et à plat. Il ressort de l'enquête que le semis se fait au début des pluies, en septembre et en octobre, et que la récolte se fait généralement 10-12 mois après. Pour rendre la plante alimentaires compétitive, il y aura nécessité d'expérimenter les semis à plusieurs dates et les récoltes à plusieurs âges des plantes. Il apparaît que le haricot igname est peu attaqué. Les enquêtés ont évoqué seulement les nématodes. Cela rejoint ce que signalent Baudoin et Mergéai (2001). Il est vraisemblable que l'incidence des attaques est peu perceptible dans le contexte où la plante, considérée encore comme mineure, est semée très éparpillée. Dans les essais des dates et des densités, nécessaires pour amorcer l'intensification de la culture de la plante, une attention particulière doit être accordée aux observations sur les maladies et les ravageurs.

En ce qui concerne la consommation, les résultats tendent à montrer qu'en République Démocratique

du Congo c'est principalement les tubercules qui sont consommés, les graines étant utilisées comme semences. Ici, c'est différent de ce que rapportent Potter et Doyle (1992) ainsi que Amoatey et al (2000) des pays de l'Afrique de l'Ouest où c'est principalement les graines qui sont consommées, évidemment du fait que les types de haricot igname présents là-bas sont peu productifs de tubercules. Le mode de consommation, principalement en tubercules bouillis et en dehors des repas formels, renforce la considération mineure accordée à la plante. Des efforts de développement des produits nouveaux du haricot igname doivent être déployés pour diversifier et rendre attrayants sa consommation. A ce propos, les résultats des séances de dégustation sont très encourageants. En effet, les scores de 64 à 68% de dégustateurs appréciant de « bon à très bon goût » les tubercules bouillis et les tubercules frits présagent des possibilités de faire consommer le haricot ignames sous ces deux recettes analogues aux repas de la pomme de terre déjà bien largement acceptés. Ils ont été 60 à 62% à trouver les deux recettes de goût aussi bon, voire meilleur que le goût de la pomme de terre bouillie ou frite. Les nouveaux produits comme le fufu, les beignets, la salade et la macédoine sont encore plus prometteurs, au regard des scores de 84 à 94% de dégustateurs appréciant de « bon à très bon goût ».

5. Conclusion

Notre étude s'est déroulée en enquêtes et séances de dégustation en vue d'établir la situation du haricot igname en termes de sa connaissance et de sa consommation au sein des populations, des pratiques culturelles et de l'appréciation du goût de différents mets à base des tubercules.

Des résultats obtenus, nous recommandons que des collectes soient faites dans les sites où les enquêtes et les échanges ont été réalisés afin de soumettre les différents matériels aux essais de rendement et de disposer ainsi des ressources phylogénétiques pour le démarrage d'un programme d'amélioration. Parallèlement dans le cadre de la promotion de la plante, des études sur la transformation des produits doivent être entreprises afin d'augmenter les possibilités de sa consommation sous différents aliments.

Vu sa richesse en protéines et en sels minéraux, les ménages urbains et périurbains pourraient les planter dans leurs petits jardins et consommer les tubercules en compagnie d'autres ignames et des graines d'arachides afin de se familiariser avec la plante et de régulariser sa consommation.

Bibliographie

- Adewale, D. and Dumet, D. (2009).** African yam bean: a crop with food security potentials for Africa. *African Technology and Development Forum Journal*, volume 6, 66-71.
- Amoatey, H.M., Klu, G.Y.P., Bansa, D., Kumaga, F.K., Aboagye, S.O., Bennett-Lartey and Gamedoagboa, D.K. (2000).** The African Yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*): a neglected crop in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, vol. 1, 53-60
- Anonyme (2006).** Lost crops of Africa: volume II: vegetable, *The National Academies Press/ National Academy of Science*, 322-344.
- Baudoin, J.P. et Mergeai, G. (2001).** Haricot igname africain *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. In *Agriculture en Afrique Tropicale*, Editeur Raemaekers R. H., DGCI/Bruxelles, 362-364.
- Demol, J. (2002).** Amélioration des plantes, éd. *Presses agronomiques de Gembloux*, 581p
- Duke, J.A. (1981).** *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York, USA, 220-222
- Floriot, J.L. (1993).** Approche et marketing des produits alimentaires intermédiaires, *Lavoisier*, 237-242
- Katanga, K. (2004).** Aperçu sur quelques espèces spontanées : leur contribution dans l'alimentation et les efforts de mise en culture. In *Cahiers du CERPRU*, ISDR-Bukavu, n° 16, vol.I, 15-21
- Klu, G.Y.P., Amoatey, H.M., Bansa, D. and Kumaga, F.K. (2001).** Cultivation and use of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) in the Volta Region of Ghana. *The Journal of Food Technology in Africa*, vol. 6, n° 3, 74-77.
- Malaisse, F. et Parent, G. (1985).** Edible vegetable products in the zambezian woodland area: a nutritional and ecological approach. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 18, 43-82.
- Malassis, L. (1979).** *Economie Agro-Alimentaire, Cujas*, 437 p
- Okpara, D.A. and Omaliko, C.P.E. (1995).** Effects of staking, nitrogen and phosphorus fertilizer rates on yield and yield components of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*). *Ghana Journal Agric. Sci.* 28-29, p23-28
- Okpara, D.A. and Omaliko, C.P.E. (1997).** Response of African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*) to sowing date and plant density. *Indian Journal of Agricultural Science* 67 (5), 220-221.
- Onyembe, P.M.L. et Paulus, J. (1982).** Etude de la valeur nutritive des graines de *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. *Revue Zaïroise des Sciences Nucléaires* 3, 199-210
- Onyembe, P.M.L. et Kejuni, K. (1983).** Influence de différents traitements thermiques sur les facteurs antitrypsiques des graines de *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex A. Rich) Harms. *Revue Zaïroise des Sciences Nucléaires* 4, 55-62
- Potter, D. and Doyle, J.J. (1992).** Origins of the African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*, *Leguminosae*): Evidence from Morphology, Isozymes, Chloroplast DNA, and Linguistics. *Economy Botany* 46 (3) pp 276-292.
- Wilczek, R. (1954).** *Sphenostylis* E. Mey. In Flore du Congo Belge et du Ruanda- *Urundi*, *Spermatophytes*, vol VI, Bruxelles, 273 - 27

La commercialisation des champignons comestibles au Cameroun

Djomene Y. S.¹, Foudjet E. A.², Fon D. E.³ et Ninkwango T. A.⁴

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

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

(3) Faculté Agronomique des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(4) MINADER-Projet Champignon, Obala, Cameroun

DOI : 10.5281/zenodo.495221

Résumé

Cet article porte sur la commercialisation des champignons comestibles au Cameroun. L'objectif de la présente étude est d'analyser les facteurs pouvant aboutir à une plus grande satisfaction des clients potentiels et réels du marché des champignons comestibles sur le territoire Camerounais et au-delà. L'étude a permis de collecter les informations (qualitatives et quantitatives) auprès de 42 producteurs/ramasseurs, 68 distributeurs (grossistes, semi-grossistes et détaillants) et 85 consommateurs de champignons comestibles, dans les Départements du Mfoundi et de la Lékié pour la Région du Centre, dans les Départements du Noun, de la Mifi, des Hauts Plateaux et de la Menoua pour la Région de l'Ouest, et dans le Département du Wouri pour la Région du Littoral. Les logiciels SPSS version 17.0 et Microsoft Excel 2010, ont permis d'analyser les données au moyen de la statistique descriptive et d'un test de comparaison des moyennes. Les résultats de l'étude montrent que plusieurs espèces de champignons comestibles sont commercialisées sur le territoire national sous les formes fraîches, sèches et en

conserves. Il s'agit du : champignon de Paris (*Agaricus bisporus* spp.) 39%, champignon de Termitière (*Termitomyces* spp.) 11%, champignon des Pleurotes (*Pleurotus* spp.) 15% et les Truffes (*Elaphomyces granulatus*) 35% selon les informations obtenus auprès des personnes enquêtées. Les résultats de l'étude montrent également que la distribution des produits se fait dans les grandes surfaces telles que les supermarchés, les boutiques et les marchés pour les champignons comestibles et auprès des producteurs de champignons comestibles pour le Blanc. Par contre, la consommation régulière des champignons comestibles sous toutes ses formes, est effective dans les hôtels, les restaurants et quelques ménages. Les résultats montrent que les producteurs/transformateurs réalisent une marge bénéficiaire de 780 FCFA/Kg de champignon frais produit, supérieur à celle des grossistes 500 FCFA/Kg et des détaillants 580 FCFA/Kg de champignon frais vendu. Il existe une différence de moyennes de marges brutes entre les producteurs/transformateurs, les grossistes/semi-grossistes et les détaillants, à un seuil de signification de 1%.

Mots clés : champignon comestible, myciculture, commercialisation, marge brute, alimentation, consommation

Abstract

This paper concerns the trading of edible mushrooms in Cameroon. This study aims at analyzing factors leading to a greater satisfaction of real and potential customers of edible mushrooms market in Cameroon and beyond. This study allowed collecting data (Qualitative and Quantitative) from 42 producers / collectors, 68 distributors (wholesalers, semi-wholesalers, and retailers) and 85 consumers of edible mushrooms in the Mfoundi and Lekie Divisions in the Center Region of Cameroon, in the Noun, Mifi, and Upper Table land, and Menoua for the West Region, and in the Wouri Division for the Littoral Region. The software SPSS version 17.0 and Microsoft Excel 2010, permitted to analyse data by the means of descriptive statistics and comparison mean test. The results of the study show that several edible mushrooms species are commercialized on the national territory either fresh, dried or canned; mainly: Paris mushrooms (*agaricus bisporus* spp.),

39%, termitary mushrooms (*termitomyces* spp.), 11%, Pleurotes mushrooms (*pleurotus* spp.), 15% and Truffle mushrooms (*elaphomyces granulatus*), 35%. These data have been obtained from interviewed persons. The results of this study also show that the dispatching of the products is done in the supermarkets, stores and markets for edible spawn mushrooms. On the contrary the regular consumption of edible mushrooms under various shapes is effective in hotels, restaurants and a few households. The results show that producers / transformers have a benefit margin of 780 F CFA/ kg (1.20 euros/kg) for fresh mushrooms, which is greater than that of the wholesalers which is 500 F CFA /kg (0.70 euro /kg) and that of the retailers which is 580 F CFA /kg (0.88 euro/kg) of fresh mushroom sold. There is a mean gross margins difference between producers / transformers, wholesalers and retailers at a significant threshold of 1%.

Keywords : Edible mushroom, mushroom producer, sales, gross margin, feeding, consumption

1. Introduction

Le contexte économique mondial actuel montre que la sécurité alimentaire est l'une des questions principales liée au changement climatique. Les plus pauvres du monde, pour la plupart des agriculteurs, pêcheurs et éleveurs, sont les plus fortement touchés par la hausse des températures et la fréquence croissante des catastrophes liées au climat. Parallèlement, la population mondiale connaît une croissance continue et devrait atteindre 9,6 milliards de personnes d'ici 2050. Pour satisfaire une telle demande, l'agriculture et les systèmes alimentaires devront s'adapter aux effets négatifs du changement climatique et devenir plus résilients, plus productifs et plus durables. C'est le seul moyen pour garantir le bien-être des écosystèmes et des populations rurales, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (FAO, 2015).

Le développement de nouvelles cultures telles que les champignons comestibles permet d'améliorer la qualité de l'alimentation des populations, de réduire le chômage et la pauvreté (Gevry, 2009). Cette culture remonte à la préhistoire et la Chine est considérée comme le berceau de cette culture. La commercialisation des champignons comestibles commence en Europe au XVII^{ème} siècle, et en Afrique il y a de cela seulement 3 décennies (FAO, 1998). L'importance économique directe des champignons comestibles pour l'homme et son environnement n'est plus à démontrer. De plus au cours de ces dernières années, l'offre en champignons cultivés n'a cessé de s'accroître (Hatcheu et al, 2006). Les populations rurales sont conscientes de l'intérêt que représentent les champignons comestibles en terme de sources de revenus, de ressources alimentaires, de médicaments (pharmacopée) et d'approvisionnements en substrat usagés au terme de la récolte du champignon des pleurotes, qui servent de fourrage et d'engrais organique dans les activités agropastorales (MINADER, 2007). C'est dans ce contexte que la CoopSDEM-CA (Cooperative for Sustainable Development of Edible Mushrooms) est créé, dans l'objectif de réduire de façon significative les importations de champignons comestibles et d'améliorer l'alimentation des populations en protéines complètes.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Problème Focal

La satisfaction du client repose très souvent sur les éléments du marketing mix (Banque Mondiale, 2012). De ce fait les produits (champignons comestibles de production locale et ses semences, les champignons sauvages comestibles et les champignons comestibles importés) proposés par les distributeurs aux consommateurs doivent répondre aux normes de qualité et ainsi répondre aux attentes des clients. Le prix doit être à la portée des demandeurs (Eric et al., 1998). Curieusement, au mieux des connaissances de la littérature, très peu d'études ont été orientées dans le but de décrire les caractéristiques socioéconomiques des acteurs, d'identifier les espèces/variétés de champignons et origines, les utilisations, canaux de distribution, quantités et prix des champignons comestibles commercialisées, les forces et faiblesses des différents acteurs sur le terrain, les motivations et préférences des consommateurs, l'estimation de la demande (marché actuel et marché potentiel), l'état de satisfaction de la demande.

2.2. Méthode

La population étudiée est l'ensemble des fournisseurs d'intrant/services étatiques, producteurs/ramasseurs/transformateurs, importateurs, distributeurs, et consommateurs de champignons comestibles, des Régions du Centre, du Littoral et de l'Ouest au Cameroun. L'échantillon est composé de 500 individus, enquêtés dans sept Départements des trois Régions ciblées. La méthode utilisée est le sondage par choix raisonné. La répartition des groupes d'acteurs a été faite à partir des critères tels que : le sexe, l'âge, la profession principale, le niveau d'étude, la situation matrimoniale et le nombre de personnes en charge. La cible prioritaire a été constituée des consommateurs (ménages, hôtels, restaurants, foyers, etc.). La prospection s'est basée sur la stratégie AIDA (Attention-Intérêt-Désir-Action), la publicité sur les lieux de ventes des denrées alimentaires, la distribution des circulaires (dépliants, brochures et flyers) dans les



Photo 1 : (a) Champignon des Pleurotes sec, (b) Champignon de Paris en boîte de conserve, (c) Champignon de Paris Frais, (d) Champignon des Pleurotes Frais

ménages et services administratifs, et la participation aux séminaires de formations/recyclages, tables rondes, foires/expositions et fora.

2.3. Présentation du Secteur et son Environnement

2.3.1. Présentation de l'Offre

Comme fournisseurs, nous avons les ramasseurs de champignons sauvages comestibles, les fournisseurs d'intrants (artisans et agriculteurs), les multiplicateurs de blanc de mycélium (semences), les producteurs de champignons (frais, secs, poudre et conserves) et les distributeurs (grossistes, semi-grossistes et détaillants). Les grandes surfaces de distribution (supermarchés, boutiques) de champignons comestibles sont situées à proximité des points de consommation dans les grandes métropoles (hôtels et restaurations, etc.), afin d'éviter les problèmes liés aux retards d'approvisionnement, sans oublier la manipulation le moins possible des produits frais, qui sont très délicats et très éphémères. Les champignons sauvages comestibles, communément appelés champignons de termitière, sont très souvent proposés aux clients des marchés sous les formes fraîches et sèches (Ninkwango, 2007). Par contre les grands importateurs de champignons comestibles frais, secs et en boîtes de conserves tels que: Land Mark Distribution SARL, Boucherie et Charcuterie du Littoral, TRACI SARL, Sotta S.A, Global Service,...., ont des parts de marchés importantes dans les grands centre urbain du Pays (grandes surfaces de distribution et de consommation des denrées alimentaires). La photo 1 illustre les variétés et formes de champignons comestibles commercialisées dans la zone d'étude.

2.3.2. Présentation de la Demande

Les produits et services de la filière sont sollicités par les ménages pour les champignons de termitières, et grandes surfaces de consommation (hôtels, restaurants, salles de fêtes et foyers), pour les champignons importés et le champignon des pleurotes. Des informations obtenues auprès des enquêtés, les personnes âgées, les végétariens, certains centres médicaux, ainsi que les expatriés, consomment régulièrement les champignons comestibles sous toutes ses formes.

2.3.3. Présentation de l'Environnement

- Environnement politico-légal : la filière champignon comestible au Cameroun est réglementée par l'Etat, à travers le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER-Projet Champignon), le Ministère du Commerce et le Ministère des Finances. Les fournisseurs paient des impôts et taxes pour pouvoir exercer l'activité.

De même, les prix pratiqués sur le marché sont homologués par le Ministère du Commerce. Néanmoins, certains producteurs, certains points de distribution et de consommation exercent dans la clandestinité.

- Environnement technologique : les outils, matériels et machines utilisées pour la production des champignons comestibles et pour la multiplication de ses semences sont en grande majorité des productions artisanales ou importées d'Asie et d'Europe. Les efforts sont consentis par les pouvoirs publics et autres chercheurs pour améliorer la qualité des produits et proposer de nouvelles espèces à domestiquer localement.
- Environnement socioculturel : les fournisseurs et demandeurs viennent d'horizons divers, on rencontre les camerounais originaires de différentes localités du Pays, ainsi que les étrangers. On ne saurait oublier de rappeler que les champignons sauvages comestibles, entrent dans les habitudes alimentaires des populations résident en zones rurale et périurbaine. Par contre, les expatriés, pour la majorité les occidentaux, ont une préférence pour les champignons importés.
- Environnement économique : la filière des champignons comestibles constitue une part non négligeable de l'économie camerounaise, aussi bien sur les plans formel et informel.

2.4. Diagnostic du Marketing Général (DMG)

2.4.1. Diagnostic interne

a. Les Forces

- Prix concurrentiels, par rapport aux prix des produits similaires (viandes et poissons),
- Cycle de production du champignon des pleurotes de courte durée (8 semaines à 10 semaines après le semis), avec plusieurs tours de récoltes ;
- Services rapides ; les champignons comestibles sous forme fraîche sont le plus souvent utilisés dans la restauration rapide (EXPRESSO PIZZA ROMA, TCHOP ET YAMO) ;
- Bonne prévision des ventes; à travers l'existence d'un réseau de myciculteurs, qui contribue à mettre sur pied un circuit de commercialisation bien défini,
- Surface cultivable réduite (culture hors sol et sous abris), le rendement de la production est défini par rapport à la quantité de substrats conditionnés produits;
- La matière première utilisée pour la production du champignon des pleurotes sont les résidus agricoles (raffes de maïs, fanes de haricot son de blé, paille de riz).

b. Les Faiblesses

- Manque d’expertise pour la production du champignon des pleurotes et de la multiplication de ses semences ;
- Rupture régulière de stock des Champignons Comestibles de production locale ;
- Rupture régulière de stock des emballages pour le conditionnement des champignons comestibles séchés et pour le conditionnement du blanc (la Base 1 est la semence certifiée de première génération, qu’on multiplie pour avoir la Base 2 (semence certifiée de deuxième génération) et on multiplie la deuxième génération pour avoir la Base 3 (semence certifiée de troisième génération)) ;
- Insalubrité : les producteurs et transformateurs enquêtés, pour la majorité ne respectent pas les mesures d’hygiène et de propreté requises au sein de la champignonnière, ce qui influence significativement le taux de rendement de la production ;
- Insuffisance de moyens financiers : les producteurs pour la grande majorité localisés dans les zones rurales et péri urbaines ne disposent pas de moyens financiers adéquats pour une production commerciale à grande échelle ;
- Absence de communication : le problème lié aux habitudes alimentaires des populations locale et nationale, ne favorise pas la diffusion des informations sur l’importance et l’art culinaire des champignons comestibles.

2.4.2. Diagnostic externe

a. Macro-environnement

Le macro-environnement de la filière champignon au Cameroun est observé dans deux secteurs de l’économie, à savoir, le secteur informel et le secteur formel. Jusqu’à nos jours, le secteur informel concerne beaucoup plus la population à faible revenu (population rurale), dont l’activité est saisonnière (ramassage des champignons sauvages). Toutefois, on note dans ce secteur une forte concurrence et un manque de licence, ce qui ne garantit pas la qualité des produits. Le secteur formel n’est pas assez vulgarisé, pour les champignons de production locale, vu la faible proportion de la population impliquée dans le processus de production et de commercialisation.

b. Micro environnement

La distribution et la consommation des champignons comestibles sous toutes ses formes ne causent aucun problème pour les différents acteurs (distributeurs et consommateurs), localisés dans la zone d’enquête. La majorité des ramasseurs (70%) des champignons de termitières écoulent leurs produits directement auprès des consommateurs finaux. C’est également le cas, pour la majorité des petits producteurs (moins de 200 kg de champignon récolté/trimestre) du champignon des pleurotes.

3. Résultats

3.1. Production du Champignon des Pleurotes

Le tableau 1 illustre des informations sur quelques caractéristiques des groupes de producteurs enquêtés,

Tableau 1 : Production annuelle des groupes de myciculteurs du Centre (Pleurotus spp.)

Caractéristiques	Minimum	Moyenne	Maximum
Surface exploitée (m)	4/3	8/6	65/45
Capacité salle de récolte (G)	1 500	3 000	18 000
Rafle de maïs sèche (kg)/an	3 500	7 000	42 000
Eau (L)/an	4 000 à 4 800	8 000 à 9 600	48 000 à 57 600
Bois de chauffage (tonnes)	1/2	2	7
Semences (Kg)/an	1 200	2 400	14 400
Substrat conditionné (1,25kg/G)	7 500	15 000	90 000
Champignon frais produit (kg)/an	2 028	4 056	24 344



(a)



(b)



(c)



(d)

Photo 2 : (a) Omelette au champignon (b) Flux Laminaire, (c) Concasseur électrique, (d) Autocuiseur

du champignon des pleurotes dans la Région du Centre.

La photo 2 illustre un menu aux champignons et quelques inputs de production du champignon des pleurotes.

3.2. Distribution et Consommation des Champignons Comestibles

3.2.1. Marchés cibles des produits

Le champignon comestible est une denrée alimentaire, pour laquelle les individus du monde y accordent un intérêt pour la nutrition et la santé, particulièrement dans les pays industrialisés (Bopda et al., 1998). Ce qui explique l'étendue des circuits de distribution et de consommation existants dans le monde. Le tableau 2 illustre les surfaces de distribution et de consommation enquêtées de champignons comestibles au Cameroun.

3.2.2. Consommation de champignons comestibles

De nos jours, les populations africaines continuent de se méfier des champignons comestibles naturels ou cultivés. Par ailleurs, la nécessité des notions d'identification des champignons toxiques, le manque d'information sur les

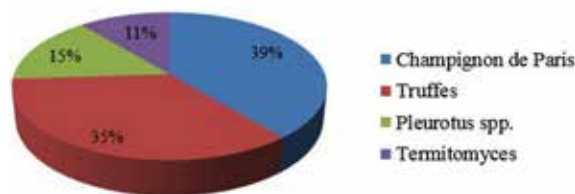


Figure 1 : Distribution des enquêtés selon les variétés de carpophores commercialisés ; champignon de Paris 39%, Truffes 35%, Pleurotes 15%, Termitomyces 11%

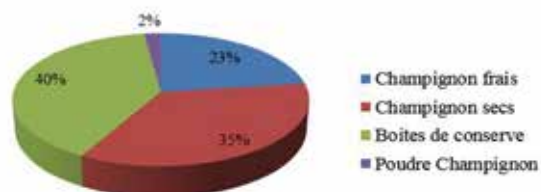


Figure 2 : Répartition des enquêtés selon les formes de Carpophores commercialisés ; champignon frais 23%, champignon secs 35%, Boîtes de conserve 40%, Poudre de Champignon 2%

Tableau 2 : Surfaces de distribution et de consommation des Carpophores enquêtés

Désignation	Distributeur		Désignation	Consommateur	
	Effectif	(%)		Effectif	(%)
Super grossistes	2	3	Hôtel	25	29,4
Grossistes	05	07,4	Restaurant	19	22,3
Supermarché	20	29,4	Ménages	12	14,1
Boutiques	13	19,1	Salle de fête	09	10,6
Marchés (B. Selam)	16	23,5	Administration	17	20
Associations	12	17,6	Centre de diabétique	3	03,6
Total	68	100	Total	85	100

Tableau 3 : Résultat du test de Kolmogorov Smirnov

	Moyenne de marges brutes des Champignons Frais	Moyenne de marges brutes des Champignons Secs
N	60	60
Moyenne	439,866	3311,416
Ecart type	290,332	2767,665
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,441	1,674
Signification asymptotique	0,031	0,007

Tableau 4 : Résultats du test de Kruskal Wallis

	Moyenne de marges brutes des Champignons Frais	Moyenne de marges brutes des Champignons Secs
Chi-square	18,004	18,065
Df	2	2
Signification asymptotique	0	0

valeurs nutritives, les vertus diététiques/thérapeutiques et l'art culinaire des champignons comestibles, limitent leurs consommations en ville comme en campagne dans certaines régions du monde (FAO, 2013).

3.3. Tests d'hypothèses

L'étude réalisée dans les Régions du Centre, du Littoral et de l'Ouest du Cameroun, avec pour thème: Commercialisation des champignons comestibles au Cameroun, a permis de proposer comme hypothèse nulle (H_0): il existerait une égalité de moyennes des marges brutes entre les trois groupes d'acteurs de la filière. L'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative sont illustrées ainsi :

H_0 : il existerait une égalité de moyennes des marges brutes entre les trois groupes d'acteurs (producteurs/transformateurs, les grossistes/semi-grossistes et les détaillants).

H_a : il existerait une différence de moyennes des marges brutes entre les trois groupes d'acteurs.

Le tableau 3 présente les résultats du test de Kolmogorov Smirnov.

4. Discussion

Les résultats de l'étude montrent qu'il existe exclusivement deux espèces de champignons comestibles produit et collecté au Cameroun. Il s'agit des champignons de termitières (*Termitomyces spp.*), collectés dans la nature uniquement pendant et à la fin des saisons de pluies, et le champignon des pleurotes (*Pleurotus spp.*), qui est une espèce domestiquée au Cameroun depuis les années 1990 à travers la Coopération Sino-Camerounaise. On retrouve les producteurs du champignon des pleurotes et les ramasseurs des champignons naturels dans les zones rurales et périurbaines au Cameroun. La proportion de la population étudiée qui commercialise les champignons comestibles est très importante (75%). Les supermarchés sont favorables à toutes formes de relations contractuelles à envisager pour la distribution des champignons (champignons importés et champignons des pleurotes). L'existence de ces espèces de champignons comestibles sur le marché devra toutefois être renforcée par des actions commerciales bien programmées. Par contre, s'agissant des hôtels qui sont plus spécialisés dans l'importation des champignons en conserve, une démarche d'expérimentation sera nécessaire pour changer les habitudes des consommateurs, en vue de mieux valoriser les espèces locales. Les résultats révèlent que le marché étranger est la principale source d'approvisionnement des entreprises (CASINO, MAHIMA et DOVV, etc.). Cette situation se rapporte sans doute à la technologie sur place qui ne permet pas

un meilleur conditionnement des champignons locaux. Une solution sera trouvée si des efforts sont consentis dans l'acquisition et la maîtrise des nouvelles techniques de conservation et de conditionnement des champignons comestibles. Les champignons comestibles constituent un légume à part entière pouvant permettre de varier agréablement les menus ou de les incorporer avec profit dans divers régimes. La majorité des espèces comestibles contiennent les 8 acides aminés indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, les acides gras insaturés, les sels minéraux et les vitamines sur le plan nutritif. Sur le plan diététique et thérapeutique, les champignons comestibles contiennent des substances comme l'ergostérol, qui contribue entre autre à réduire le taux de cholestérol dans le sang, les fibres celluloseuses qui permettent d'atténuer les maladies du cœur, à contrôler le surpoids et le taux de sucre dans le sang, les polysaccharides et/ou les polysaccharides peptides, qui sont des facilitateurs de la fabrication des globules blanc (CD4), qui ont pour rôle de contribuer au renforcement du système de défense de l'organisme et les fibres chitineuses qui facilitent la digestion mécanique. En effet, les hôtels suscités dans les différentes villes sont des surfaces réelles de consommation de champignons comestibles dans le pays. A l'hôtel SAWA à Douala par exemple, on retrouve des menus aux champignons à des prix spécifiques, tels que : le Bœuf Bourguignon (12 000 FCFA (18,30 euros) le plat), le poulet aux champignons (18 000 FCFA (27,5 euros) le plat) et la Pizza Régigna (18 000 FCFA (27,5 euros) le plat). Les résultats du tableau 3 montrent que, pour les champignons frais, la statistique de Kolmogorov-Smirnov est $Z = 1,441$, la P-Value $0,031 < 0,5$, on rejette l'hypothèse nulle et on conclut qu'il y'a une déviation sévère de la normalité de la distribution des moyennes des marges brutes. Pour les champignons secs, la statistique de Kolmogorov-Smirnov est $Z = 1,674$; la P-Value $0,007 < 0,5$, on rejette l'hypothèse nulle et on conclut qu'il y a une sévère déviation de la normalité de la distribution des marges brutes. Ceci permet de réaliser le test de Kruskal Wallis, pour obtenir les résultats du test de la comparaison des moyennes des marges brutes des trois groupes d'acteurs. Le tableau 4 présente les résultats du t-test de la comparaison des moyennes des marges brutes des trois groupes d'acteurs. D'après les résultats obtenus du test de comparaison des moyennes de marges brutes, on a pour les champignons frais, P-value = 0.000, ce qui implique que, la différence de moyenne des marges brutes est significative à un degré de signification de 1% (P-value $\leq 1\%$), ainsi on accepte l'hypothèse alternative (H_a) selon laquelle, il existerait une différence de moyennes des marges brutes, entre les trois groupes

d'acteurs. De même, pour les champignons secs, le P-value = 0.000. La statistique est significative à 1%, ce qui implique qu'on accepte l'hypothèse alternative (Ha) selon laquelle il existerait une différence de moyennes des marges brutes entre les producteurs/transformateurs, les grossistes et les détaillants.

5. Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort des résultats obtenus que, l'offre en champignons comestibles de production locale (10%) est encore très insignifiante par rapport à la demande locale et nationale de plus en plus croissante. Cette insuffisance de l'offre s'explique par la technologie de production inappropriée de la majorité des myciculteurs, une autre raison est celle liée à l'insuffisance des moyens financiers des paysans. Les importateurs de champignons comestibles ont des parts de marchés (supermarchés, boutiques, hôtels, restaurants) plus importantes (70%) que les autres groupes de distributeurs. L'étude a également permis de noter qu'il existe quatre principales espèces de champignons comestibles commercialisés dans la majorité des surfaces de distribution et de consommation, à divers prix, à savoir : les truffes, le champignon de Paris, le champignon de Termitière et le champignon des Pleurotes. Ils sont commercialisés sous formes fraîche, sèche et en boîte de conserve. Les résultats de l'étude ont permis de réaliser qu'au Cameroun, il existe trois principales catégories d'acteurs impliqués dans la filière champignon, à savoir les producteurs/ramasseurs/transformateurs, les distributeurs et les consommateurs. Les résultats de l'étude montrent également que le principe de culture du champignon des pleurotes exige quatre principales étapes : l'obtention du blanc à partir des spores ou tissu, la production du substrat stérilisé/pasteurisé, l'incubation (croissance ou végétation) et la production des carpophores (fructification). Les résultats du test de comparaison des moyennes de marges brutes, montrent que, à un seuil de signification de 1%, il existe une différence de moyenne de marge bénéficiaire entre les producteurs/transformateurs (780 FCFA/kg (1,20 euros/kg) de champignon comestible frais produit), les grossistes/semi-grossistes (500 FCFA/kg (0,76 euro/kg) de champignon comestible frais vendu) et les détaillants (580 FCFA/kg (0,88 euro/kg) de champignon comestible frais vendu).

Bibliographie

Banque Mondiale B.M. (2012). Etude de marché : principes, méthodes d'emplois. Bruxelles : *Boulevard paapsem*, 20-1070 Bruxelles.

Bopda, Lothore, Anne et Delmas, Patrick (1998). Les enjeux de l'aide au secteur agricole et à la sécurité

alimentaire en Afrique au sud du Sahara : quelle appréciation les Camerounais ont-ils de l'aide au secteur agricole et de la sécurité alimentaire. Paris : *Inter-réseaux Développement Rural*.

Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles, DESA. (2009). Les bilans alimentaires 2004-2006. Yaoundé-Cameroun. *AGRISTAT*, vol 15.

Dufau, J.P. (2010). L'intelligence économique : un concept d'actualité. France : *Rapport de l'Assemblée Parlementaire de la Francophonie*, document N° 19.

Eric, V. et Bruno Seguin (1998). L'essentiel du Marketing : *le marketing fondamental*. Paris : Editions d'organisation.

Food and Agriculture Organisation, F.A.O. (2015). Le climat change, l'alimentation et l'agriculture aussi. Yaoundé-Cameroun, *FAO press*.

Food and Agriculture Organisation, F.A.O. (2013). Appui au renforcement du système contrôle de sécurité sanitaire des aliments. Cameroun: http://www.Standardsfacility.Org/files/project_document/project_Grants/STGF_PG_062_Final_Report.pdf. Le 14/03/2015.

Food and Agriculture Organisation, F.A.O. (1998). Croquez la vie ! Des aliments qui guérissent et qui préviennent. Madrid, E-28830 *San Fernando de Henaro*.

Gevry, M.F. (2009). Distribution des champignons forestiers comestibles en Gaspésie ; *de la recherche au développement d'initiatives locales*. Québec, presse universitaire.

Hatcheu, T.E., Mercoir et Marie-Rose (2006). Marchés et marchands de vivres à Douala. Cameroun : *Le harmattan, collection Mouvement Economiques et Sociaux*, p 189.

Institut National des Statistiques, I.N.S. (2009). Comptabilité Nationale. *Comptes légers 2007-2008*, Yaoundé-Cameroun: <http://www.ins.cm/>. Le 14/06/2014.

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, MINADER (2007). Culture des champignons comestibles au Cameroun : héritage Chinois qui gagne du terrain. Yaoundé-Cameroun, *French. News. Cn*.

Ndoye, O., Awono, A., Schreckenber, K. et Leakey, R. (2004). Commercialisation des fruits locaux pour réduire la pauvreté. Londres : *In note d'information pour les décideurs politiques dans les régions tropicales humides d'Afrique*, 235p.

Ninkwango, T.A. (2007). Rapport de l'assemblée générale budgétaire 2006 du PDFC au MINADER. Yaoundé-Cameroun : *Jeune Afrique*, 72p.

Projet PARAFE : Etat des besoins en emplois types et compétences prioritaires dans le Secteur Forêt et Environnement d'Afrique Centrale et leur implication socio-professionnelle et formative

Ngueregaye R.¹, Kachaka Sudi K. C.²

- (1) Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale, Chargé de Projet PARAFE
e-mail : ngueregaye@yahoo.fr
(2) Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale, Coordonnateur Régional.

Résumé

Les objectifs de développement du Projet d'Appui au Renforcement de l'Adéquation Formation-Emploi en Afrique Centrale (PARAFE) sont le renforcement de l'adéquation formation-emploi, le développement d'une approche sous régionale en ingénierie de la formation continue pilotée par la demande du secteur forestier et la capitalisation ainsi que la diffusion des acquis du RIFFEAC.

Cette adéquation visée par le Projet contribuera à améliorer davantage les performances économiques du secteur forestier à travers le renforcement de l'emploi par une meilleure adaptation aux exigences du marché du travail et une meilleure valorisation du capital humain par une mise à contribution plus active des principaux acteurs sur les questions liées à l'insertion socio-économique.

Le projet PARAFE ne pourra atteindre sa finalité que s'il développe des outils de prise en compte des besoins réels du secteur en termes d'emplois types et des compétences prioritaires et bien d'autres outils de connexion mixte notamment les référentiels métiers et compétences, les conventions de stage, la convention de partenariat type, etc.

La bonne compréhension et la bonne application des informations sur les besoins en emplois types et compétences prioritaires aux décisions politique, sociale et économique permettent aux responsables des ressources humaines et aux responsables des institutions de formation de mieux cerner les enjeux d'emplois du secteur notamment les besoins en emplois et leur évolution, les besoins en compétences et celles des cadres en poste, les outils d'adaptation, les questions d'employabilité des jeunes, les meilleures conditions de travail, etc.

La bonne maîtrise de ces informations permettra aux responsables des Ressources Humaines de bien formuler leur cahier de charge de demande de formation et toute autre demande d'appui tout en présentant de manière claire et cohérente les besoins en compétences sollicitées. Cet outil une fois bien rempli permettra aux organismes de formation de développer et de proposer des programmes de formation basés sur les compétences clés exprimées pour les métiers répondant aux besoins additionnels des cadres et permettant ainsi aux cadres de s'adapter aux nouvelles exigences d'emploi.

Mots clés : Emplois-types, compétences, adaptation, exigence, Ressources Humaines

Abstract

The development objectives of Support to Training and Employment Support Project in Central Africa (PARAFE) are to reinforce the training-employment adequacy, to develop a sub-regional approach in the engineering of continuing vocational training forest sector demand and capitalization, as well as the dissemination of RIFFEAC's achievements.

The main socioeconomic effects related to the vocational qualification and skills of local employees and managers, on the basis of renewed professional practices enabling young graduates to integrate better in the world of work and professionals better adapt to the demands of the labor market and the recruitment of qualified staff in the sector.

This adequacy targeted by the Project will contribute to further improve the economic performance of the forest sector through the reinforcement of employment by better adapting to the demands of the labor market and a better valuation

of human capital by a more active contribution of the main Actors on issues related to socio-economic integration.

The PARAFE project can only achieve its objective if it develops tools to take into account the real needs of the sector in terms of typical employments and priority skills and many other tools of mixed connection including the trade and skills references, the training agreement, the partnership agreement pattern, etc.

The proper understanding and application of information on the need for priority job types and skills in political, social and economic decision-making enables Human Resources (HR) managers and managers of training institutions to better understand the sector's employment needs and their evolution, skill needs and those of current managers, fitting tools, youth employability issues, the best working conditions, etc.

The good control of this information will enable HR managers to formulate their requirements for training requests and other requests for support while presenting clearly and coherently the skill needs solicited. This tool, once fully completed,

will enable training organizations to propose and develop training programs based on the key competencies expressed for trades that meet the additional needs of executives and thus enable executives to adapt to new job requirements.

Keywords: *Typical employment, skill, adaptation, requirement, Human Resources*

1. Introduction

Le Projet de Renforcement de l'Adéquation Formation-Emploi dans le Secteur Forêt et Environnement d'Afrique Centrale (PARAFE) est un projet du Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale, financé par l'Agence Française de Développement à hauteur de 1 500 000 Euro (AFD, 2014).

Ce Projet est né d'un constat de faible rapprochement du RIFFEAC au Secteur Privé Forestier et de faible compétence en ingénierie de la formation continue dans la sous-région. Cette approche du projet est focalisé sur le principe de partenariat public-privé (AFD, 2013).

La finalité du projet PARAFE est d'améliorer les performances socio-économiques du secteur forestier à travers la rénovation des métiers, le développement des compétences en formation continue et le renforcement du principe de cogestion de la formation professionnelle entre l'Etat et la profession (AFD, 2014).

Des études préalables à la mise en œuvre du Projet sont retenues : il s'agit entre autres d'un état des lieux, d'une identification des besoins en emplois types et compétences prioritaires, de l'étude du gap et la construction des référentiels métiers et compétences. Ces études sus mentionnés permettent au projet d'asseoir des outils nécessaires à la prise en compte des questions de l'adéquation formation-emploi dans le secteur (PARAFE, 2014).

C'est dans ce cadre que le Projet a mené une étude sur les besoins en emplois types et compétences prioritaires dans le Secteur Forêt et Environnement d'Afrique Centrale. La mise à disposition des informations sur l'état des besoins en emplois types et compétences prioritaires permettra aux institutions de formation, membres du RIFFEAC de bien cerner les emplois types dans le secteur et les compétences prioritaires inhérentes. Ce qui impliquera le développement des programmes et des modules de formation bien adaptés aux besoins du secteur pour les emplois et les compétences nécessaires et impulsera un partage des responsabilités entre l'Etat et le Secteur Privé dans la formation professionnelle et continue dans le Bassin du Congo.

2. Matériel et Méthodes

Le PARAFE vient en complément de deux (2) autres projets du RIFFEAC dans le sous région d'Afrique Centrale à savoir le Projet d'Appui au Programme Élargi de Formation en Gestion des Ressources Naturelles dans le Bassin du Congo (PEFOGRN-BC) et le Projet de Renforcement des capacités à la gestion durable des forêts tropicales ombrophiles et à la conservation de la biodiversité dans les pays du Bassin du Congo membres de l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (RIFFEAC, 2013).

Les principaux bénéficiaires du Projet sont repartis en deux (2) grands groupes de bénéficiaires à savoir :

- Le RIFFEAC et ses institutions membres ;
- Le Secteur Privé Forestier d'Afrique Centrale et son organisation socioprofessionnelle.

2.1. Matériel

Le RIFFEAC est le principal bénéficiaire du Projet et en sa qualité de Réseau, il est constitué de la Coordination Régionale et des vingt une (21) institutions membres.

Toutes les institutions membres du RIFFEAC sont bénéficiaires du Projet, notamment le transfert des compétences en matière de formation continue, le partage des référentiels des métiers et des compétences développés, ainsi que des outils d'adéquation formation-emploi. Pour les institutions bénéficiaires, il s'agit de :

Pour la République du Congo : l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique et de Foresterie (ENSAF) et l'Ecole Nationale des Eaux et Forêt (ENEF) de Mossendjo

Pour la République Démocratique du Congo: l'Ecole Régionale d'Aménagement Intégré des Forêts et des Territoires Tropicaux (ERAIFT), la FASA de l'Université de Kinsangani et la FASA de l'Université de Kinshasa.

Pour le Cameroun: la FASA et le CRESA Forêt-Bois de l'Université de Dschang et l'ENEF de Mbalmayo.

Les institutions ci-dessus mentionnées sont des institutions pilotes du PARAFE accompagnés par l'équipe du Projet (RIFFEAC, 2015).

Quant au Secteur Privé, il concerne les entreprises et les sociétés d'exploitation forestière et leur syndicat et ou fédération.

Il s'agit particulièrement des structures suivantes :

- Le Groupement de la Filière Bois du Cameroun (GFBC) composée des entreprises suivantes : le Groupe Rougier Cameroun, la société ALPICAM-AGRUCAM, la société CUF, la Société Industrielle de Mbam (SIM), la société FIPCAM, WIJMA, la SFID, la société THANRY,
- La Fédération des Industriels du Bois (FIB) de la RDC comporte en son sein les sociétés suivantes : SIFORCO et SODEFOR.
- La Fédération Agri-Forêt (FAF) du Congo et le syndicat UNIBOIS avec la participation des sociétés suivantes : la MOKABI S.A, la CIB OLAM, TAMAN Industrie, Asia Congo Industrie.

Les étudiants, les chômeurs et les professionnels indépendants bénéficient également des retombées du Projet.

2.2 Méthodes

La mise en œuvre du projet est basée sur trois (3) axes d'approfondissement à savoir :

- L'appui au renforcement de l'adéquation formation-emploi dans le Secteur Forêt et Environnement (SFE);
- L'appui au développement des compétences sous régionales en ingénierie de la formation continue (tout au long de la vie), pilotée par la demande dans le Secteur Forêt et Environnement ;

Tableau 1 : Etat des besoins en emplois types

Aménagement et gestion durable	Aménagiste forestier
	Géographe/cartographe/SIG
	Pépiniériste
	Sociologue forestier
	Sylviculteur
	Prospecteur/botaniste
	Dendrologue
Industrie du bois	Affûteur
	Conducteurs de machines
	Chef de cellule séchage
	Trancheur/classeur qualité
	Chef sciage
Opérations d'exploitation forestières	Prospecteur
	Abatteur/tronçonneur
	Boussolier/opérateur GPS (ouverture pistes et suivi de chantier forestier)
	Cubeur
	Chef de parc
	Scieur de chantier
	Débardeur/conducteur d'engins dédiés à l'exploitation

(Source : Rapport Braun, 2012)

- Le fonctionnement, le suivi-évaluation et la capitalisation des activités du Projet par le RIFFEAC
- La mise à disposition des informations sur l'état des besoins en emplois types et compétences prioritaires font partie des études de base du projet pour cerner et proposer des actions de renforcement des liens existant entre les offres de formation des institutions de formation du RIFFEAC et le secteur privé forestier. Cette activité entre bien dans l'axe d'approfondissement portant sur «L'appui au renforcement de l'adéquation formation-emploi dans le Secteur Forêt et Environnement (SFE) ».

3. Résultats

Cette étude a permis de dégager les besoins en emplois types, les besoins en compétences prioritaires et leur implication en termes d'enjeux sur le plan professionnel et le plan de la formation.

3.1 Besoins prioritaires en emplois types

L'état des besoins en emplois types dans le Secteur Forêt et Environnement dégagé lors de la revue documentaire, des enquêtes et des échanges avec le Secteur Privé, est présenté dans le tableau 1.

Pour des questions stratégiques et d'efficacité, le Projet a fait le choix de se focaliser sur les emplois

prioritaires. Il s'agit des emplois récapitulés dans le tableau 2.

Ces emplois ont fait l'objet des descriptions, notamment les référentiels emplois et les référentiels compétences qui y sont liés.

3.2 Compétences prioritaires pour chaque emploi type identifié

Pour chaque emploi type identifié, les compétences clés suivantes sont dégagées et présentées dans le tableau 3.

Les compétences sus mentionnées sont des compétences essentielles pour chaque emploi identifié. Elles sont dynamiques en fonction du marché et de

Tableau 2 : Emplois prioritaires sélectionnés dans la cadre du Projet PARAFE

N°	Emplois -types
1	Aménagiste forestier
2	Prospecteur forestier
3	Sociologue forestier
4	Cartographe/SIGiste
	Sociologue forestier
5	Pépinieriste
6	Abatteur
7	Responsable séchage
8	Sylviculteur

(Source : Rapport semestriel PARAFE, 2016)

Tableau 3 : Compétences clés pour chaque emploi type

Domaines de compétences forestières	
Aménagement	Exploitation forestière à faible impact Forêt/faune Gestion durable des ressources naturelles Plantations forestières Gestion des parcs et du tourisme
Sylviculture	Plus de stage (technicité) Sylviculture en zones sèches
Techniques forestières	Inventaires (domaines techniques) Exploitation (pratique) Classement du bois Chantier forestier Reboisement Dendrologie Prospection forestière Techniques d'abattage Techniques de cubage
SIG	Gestion de bases de données géoréférencées Connaissances des outils cartographiques Cartographie participative

l'évolution de la technologie (PARAFE, 2016).

3.3 Enjeux d'identification des emplois types et compétences prioritaires

Les enjeux liés à cette question de maîtrise et d'application sur le plan politique et économique, les informations sur l'état des besoins en emplois types et compétences prioritaires sont les suivants :

- Une meilleure anticipation de l'adaptation des compétences aux emplois ;
- Une meilleure synthèse entre facteurs de compétitivité, organisation qualifiante et développement des compétences des stagiaires et professionnels ;
- Des meilleures sélections et programmations des actions d'ajustement nécessaires des programmes et modules de formation ;
- Une meilleure maîtrise des conséquences des changements technologiques et économiques survenus dans la pratique de l'emploi ;
- Un meilleur calibrage des postes et des niveaux de rémunération adaptés ;
- Une meilleure gestion des plans de carrière.

4. Discussion

Les besoins en emplois types et compétences prioritaires présentés sont dynamiques en fonction du marché et de la technologie (PARAFE, 2015).

A l'heure actuelle, ces besoins ne présentent pas de différence significative avec ceux présentés dans les études précédentes (Rapport Braun, 2012).

Domaines de compétences liés à l'environnement	
Faune	Besoin d'une formation plus adaptée en biologie de la faune sauvage
Changement climatique	Mécanismes du développement propre (CDM/MDP) REDD, REDD+, marché carbone
Ecotourisme	Ecotourisme et développement des produits écotouristiques Coopération tourisme et conservation
Politique	Traités et accords multilatéraux sur l'environnement (AME) Analyse des politiques forestières Gouvernance forestière Renforcement de capacités (gestion générale)
Botanique	Taxonomie
Gestion de l'environnement et planification	Défense et restauration des sols et lutte contre la désertification Gestion des aires protégées Ecosystèmes aquatiques Conservation de la nature / écosystèmes naturels (flore sauvage)
Etude d'impact environnemental	Démarche, technique, réalisation, logique
Ressources génétiques	Accès et partage des ressources génétiques
Hydrologie	Eaux et énergies renouvelables
Domaines de compétences liés à la transformation	
Transformation des produits ligneux et non-ligneux	Sciage, poteaux, papeterie
Transformation poussée	Renforcement de la 2 ^e et 3 ^e transformation
Travail dans les scieries	Technicité Précision
Industrialisation du bois	A petite échelle pour répondre à l'expansion de la foresterie communautaire
Valorisation des sous-produits du bois	Techniques de menuiserie artisanale Technique du rotin
Gestion de déchets	
Gestion de l'environnement	Gestion de l'environnement en milieu industriel et assainissement
Compétences opérationnelles transversales	
Administration	Domaines managériaux Planification des activités Gestion du personnel Gestion de la production
Communication	Esprit d'initiative Education environnementale
Gestion de projets	Conception, développement, programmation, suivi et évaluation de projets Etre capable de piloter un projet, d'analyser et de rédiger Esprit de synthèse
Stages	Plus de technicité Plus de pratique de terrain
Pluridisciplinarité	Genre Gestion des cultures autochtones
Informatique	Connaissance et maîtrise des outils de base informatique (Excel, Word, PowerPoint)

Changement climatique	
	Impact du changement climatique sur la régénération naturelle de la savane et sur la dynamique des forêts tropicales
Droit	
	Législation communautaire (décentralisation) Législation forestière et environnementale Connaissances des droits forestiers et environnementaux des pays du Bassin du Congo de manière à pouvoir faire la liaison avec les droits fondamentaux des être humaines et les droits internationaux
Sociologie	
Forêt et sociologie	Foresterie sociale Socio-anthropologie Aspects sociologiques dans l'aménagement forestier Dynamiques de groupes Animation au développement communautaire Gestion durable des produits forestiers non-ligneux (production, valorisation, mise en marché)
Gestion communautaire	Sociologie des communautés Conservation communautaire / conservation traditionnelle Gestion des conflits homme-faune Gestion des ressources : humaines, eaux, forêt, démographie (élargir la dimension sociale en gestion) Gestion communautaire des (re) boisements
Autres sujets	
Economie forestière	
Energie	Bioénergie

(Source : Rapport Braun, 2012)

Le document de cadrage des besoins en emplois types et compétences prioritaires dans le Secteur Forêt et Environnement constitue pour le Projet et la Sous-Région, un outil de prise en compte des besoins en termes d'emplois types et des compétences prioritaires pour les métiers du Secteur Forestier. Son application permet d'améliorer les programmes de formations professionnelle et continue en les orientant vers une formation axés sur les emplois types et compétences prioritaires, en développant des modules de formation continue adaptés aux besoins des entreprises, à résoudre en partie les questions d'employabilité des diplômés issus des formations forestière et environnementale (Rapport formation GPEC, 2017). Les emplois types retenus et les compétences clés inhérentes sont dynamiques. Ceux-ci évoluent en fonction de la situation économique, du marché, de la technologie et de la stabilité de la Sous-Région (PARAFE, 2016).

Les éléments essentiels constitutifs des emplois types et compétences clés pourraient être enrichis et

documentés à travers un observatoire des métiers et des compétences porté par la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC).

5. Conclusion

La mise à disposition des institutions de formation forestière et environnementale de la Sous-Région des informations sur les besoins en emplois types et compétences prioritaires est très importante en termes d'enjeux pédagogique, formatif, et partenarial.

La prise en compte de ces informations a pour conséquence l'actualisation des politiques et programmes institutionnel, pédagogique, politique et juridique permettant ainsi aux institutions d'être à la hauteur des défis de l'heure et développer des partenariats gagnant-gagnant avec le Secteur Privé Forestier. Son application en termes d'actions et de rénovation permet de renforcer le principe de cogestion de la formation entre l'Etat et la Profession, remettant ainsi les institutions de formation forestière au centre des préoccupations des emplois et des compétences dans le Secteur Forêt.

La bonne information sur les emplois types et les compétences prioritaires et les actions inhérentes s'avère indispensable pour mieux répondre aux questions d'employabilité dans le Secteur forêt et Environnement car le Bassin du Congo est un des grands bassins d'emploi dans la Sous-Région.

La mise en place d'un observatoire de veille sur les métiers types et compétences prioritaires apparaît comme un appui inestimable pour une réelle prise en compte des besoins et des évolutions dans les emplois types du Secteur Forêt Environnement. Celui-ci constitue à un certain niveau un outil d'amélioration des curricula et des modules de formation.

Bibliographie

- AFD (2014)**. Dossier d'appels d'offres de prestation intellectuelles, Novembre 2014,
- Agence Française de Développement (AFD) (2014)**. Document de communication sur les enjeux socioéconomiques et environnementaux du Projet PARAFE, Juillet 2014, 19p.
- Braun (2012)**. Etude sur les besoins en effectif pour les emplois stratégiques du secteur forêts environnement en Afrique centrale, GIZ pour le RIFFEAC.
- FAO (2000)**. L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA), RDC.
- L'AFD et les Partenariats Publics Privés (2000)**. Du financement d'infrastructures au développement des services essentiel, 30p
- PARAFE (2015)**. Rapport d'état des lieux consolidé de l'offre de formation dans les Institutions de Formation Forestière Environnementale (IFFE), membre du RIFFEAC, 42p.
- PARAFE (2016a)**. Document de cadrage des besoins en emplois types et compétences prioritaires dans le Secteur Forêt Environnement d'Afrique Centrale, 29p.
- PARAFE (2016b)**. Rapport de formation sur la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), Kinshasa, RDC.
- PARAFE (2016c)**. Rapport d'activités semestriel du Projet, 52p.
- PFBC, 2014**. Eléments du discours du Ministre de l'économie forestière et du développement durable du Congo.
- Pro-invest PCFC (2014)**. Etude diagnostique de la formation technique et professionnelle et la présentation d'un plan d'action dans les métiers du Bois au Cameroun, PCFC,
- Rapport FERN (2006)**. Gouvernance forestière en République Démocratique du Congo
- RIFFEAC (2013)**. Document technique du Projet d'Appui au Renforcement de l'Adéquation Formation Emploi dans le secteur forêts environnement d'Afrique Centrale, Mai 2013, 7p

Initiatives privées et publiques dans la lutte contre l'exploitation et la commercialisation du bois d'origine illégale : cas de la diligence raisonnée

Yimgang J. C.¹, Foudjet E.A.², Ngoumbe N. S.³

(1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/
e-mail : toukapaguiel@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** : Ingénieur Agronome, Responsable de la Filière Forêt du Département Certification du Bureau Veritas Douala

1. Objectif général

L'étude a pour objectif principal d'évaluer les enjeux et les défis de la mise en application du Règlement Bois de l'Union Européenne pour les industriels producteurs de bois au Cameroun.

2. Objectifs spécifiques (OS)

OS1 : Déterminer les principaux marchés des différentes entreprises forestières exportatrices de bois au Cameroun ;

OS2 : Identifier les approches développées par les entreprises pour se conformer aux exigences de diligence raisonnée, et mettre en exergue les difficultés rencontrées au cours du processus ;

OS3 : Evaluer l'importance d'une diligence raisonnée appliquée aux entreprises exportatrices comme mesure de facilitation de l'accès au marché et faire une évaluation du niveau de risque d'illégalité (« risk assessment ») des entreprises.

3. Hypothèses

La diligence raisonnée constitue une valeur ajoutée aux schémas de certification tierce partie sur l'origine légale du bois et sur la bonne gestion des forêts

4. Méthodologie

Cette étude est basée sur une méthodologie essentiellement dynamique et participative. La collecte d'informations de type secondaire a été effectuée sur les sites web, dans les bibliothèques du CRESA (Centre Régional Spécialisé en Agriculture) et du CIFOR (Center for International Forestry Research/ Centre International pour la Recherche Forestière) et dans les archives du Département Certification du Bureau Veritas. Les données de type primaire ont été collectées dans un premier temps par l'administration d'un questionnaire auprès des responsables des quinze entreprises forestières

enquêtées (1 Directeur Général et 14 responsables de la Cellule Aménagement et Certification). Elles ont également été collectées lors de l'audit d'évaluation suivant la procédure Bureau Veritas Due Diligence Solution (BVDDS) effectuée auprès de 13 entreprises forestières dont 2 non certifiées et 11 engagées dans un schéma de certification tierce partie.

5. Résultats

R1.1 : 40% d'entreprises exportent leurs produits principalement vers l'Europe et l'Asie ;

R1.2 : 47% d'entreprises ont pour principales destinations les marchés européens, asiatiques, et africains ;

R1.3 : 13% d'entreprises commercialisent leurs produits bois sur les marchés européens, asiatiques et américains.

R1.4 : 50% des marchés d'exportation de bois des différentes entreprises enquêtées sont rigoureux sur l'origine légale des produits bois qui y sont commercialisés;

R1.5 : 50% des marchés d'exportation ne sont pas regardant quant à l'origine légale du bois et de ses produits dérivés qui y sont commercialisés.

R2.1 : 13% d'entreprises scannent les documents exigés (documents d'enregistrement légal de l'entreprise, documents de bonne gestion forestière, documents de respect de l'environnement, etc.) et les envoient par mail à la demande du client ;

R2.2 : 7% d'entreprises collectent les documents exigés et mis à jour, puis les envoient par un service coursier aux clients lorsqu'ils sont lourds, ou scannent ces derniers et les envoient par courrier électronique lorsqu'ils ne sont pas lourds ;

R2.3 : 67% d'entreprises ont un répertoire numérique de tous les documents mis à jour mensuellement,

trimestriellement ou annuellement, qu'elles envoient par mail ou par un lien de téléchargement de fichiers lourds à la clientèle ;

R2.4 : 13% d'entreprises ont un logiciel d'archivage qui comporte toute la documentation mis à jour, et qui est envoyée par courrier électronique aux clients.

R2.5 : 53% d'entreprises trouvent que la collecte, la mise à jour et l'envoi des différents documents de légalité leur prennent énormément de temps (deux jours de travail intense au minimum) ;

R2.6 : 40% d'entreprises se plaignent du fait que la mise en pratique des approches pour répondre aux exigences clients de diligence raisonnée leurs nécessite beaucoup de temps et d'argent ;

R2.7 : 7% d'entreprises n'ont aucune notion de la diligence raisonnée ;

R2.8 : Aucune entreprise forestière enquêtée n'a recours à une ressource humaine supplémentaire pour la collecte, la mise à jour, l'archivage ou l'envoi des différents documents de légalité.

R3.1 : pour 73% d'entreprises la diligence raisonnée est suffisante pour justifier l'origine légale des produits bois. En effet, le fait qu'elle ne reconnaît pas entièrement la certification tierce partie contraint les entreprises forestières exportant sur les marchés dits sensibles à respecter la législation en vigueur dans le pays de récolte ;

R3.2 : pour 27% d'entreprises, cela dépend de la valeur accordée à la diligence raisonnée par les clients c'est-à-dire que si ceux-ci considèrent la diligence raisonnée comme étant suffisant pour justifier l'origine légale des produits bois, alors les entreprises s'en tiennent à elle.

R3.3 : pour 60% d'entreprises, avoir une certification tierce partie et une diligence raisonnée est un avantage car la certification tierce partie permet une meilleure communication avec les marchés autres que ceux de l'Union Européenne et la diligence raisonnée est une facilité de réponses à présenter aux clients ;

R3.4 : 33% d'entreprises pensent qu'avoir une certification tierce partie et une diligence raisonnée n'est pas important car les référentiels de gestion durable et de légalité justifient amplement l'origine légale du bois et des produits dérivés du bois ;

R3.5 : 7% d'entreprises n'ont pas une bonne connaissance du Règlement Bois de l'Union Européenne, et la diligence raisonnée n'est pas demandée par leurs clients ;

R3.6 : 62% d'entreprises ont un niveau de risque d'illégalité faible dans leurs activités d'exploitation et de commercialisation de bois et des produits dérivés du bois ;

R3.7 : 38% d'entreprises ont un niveau de risque d'illégalité élevé ;

R3.8 : 55% d'entreprises certifiées ont un niveau de risque d'illégalité faible ;

R3.9 : 45% d'entreprises certifiées ont un niveau de risque d'illégalité élevé.

6. Discussion

La conformité à la diligence raisonnée demande beaucoup de temps et d'argent pour les entreprises. Ce résultat corrobore ceux de Camus et Durand (2009) qui ont déterminé comme difficulté de conformité à la certification forestière (gestion durable et de légalité) le coût élevé de celle-ci. En outre, la certification tierce partie ne garantit pas totalement l'origine légale du bois comme le dit le Règlement Bois de l'Union Européenne.

7. Recommandations

. Reformuler le référentiel en se limitant sur les documents définitifs de l'origine légale du bois ;

. Inclure dans le référentiel des descentes de vérification sur le terrain, afin de s'assurer que l'exploitation et la commercialisation des produits bois suivent réellement les procédures légales comme mentionnés dans la documentation

Mots clés : *Certification, Diligence raisonnée, Exploitation forestière illégale, Règlement bois de l'union européenne.*

Mémoire de Master Professionnel en Aménagement et Gestion Participative des Ressources Forestières soutenu le 26 Juillet 2016 au CRESA Forêt-Bois en République du Cameroun.

Contribution à l'analyse des impacts socio-environnementaux du projet de construction de l'usine de nettoyage du sorgho à Salak, Maroua (Cameroun)

Nienie H.¹, Foudjet A. E.², Motto Mallo J. G.³

- (1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun / e-mail : hednienie@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** : Enseignant-Chercheur Indépendant, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

1. Objectif général

Contribuer à l'analyse des impacts socio-environnementaux du projet de construction d'une usine de nettoyage du sorgho à Salak pour l'amélioration du niveau de bien-être de la population.

2. Objectifs spécifiques (OS)

OS1 : Identifier et analyser de manière transversale les impacts socio-environnementaux négatifs et positifs générés par les activités de construction et d'exploitation d'une usine de nettoyage de sorgho dans la zone d'études.

OS2 : Proposer des mesures d'atténuation et de compensation des impacts, présentées dans un Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).

3. Hypothèse

L'installation de l'usine est une solution de commercialisation par les agriculteurs du sorgho nettoyé auprès des gros acheteurs, facteur de l'amélioration des conditions de vie des populations dont la préoccupation quotidienne est marquée par la peur du terrorisme, le chômage des jeunes et la quête de l'autosuffisance alimentaire.

4. Méthodologie

Le site d'étude se situe dans la localité de Salak, un village qui abrite l'aéroport international de Maroua et une base du Bataillon d'Intervention Rapide (BIR). Il est situé à 10°26'11.83" de latitude Nord et à 14°15'7.99" de longitude Est. C'est un espace situé en rive gauche du mayo Boula et couvre une superficie de 3.8 ha. Le relief est celui des terres plates, appelées Yaérés. Le climat est tropical de type soudano-sahélien des plaines. Le sol a une structure ferrugineuse et une texture de type argileux et sableux. Le site est à 90% occupé par les cultures agricoles, 9% par une végétation adventive

et 1% par les arbustes. Les populations riveraines sont installées à l'extérieur du périmètre du site.

Cette étude s'est appuyée sur une méthode hypothético-déductive mettant en jeu un assemblage bibliographique, les entretiens semi-structurés et les observations directes de terrain.

La méthode de «focus group» ciblée autour du Lawane, des Djaouros et leur cour respective a permis de conduire les entretiens autour d'un questionnaire bien élaboré. Les observations directes de terrain couplées aux entretiens ont favorisé l'identification des différents éléments valorisés de l'environnement susceptibles d'être affectés par la mise en œuvre du projet. Le traitement et l'analyse des données sont basées sur une approche exploratoire déductive faisant appels aux outils tels que la check-list, la matrice de Léopold et la grille de Martin Fecteau.

5. Résultats

R1.1 : 68,42% des impacts négatifs potentiels identifiés, suscités par le projet sur les composantes biophysiques et humains de l'environnement sont majoritairement d'importance moyenne et mineure.

R1.2 : Le Projet va altérer la qualité du sol, des eaux de surface, notamment le fleuve Mayo Boula dû au déversement des eaux usées. Par ailleurs, les émissions de poussière de pulpe de sorgho affecteront la qualité de l'air. Les nuisances sonores seraient un impact résiduel.

R1.3 : 58% des populations perçoivent en ce projet le risque d'abandon des autres cultures au profit du Sorgho particulièrement de la variété S35, plus rentable, lorsque nettoyé.

R1.4 : 10% des populations voient en ce projet les risques de propagation des IST/MST/VIH-SIDA et de grossesse précoce.

R.1.5 : 25% de la population entrevoient les risques de pénurie et d'enchérissement du Sorgho pour la consommation locale.

R.1.6 : 73,68% des impacts positifs du projet affectent le milieu humain et sont d'importance majeure. La mise en œuvre du projet est source d'emplois des jeunes de Salak et environs, de création de petits commerces, augmentation de la fiscalité.

R2.1 : Le PGES proposé précise pour chaque impact identifié, le(les) mesure(s) d'atténuation, l'objectif à atteindre, un chronogramme, le(les) responsable(s) de la mise en œuvre ainsi que les différents acteurs de suivi pour une acceptabilité du projet dans une perspective de développement durable.

6. Discussion

Le projet de construction de l'usine de nettoyage du Sorgho à Salak sous entend une intensification de la culture du Sorgho très prolifique de la variété S35 dans la localité. Par ailleurs, une telle activité contribue efficacement au développement socio économique de la localité de Salak, à la lutte contre l'insécurité et à la lutte contre la pauvreté dans la région du Grand – Nord. La mise en œuvre de ce projet serait source de revenus et d'amélioration des conditions de vie des populations. Cependant, les activités liés à la construction et à l'exploitation de l'usine génèrent des impacts sur l'environnement biophysique et humain. D'où la suggestion dans le PGES d'un ensemble de mesures dont la mise en œuvre permettra soit d'atténuer les impacts négatifs, soit d'optimiser les im-

pacts positifs. Mettre en œuvre ce plan de gestion environnementale et sociale assurerait la pérennité du projet, la protection des personnes et des biens et à amélioration du bien-être des populations riveraines.

7. Recommandations

En tant qu'instance suprême garant de la politique gouvernementale du Cameroun, le gouvernement doit :

- Faciliter la mise en œuvre des activités proches du projet en prenant en compte les doléances des populations.
- Continuer à veiller sur la sécurité des populations et des biens à travers le renforcement des effectifs militaires dans la localité et une meilleure coopération avec les autorités traditionnelles ;
- Soutenir les coopérateurs et les agriculteurs en leur octroyant des subventions en terme d'approvisionnement en intrants et en matériels agricoles ;
- Aménager les routes nationales et départementales afin de désenclaver la plupart des localités éloignées de Maroua dont l'accès est impraticable en saison pluvieuse, ce, pour un meilleur acheminement des récoltes vers l'usine ou vers les marchés.

Mots clés : *Impacts, atténuations, bonification, plan de gestion.*

Mémoire de Master en Etude d'Impact Environnemental soutenu au CRESA Forêt-Bois le 26 Juillet 2016 en République du Cameroun.

Un Ensemble de compétences au Service du Bassin du Congo

La formation au cœur



de la gestion durable

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



DES MÉTIERS
ET DES HOMMES

DES FORMATIONS ADAPTEES POUR UNE
INSERTION SOCIOPROFESSIONNELLE REUSSIE

Création d'un fonds de financement de l'économie bleue dans le bassin du Congo : Fonds bleu

9 mars 2017

Les ministres de l'Environnement et des Affaires étrangères de douze États ont lancé un « Fonds bleu » pour le Bassin du Congo au terme d'une cérémonie présidée par ses Excellences M. Sassou Nguesso, assisté de son homologue togolais Faure Gnassingbé. Les anciens chefs d'Etat, Olusegun Obasanjo du Nigeria et Alpha Omar Konaré du Mali ont également pris part à cet événement.

Le Fonds bleu s'inscrit dans le cadre de l'économie bleue et tel que définie par la Commission Economique des Nations Unies (CEA) pour l'Afrique : « L'économie bleue concerne toutes les étendues d'eau, y compris les lacs, les cours d'eau et les nappes souterraines, sans oublier les mers et les côtes. Les principales branches de l'activité économique

de l'Afrique basée sur les ressources marines et aquatiques sont aujourd'hui la pêche, l'aquaculture, le tourisme, les transports, le secteur portuaire, le secteur minier et le secteur de l'énergie ».

En cela, le Fonds Bleu jouera un rôle essentiel dans la promotion de l'économie bleue dans le Bassin du Congo, en vue de la croissance économique et du développement durables et du bien-être des populations.

Les pays signataires du Mémorandum sont les suivants : L'Angola, le Congo, la RDC, le Gabon, la Centrafrique, le Burundi, le Rwanda, le Tchad et le Maroc.

La Guinée équatoriale, la Tanzanie et la Zambie, engagées dans le projet, signeront prochainement.

FAO : CAFI investit 10 millions de dollars dans un système de suivi des forêts en RDC pour lutter contre le changement climatique

27 janvier 2017, Kinshasa

Un investissement de 10 millions de dollars US pour aider à monter le système national de surveillance des forêts dans le cadre de la lutte contre le changement climatique a été présenté aux parties prenantes jeudi dans la République démocratique du Congo.

La FAO apportera son appui technique à la mise en œuvre du Système National de Surveillance des Forêts (SNSF), élaboré avec le financement de FONAREDD à travers les fonds alloués par l'Initiative des forêts d'Afrique centrale (CAFI), afin de produire des données fiables et de qualité sur les forêts, indispensables dans la lutte contre le changement climatique causé par la déforestation et la dégradation des forêts. Un plan de travail préliminaire pour la mise en œuvre du programme en 2017 a été présenté pendant l'atelier.

Le système de surveillance suivra l'évolution de la couverture forestière en RDC ainsi que les principaux événements de déforestation afin de produire des informations essentielles pour que le pays puisse répondre aux exigences de conventions internationales telles que la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Les informations sont également cruciales pour la mise en œuvre du mécanisme de Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts (REDD+), qui nécessite des évaluations fiables des stocks de carbone forestier et des changements des stocks de carbone.

« Nous voudrions remercier la contribution de CAFI à la RDC. Nous devons reconnaître que la déforestation et la dégradation des forêts peuvent être réduite à travers une gestion plus durable des forêts, qui doit reposer sur le type d'information de qualité que les systèmes de suivi forestier peuvent produire », a déclaré Athys Kabongo le Ministre de l'Environnement et Développement Durable.

Le Ministère de l'Environnement et Développement durable de la RDC, en collaboration avec le programme collaboratif des Nations Unies pour la REDD+, le Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier de la Banque Mondiale (FCPF) et d'autres partenaires qui sont engagés dans la REDD+ depuis 2009 pour combattre les pratiques non durables y compris l'exploitation forestière illégale.

FAO : Journée internationale des forêts

21 mars 2017

En 2012, l'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé le 21 mars Journée internationale des forêts.

Cette journée est l'occasion de célébrer la forêt dans sa diversité et de faire prendre conscience de l'importance

Nouvelles

des différents types de forêts. Ce jour-là, les pays étaient invités à engager des efforts aux niveaux local, national et international afin d'organiser des activités autour des forêts et des arbres, par exemple

des campagnes de plantation d'arbres. Chaque année, la Journée est consacrée à un thème particulier décidé par le Partenariat de collaboration sur les forêts. En 2017, le thème est les forêts et l'énergie.

COMIFAC: atelier sous-régional sur la mise en œuvre de l'accord de Paris et de renforcement des capacités sur la finance climatique en Afrique Centrale

Du 13 au 15 mars 2017 s'est tenu à Kigali (Rwanda), l'atelier sous-régional sur la mise en œuvre de l'accord de Paris et de renforcement des capacités sur la finance climatique en Afrique Centrale. Cet atelier a été organisé par la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) avec les appuis technique et financier de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique centrale (CEEAC), du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) à travers la Banque Mondiale avec le Projet régional REDD+, du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) sous la facilitation de l'Union Européenne, de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et du Fonds Mondial pour la Nature (WWF).

L'atelier avait pour principal objectif d'examiner la mise en oeuvre de l'Accord de Paris et d'accroître les capacités des acteurs clés des pays de l'espace

COMIFAC en matière de mobilisation des financements internationaux alloués à la lutte contre les changements climatiques.

Y ont pris part, une quarantaine de participants représentant le Ministère des ressources Naturelles du Rwanda, les Points focaux du Fonds Vert Climat (FVC) et du Centre et Réseau de Technologies Climatiques (CRTC) des pays suivants : Rwanda, Burundi, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Équatoriale, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo et Tchad ; les organisations, institutions et initiatives suivantes : COMIFAC, FVC, CRTC, RAPAC, IUCN, WWF, projet régional REDD+, plate-forme REDD+ et changements climatiques de la société civile, firme FOKABS, Caisse des dépôts et Consignation du Gabon, Afrique Environnement Plus.

Le FSC publie des normes révisées sur la chaîne de traçabilité

Le conseil d'administration du Forest Stewardship Council a approuvé les normes révisées sur la chaîne de traçabilité, qui entreront en vigueur à partir du 1er avril 2017. Il s'agit de la Norme FSC-STD-40-004 V3-0 pour la certification de la chaîne de traçabilité (norme applicable aux organisations qui fabriquent et vendent des produits certifiés FSC) et de la Norme FSC-STD-20-011 V4-0 sur les évaluations de la chaîne de traçabilité (norme applicable aux organismes de certification qui évaluent la conformité d'organisations à la norme FSC-STD-40-004)

Ce processus de révision visait principalement à simplifier et à rationaliser la certification des chaînes de traçabilité. Certaines exigences ont été simplifiées, dont par l'ajout d'exemples illustratifs, de tableaux et de graphiques pour préciser des concepts clés. Les principales modifications apportées au contenu des normes :

Nouvelles exigences en matière de vérification de transactions : Une nouvelle clause a été ajoutée pour exiger que les entreprises soutiennent la vérification de leurs transactions par leur organisme de certification et par Accreditation Services International (ASI).

Ce soutien se traduit par la fourniture des données transactionnelles du FSC demandées par l'organisme de certification. De plus amples renseignements à ce sujet seront diffusés au cours du premier trimestre de 2017.

Application permise des systèmes de pourcentage et de crédits sur plusieurs sites, sous réserve de certaines conditions (« méthodes intersites ») : le FSC veillera à la mise en œuvre de ces exigences et les réévaluera dans deux ans.

Resserrement du système de crédits et des exigences applicables aux groupes de produits, dont la précision de la comptabilisation des crédits pour les produits de bois assemblés et le prolongement de la période de comptabilisation des crédits de 12 à 24 mois.

Le seuil fixé pour les produits de bois recyclés portant l'étiquette du FSC est réduit de 85 pour cent à 70 pour cent (même seuil que celui exigé des produits étiquetés FSC Mixte).

La norme intègre désormais des avis et des interprétations.

Tous les détenteurs d'un certificat de chaîne de traçabilité du FSC auront vu leur conformité à la nouvelle norme évaluée d'ici le 31 mars 2018.

Mémento de planctologie marine

Auteur : Jean d'Elbée ; ISBN-13978-2-7592-2413-5

Editeur : Quae ; Collection : Hors-Collection ; 528 pages ; Parution : 13/10/2016

L'inquiétude entretenue par les conséquences du réchauffement climatique et de l'acidification des océans a placé les organismes planctoniques au cœur de l'actualité.

Flottant et dérivant dans un milieu qui couvre les trois quarts de la surface de notre planète, ils sont considérés comme des sentinelles particulièrement réactives aux perturbations actuelles et à venir de l'océan mondial. Toutes les activités halieutiques déployées par l'homme pour assurer ses besoins alimentaires reposent sur leur formidable capacité et rapidité à produire de la biomasse marine.

Afin de répondre à cette actualité et à une demande d'information croissante sur le sujet, cet ouvrage, sans équivalent dans l'édition française, présente l'écosystème planctonique marin dans son ensemble. En treize chapitres, il propose un large panorama

de thématiques où sont abordés successivement le fonctionnement du milieu pélagique, les méthodes d'études du plancton, la biologie, la biodiversité et l'écologie des organismes planctoniques, et les nombreuses interférences des facteurs sociétaux générées par les activités humaines sur le plancton marin. Les processus physico-chimiques ou biologiques sont étayés par des exemples concrets chiffrés. Une abondante iconographie accompagne le texte et en facilite la compréhension.

Ce livre se veut à la fois un ouvrage d'initiation accessible à tous, les amoureux de l'océan et ceux intéressés par l'écologie marine ou engagés dans sa préservation. C'est également un document de référence s'adressant à un public averti soucieux d'une meilleure compréhension du fonctionnement de l'écosystème planctonique.

Diversité des espèces en forêt: pourquoi et comment l'intégrer dans la gestion?

Auteurs : Céline Emberger, Laurent Larrieu, Pierre Gonin ; EAN : 9782916525105

Editeur : Institut pour le Développement Forestier ; 28 pages ; Date de parution : 01/12/2014

Les forêts sont composées d'une grande diversité d'organismes vivants. Les espèces de végétaux, d'animaux, de champignons et d'organismes unicellulaires s'y comptent par milliers. Les interactions entre ces organismes sont extrêmement nombreuses et indispensables à l'équilibre dynamique de la forêt, contribuant ainsi à sa productivité. La prise en compte de la diversité des espèces constitue une étape fondamentale vers une gestion forestière durable. Cette diversité, désormais mieux connue en forêt, dépend fortement de la composition en essences du peuplement, de la complexité de la forêt et de son ancienneté. Afin de faciliter la prise en compte de la diversité des espèces en forêt, un outil de diagnostic et d'aide à la gestion a été créé: l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Il s'appuie sur les relations connues entre les caractéristiques de la forêt et les espèces qui y sont liées, au travers de

dix facteurs clés. Pourquoi ces dix facteurs ont-ils été choisis dans l'IBP? De quelle manière influent-ils sur la biodiversité forestière? Comment tenir compte des espèces forestières dans la gestion? Ce document propose de répondre à ces questions à travers une présentation simplifiée de dix facteurs de l'IBP. Pédagogique et richement illustré, intégrant les connaissances récentes sur la biodiversité, ce document pratique permet de découvrir l'IBP et donne des éléments de réponse pragmatiques pour prendre en compte la biodiversité dans la gestion. Ce document est destiné aux propriétaires forestiers qui souhaitent connaître et intégrer la biodiversité dans leur gestion quotidienne. Plus largement, il apporte des éléments de réponse à tous ceux qui s'interrogent sur la biodiversité en milieu forestier, sans être spécialistes de ces espaces: agriculteurs, utilisateurs occasionnels de la forêt.

L'accès à l'eau - Enjeu majeur du développement durable

Auteur : Laurent Baechler ; ISBN : 978-2-8073-0228-0

Editeurs : De Boeck ; Collection : Planète enjeu ; Nombre de pages : 208 pages ; Date de parution : 26/01/2017

Parmi toutes les ressources naturelles sur lesquelles reposent les activités humaines, l'eau se distingue par le fait qu'elle est vitale, et sans substitut. Ces spécificités

fondent le droit à l'eau, reconnu depuis peu comme un droit humain fondamental. Mais l'eau est également rare, et soumise à des pressions croissantes du fait de

Suggestions de Lecture

l'expansion démographique et économique mondiale, de sorte que l'accès à l'eau est de plus en plus un défi quotidien pour une grande partie de la population mondiale, principalement dans les pays pauvres.

Au-delà, ce sont les équilibres entre écosystèmes et activités humaines qui sont menacés par la détérioration des ressources en eau, en quantité comme en qualité. À n'en pas douter, l'accès à l'eau fait partie des grands enjeux du développement durable pour les décennies à venir, aux côtés de la lutte contre le changement climatique et de la protection de la biodiversité. À mesure que l'observateur explore les conditions dans lesquelles ce défi peut être relevé, il découvre à quel point les problèmes et leurs solutions éventuelles se comprennent à un échelon local, tant la question de l'accès à l'eau en un point de la planète est différente,

et relativement indépendante, de ce qu'elle peut être ailleurs. La question de l'eau est bien la plus complexe des problématiques du développement durable. Il en résulte que l'analyse de cette question mobilise un très large éventail de disciplines, et débouche sur une littérature gigantesque, que personne ne peut couvrir. Le champ de connaissances est tellement vaste qu'il devient difficile d'en avoir une perspective panoramique. De fait, il n'existe pas d'ouvrage présentant de manière claire et synthétique l'ensemble des enjeux de l'accès à l'eau et de sa gestion au 21^e siècle. L'objectif de cet ouvrage est de combler cette lacune, en tenant compte de ce que les différentes disciplines concernées ont à dire sur le problème de l'accès à l'eau dans ses diverses dimensions.

Les arbres, entre visible et invisible - S'étonner, comprendre, agir

Auteurs : Ernst Zürcher, André Hemelrijk ; ISBN : 978-2-330-06594-2

Editeur : Actes Sud, Collection : Nature ; 288 pages ; Année de publication : 2016

Arbres et forêts sont aujourd'hui menacés, alors qu'ils pourraient devenir nos meilleurs alliés. Un nouveau regard sur la nature, selon une démarche scientifique, permet de lever le voile des apparences et de révéler des particularités insoupçonnées des arbres. Des savoirs traditionnels apparaissent alors parfois biologiquement visionnaires - tandis que, par ailleurs, la science découvre des phénomènes dont même la tradition n'avait pas idée. Ce livre brosse un panorama dans lequel le visible et l'invisible s'entrecroisent. Il y est question des peuples de l'arbre, du secret de la longévité des arbres, du nombre d'or, d'eau «nouvelle», de marées dans les fûts et de pouls cosmique des bourgeons, de messages subtils des arbres, aujourd'hui mesurables, tels les signes avant-coureurs de tremblements de terre, et de

bien d'autres choses encore : qu'est-ce que le «bois de lune» ? Que nous révèle un «électro dendrogramme» ? Comment une maison en bois, un feu de bois ou tout simplement l'air de la forêt agissent-ils sur notre santé ? Pourquoi les arbres et les forêts ont-ils été des sources de fertilité pour l'agriculture et comment peuvent-ils le redevenir - et par là même agir contre l'effet de serre ? Sous de multiples aspects, les arbres peuvent nous enrichir et nous inspirer, pour autant que nous les intégrions dans nos actions. Très concrètement, ils constituent un moyen non seulement d'atténuation, mais aussi de résolution de la catastrophe climatique en cours. Et, bien plus que nous ne l'imaginons, ils peuvent aider à régénérer les hommes et à faire reverdir la Terre.

Atlas des bois tropicaux - Caractéristiques technologiques et utilisations

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

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

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

Les opérateurs de la filière bois en seront les principaux utilisateurs, qu'ils soient producteurs (gestionnaires forestiers, sociétés d'exploitation, décideurs politiques) ou consommateurs (importateurs, négociants, transformateurs, utilisateurs, architectes, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage). Cet Atlas constitue un outil pédagogique de référence pour les enseignements et les formations concernant les secteurs des forêts et du bois en région tropicale. Il a pour but de promouvoir pour chacune des essences les utilisations les plus appro-

Suggestions de Lecture

priées en fonction de ses caractéristiques, en respectant l'adage « le bon bois au bon endroit ».

Cet ouvrage a été réalisé par l'équipe Bois de l'unité de recherche BioWooEB du Cirad grâce au soutien financier de l'Organisation internationale des Bois tropicaux (OIBT) et avec l'appui de l'Association technique

internationale des Bois tropicaux (ATIBT). Il est issu des résultats de trente années de recherche en sciences technologie du bois fournis par de nombreux contributeurs. Il est coordonné au logiciel Tropix (version 7) édité par le Cirad.

Insectes et acariens des cultures maraîchères en milieu tropical humide - Reconnaissance, bioécologie et gestion agro-écologique

Auteurs : Philippe Ryckewaert et Béatrice Rhino ; ISBN-13978-2-7592-2570-5

Editeur : Quae ; 152 pages ; année de publication : 2017

Les insectes et les acariens constituent des ravageurs importants des cultures maraîchères dans toutes les régions tropicales du monde, dont les îles de l'Outre-mer français et les territoires proches. L'épandage d'insecticides et d'acaricides n'a résolu que temporairement les problèmes rencontrés et aujourd'hui, les méthodes de protection agro-écologique des cultures sont recommandées. Elles mettent en œuvre la prophylaxie, la lutte physique, la lutte biotechnique et la lutte biologique.

La reconnaissance des différents ravageurs et des « utiles » est la première étape de la lutte biologique. Cet ouvrage s'efforce de faciliter cette tâche, en décrivant les principaux groupes d'arthropodes en 22 fiches : d'une part, les ravageurs, d'autre part, les ennemis naturels, prédateurs et parasitoïdes. La bio-écologie

de ces groupes et les moyens existants pour contrôler les ravageurs sont détaillés avec de nombreuses photos à l'appui. L'objectif de cet ouvrage est également de comprendre le développement des ravageurs et des « utiles » dans les cultures et de mieux gérer les moyens limitant leurs populations. Cela permettra de mettre en œuvre la lutte biologique, via des prédateurs et des parasitoïdes, et des pratiques agro-écologiques, comme l'utilisation de plantes de service, qui augmentent la diversité biologique et participent à la régulation des populations des ravageurs des agrosystèmes.

Cet ouvrage facile à aborder est destiné aux professionnels du maraîchage, particulièrement en zone tropicale, et aux conseillers et techniciens des pratiques agro-écologiques.

Agriculture et alimentation durables - Trois enjeux dans la filière céréales

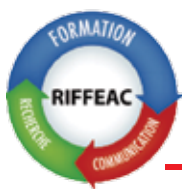
Auteurs : Gilles Charmet, Joël Abécassis, Sylvie Bonny, Anthony Fardet, Florence Forget, Valérie Lullien-Pellerin ; ISBN : 978-2-7592-2623-8

Editions Quae - collections Matière à débattre et décider ; 192 pages, février 2017

Cet ouvrage explore trois grands enjeux des céréales destinées à l'alimentation humaine, notamment du blé : teneur en protéines, qualité sanitaire des récoltes et des produits céréaliers, valeur nutritionnelle des aliments. Des stratégies sont présentées pour concilier les diverses demandes en matière de qualité et dépasser les contradictions pour une plus grande durabilité. La filière céréales doit produire des aliments sains, de bonne qualité nutritionnelle, abordables pour tous et suffisamment rentables pour ses acteurs, tout en étant respectueux des cultures et de l'environnement. Cette nécessité de systèmes agricoles et alimentaires durables se décline de la production à la consommation, mais peut aboutir à des objectifs contradictoires entre eux qu'il est essentiel de concilier vu l'importance des céréales dans l'alimentation. Ainsi les filières utilisatrices du blé, notamment à l'export, exigent une teneur en protéines nécessitant une fertilisation azotée qui peut

poser des problèmes environnementaux. Par ailleurs, la qualité sanitaire des céréales peut être affectée par certains contaminants. Enfin, si les aliments céréaliers sont reconnus pour leur qualité nutritionnelle, elle peut être diminuée dans les produits finis par certains ajouts - sel, sucre et gras - et avec l'élimination d'une partie des tissus périphériques des grains.

Des stratégies sont présentées pour obtenir un taux de protéines acceptable pour la transformation et à l'export tout en utilisant moins d'engrais azotés, et pour diminuer la présence de pesticides, contaminants naturels ou autres. Puis diverses voies sont examinées pour améliorer la qualité nutritionnelle des produits céréaliers tout en maintenant leur qualité organoleptique. Enfin, les auteurs abordent des stratégies possibles pour concilier les diverses demandes en matière de qualité et dépasser les contradictions pour une plus grande durabilité.



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 :

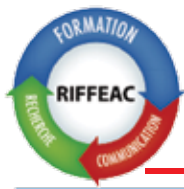
- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

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

MY CONTACT INFORMATION

Civility Mr / Mme

Name : _____

Surnames : _____

Adresses : _____

Postal Code : _____ Country : _____ Town : _____

Phone number : _____ e-mail : _____

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

1 Year (2 editions)

2 Year (4 editions)

Date

Signature

CENTRE RÉGIONAL SPÉCIALISÉ EN AGRICULTURE FORÊT-BOIS

Le CRESA Forêt-Bois de Yaoundé

- Un des 4 CRESA d'Afrique orienté vers la gestion forestière et l'Environnement
- Créé en 1997 par la volonté des chefs d'états et de gouvernement des pays ayant en commun l'usage du Français.

⇒ TUELLES ADMINISTRATIVE, ACADEMIQUE ET PEDAGOGIQUE

- Ministère de l'Enseignement Supérieur du Cameroun (MINESUP) ;
- Université de Dschang (UDs);
- **Co-tutelle Pédagogique** : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé I.



⇒ MISSION

- Renforcer la coopération pour la formation des cadres du développement rural ;
- Offrir des enseignements de niveau 3ème cycle et des formations professionnelles spécialisées dans le domaine de la gestion forestière et de l'évaluation environnementale ;
- Organiser la formation continue en collaboration avec les entreprises et les opérateurs économiques du secteur forêt-bois-environnement.

⇒ VISION

Etre le leader de la Formation Professionnelle Forestière et Environnementale de troisième cycle en Afrique Centrale

⇒ FILIERES

(1) Aménagement et gestion participative des ressources forestières ; (2) Valorisation industrielle du bois ; (3) Etude d'impacts environnementaux

⇒ MOYENS DIDACTIQUES

- Un Amphithéâtre de 100 places et 3 salles de cours,
- Un Laboratoire d'observation du bois,
- Un laboratoire informatique,
- Un centre de documentation spécialisée,
- Des équipements audiovisuels.



Le CRESA Forêt-Bois en chiffres... C'est 16 promotions, 430 inscrits, 241 diplômes délivrés, Soit 52 femmes et 78 étrangers.

Nationalités des apprenants (17) : Benin, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Congo, Cote d'Ivoire, Gabon, Guinée Conakry, Madagascar, Mali, Mauritanie, Niger, RCA, RDC, Sénégal, Tchad, Togo.

Durée de formation : 12 mois dont six mois de cours et six mois de stage en entreprise. **Diplôme :** MASTER Professionnel de l'Université de Dschang. (Système LMD)

Partenaires Clés : RIFFEAC, Universités de Paris VI, Paris VII, Marne la Vallée, Bordeaux IV, Centre d'Excellence des Ecoles d'été MOGED, Forum Forestier Africain (AFF), CIFOR, ICRAF etc.

BP : 138 Yaoundé, Cameroun
Téléphone : (+237) 22 23 89 14 à 18
Coordonnateur : (+237) 22 23 95 02
E-Mail : cresayao@yahoo.fr

CoopSDEM-CA

Cooperative for Sustainable Development of Edible Mushrooms

Coopérative pour le Développement Durable des Champignons Comestibles

1. Cadre Juridique

Coopérative avec Conseil d'Administration, créée le 05 Avril 2015, conformément à l'acte uniforme OHADA sur les coopératives, ratifiée par le Cameroun et en vigueur depuis 2010. Elle est également reconnue par l'attestation d'existence n° 016/AE/15 du registre Coop/GIC du centre datée du 04/05/2015. Ses organes sont : l'Assemblée Générale, le Conseil d'Administration, le Conseil de surveillance et le Bureau exécutif.

2. Missions

- Sensibiliser et informer le grand public sur les atouts de la filière Champignon,
- Production, collecte, conditionnement et distribution des produits (Champignons),
- Approvisionnement et distribution des intrants,
- Développement des capacités des acteurs,
- Montage, réalisation, suivi et évaluation des projets de culture de Champignons,
- Recherche et développement des technologies durables pour la production et la transformation des Champignons,
- Education des membres et du grand public à la santé et à l'environnement.



3. Localisation

La société Coopérative dispose d'une unité de production et d'une unité administrative. L'unité de production de la CoopSDEM-CA est située à AKAK dans une zone périphérique de Yaoundé, dans le département du Mfoundi, arrondissement de SOA, à une dizaine de kilomètre du centre-ville. L'unité Administrative de la société est située au centre ville de Yaounde, immeuble en face de l'Hôtel MIRADOR à Mvog-Ada.

4. Produits/Biens et services commercialisés



- Champignons cultivés frais, secs et en poudre,
- Blanc (semences) certifiés (Base 1, Base 2 et Base 3),
- Matériels de production (substrats, ingrédients, pasteurisation, concassage, protection, tarification, transformation),
- Construction de champignonnières,
- Formations pour la culture du champignon des pleurotes,
- Formation pour la multiplication du blanc de production,
- Proposition des mets aux Champignons.

5. Partenaires

- MINADER (Projet Champignon),
- Université de Yaoundé I,
- Institut JUNCAO de Chine,
- Laboratoire Mycelia de Belgique.

Coopérative pour le Développement Durable des Champignons Comestibles

BP: Yaoundé/Tel : (237) 243 65 58 19/677 67 12 66 / e-mail : coopdem_ca@yahoo.fr



**GRUPE 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**