



*Revue Scientifique et Technique*

ISSN 2409-1693 / e-ISSN 2412-3005

# Forêt & Environnement

*Bassin du Congo*

Revue Internationale Semestrielle

Octobre 2021

Volume 17





# Commission des Forêts d'Afrique Centrale

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

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

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



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

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

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

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



### EQUIPE DE REDACTION

#### Rédacteur en Chef

KACHAKA SUDI KAIKO Claude

#### Chargé de la Publication

FOGAING Jr Roméo

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

FOUJNET Amos Erick

#### Secrétaire de Rédaction

NKWINKWA Désirée

#### Maquettiste

FOTSO TALOM Serges Eric

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

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

## EDITORIAL

La Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC), organisation intergouvernementale de référence en matière d'harmonisation et de suivi de la mise en œuvre des politiques forestières et environnementales en Afrique Centrale est né de la volonté des Chefs d'Etats d'Afrique Centrale en Mars 1999 à travers la déclaration dite « Déclaration de Yaoundé », avec pour objectif d'œuvrer de manière concertée à la conservation et à la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale. La COMIFAC compte 10 Etats membres qui sont : Le Burundi, le Cameroun, la République Centrafricaine, le Congo, la République Démocratique du Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale, le Rwanda, Sao Tomé & Principe et le Tchad.



**Prof. Damase Khasa**

*Professeur au Département de Sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval G1V 0A6 (Québec, Canada)*

La mission de la COMIFAC a été réaffirmée le 8 septembre 2021 au Symposium sur les Forêts tropicales par ses 10 états membres. Ces derniers ont réitéré leur engagement à œuvrer de manière concertée pour la conservation et la gestion durable des Forêts d'Afrique centrale. Dans la déclaration<sup>1</sup>, ils se sont engagés de manière plus spécifique entre autres à :

1. Maintenir et renforcer leur implication active dans la gouvernance climatique globale ;
2. Maîtriser les émissions de gaz à effet de serre, notamment le gaz carbonique ou CO<sub>2</sub> ;
3. Gérer durablement les tourbières du Bassin du Congo ;
4. Poursuivre activement la restauration des paysages forestiers dans le cadre du Défi de Bonn et de l'initiative AFR 100 (Initiative pour la restauration des paysages forestiers africains) ;
5. Renforcer les agences nationales de gestion des aires protégées et le développement des Partenariats Public-Privé (PPP) ;
6. Maintenir et renforcer la coopération régionale et la coordination intersectorielle en matière de conservation de la biodiversité, notamment à travers la gestion des aires protégées nationales et transfrontalières sans préjudice à la souveraineté des états ;
7. Améliorer la gouvernance forestière ;
8. Impliquer d'avantage la Société Civile, les communautés locales et les populations autochtones dans la gestion des ressources forestières et fauniques.

Le premier poumon mondial de séquestration du carbone qui est la Forêt de l'Amazonie (123 ± 23 pentagrammes de carbone (Pg C) de biomasse épigée et hypogée) montre quelque signe de faiblesse

1) Discours de S.E. Monsieur Jules Doret NDONGO, Ministre des Forêts et de la Faune de la République du Cameroun, Président en Exercice du Conseil des Ministres de la COMIFAC, 8 septembre 2021, Yaoundé, Cameroun

## Editorial

---

et risque de se positionner comme émetteur net de carbone à cause de la déforestation, du changement climatique et de la fréquence élevée des incendies qui d'année en année ravagent des dizaines de milliers d'hectares de forêt<sup>2</sup>. La détresse des réserves forestières de l'Amazonie se caractérise au premier semestre 2021, par sa déforestation qui a augmenté de 17% par rapport à 2020 selon les estimations de l'Institut national de recherches spatiales (INPE). Selon le journal 'Le Monde'<sup>3</sup> publié le 30 juillet 2021, l'année 2020 a été marquée par des incendies qui ont ravagé plus de 310 000 km<sup>2</sup> au Brésil. Pour la troisième année d'affilée, la forêt a perdu environ 10 000 km<sup>2</sup> de sa superficie, l'équivalent de la superficie de l'Ile-de-France. Le nombre d'incendies dépasse en 2021 celui de l'année dernière à la même période. La Forêt amazonienne émet donc plus de carbone surtout dans la partie Est que dans l'Ouest qu'elle ne contribue à en séquestrer. Si rien n'est fait, c'est toute l'Amazonie qui pourrait devenir émettrice nette de carbone.

La Forêt Amazonienne est détruite afin de laisser place aux pâturages et aux champs de soja. Les forêts et les tourbières de l'île de Bornéo en Indonésie du Bassin Bornéo-Mékong sont converties en plantations de palmiers à huile ou en exploitation de mines de charbon, avec des conséquences négatives sur la perte de la biodiversité, l'augmentation de la fréquence des incendies et le changement climatique<sup>4</sup>. Les pays du Bassin du Congo devraient s'en inspirer pour ne pas tomber dans les mêmes erreurs en détruisant les forêts et les tourbières avec l'avènement des plantations de palmiers à huile, de bambous et autres plantes industrielles faisant prévaloir la monoculture intensive à la biodiversité gage de la durabilité des écosystèmes et de leur exploitation garantissant le bien-être de la population actuelle et celui des générations futures. Les activités d'exploration, d'exploitation et de transformation minière doivent s'opérer de manière responsable afin d'intégrer les piliers de développement durable (environnemental, économique, social, bonne gouvernance). Les pays du Bassin du Congo devraient accélérer la transition vers l'économie de la conservation et le développement de l'économie verte. Ces pays devraient par exemple s'engager à protéger intégralement la méga-tourbière tropicale de la cuvette centrale et la décréter comme un patrimoine écologique mondial du puits naturel de carbone.

D'une surface supérieure au quart de la France, cette méga-tourbière renferme 30,6 pentagrammes de stocks de carbone, équivalents à trois ans d'émissions mondiales liées aux énergies fossiles.<sup>5</sup> Avec l'aide de la Facilitation du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) dont l'actuelle Facilitation allemande, un lobbying international devrait être mis en place, pour prévenir la destruction de cette tourbière par le versement de compensations financières par la communauté internationale. Dans son ensemble, il est paradoxal que le Bassin du Congo en voie de devenir le premier poumon vert de la planète, abritant l'une des plus riches forêts au monde en termes de biodiversité, lesquelles séquestrent selon les données scientifiques récentes<sup>6,7</sup>, 600 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, de plus qu'elles n'émettent par an, n'a attiré que 11,5% des financements internationaux<sup>8</sup> contre 34% pour le Bassin Bornéo-Mékong et 54,5% pour le Bassin Amazonien pendant les 10 ans (2008-2017). La déclaration de Kinshasa<sup>9</sup> en

2) Gatti, L.V., Basso, L.S., Miller, J.B. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* 595, 388–393 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>

3) *Le Monde*. [https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/07/30/l-amazonie-bresilienne-n-assure-plus-son-role-de-poumon-de-la-planete\\_6089977\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/07/30/l-amazonie-bresilienne-n-assure-plus-son-role-de-poumon-de-la-planete_6089977_3232.html) (consulté le 10 septembre 2021)

4) Kimberly, M., Heilmayr, C.R., Gibbs, H.K. et al. Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia. *PNAS* January 2, 2018 115 (1) 121–126

5) Dargie, G., Lewis, S., Lawson, I. et al. Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature* 542, 86–90 (2017). <https://doi.org/10.1038/nature21048>

6) Harris, N. and Gibbs, D. *Global Forest Watch Blog*. Forests Absorb Twice as Much Carbon as They Emit Each Year. <https://www.globalforestwatch.org/blog/climate/forests-carbon-emissions-sink-flux/>, Posted on January 21, 2021 (consulté le 10 septembre 2021)

7) Harris, N.L., Gibbs, D.A., Baccini, A. et al. 2021. "Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes." *Nature Climate Change*. 11. pp. 234–240. DOI: 10.1038/s41558-020-00976-6.

8) Ebaà Aty, R., Liboum, M., Guizol, P. et al. Flux financiers internationaux en faveur de la protection de la nature et de la gestion durable des forêts en Afrique centrale. OFAC BRIEF Series no.3 | Juillet 2019. [https://www.observatoire-comifac.net/docs/policy\\_brief/OFAC-Brief-03-fr-web.pdf](https://www.observatoire-comifac.net/docs/policy_brief/OFAC-Brief-03-fr-web.pdf) (consulté le 10 septembre 2021)

9) PFBC. Vers une Déclaration des pays de l'espace CEEAC / COMIFAC et soutenue par les membres du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) pour les forêts du bassin du Congo et leur périphérie. 8<sup>ème</sup> Réunion du Conseil Directeur du PFBC, un Dialogue Politique de Haut niveau et ses réunions connexes. Kinshasa (08 au 11 décembre 2020). <https://pfbc-cbfp.org/actualites-partenaires/Congo-periphérie.html> (consulté le 10 septembre 2021)

## Editorial

---

décembre 2020, et celle du Symposium sur les Forêts tropicales le 8 septembre 2021, plaident pour des appuis financiers équitables à hauteur d'au moins 30% des fonds climat contre 1% actuellement pour cette région. Les 10 pays doivent mettre en place des projets intégrateurs concertés et synergiques permettant de gérer de manière durable les ressources naturelles du Bassin du Congo.

En vue d'améliorer l'attractivité des financements internationaux, les pays devraient avec la facilitation du PFBC : (i) intensifier la diplomatie environnementale en direction des bailleurs de fonds les moins actifs en Afrique centrale; (ii) améliorer la gouvernance dans la gestion de l'aide publique au développement; (iii) renforcer les capacités des acteurs du secteur forêt-environnement de la sous-région dans le domaine de l'élaboration des propositions de projets de haute qualité; (iii) proposer une coordination des efforts des bailleurs de fonds pour des financements ordonnés et plus efficaces ; (iv) et mettre sur pied des mécanismes de suivi, évaluation et de rapportage avec des indicateurs objectivement vérifiables. La Facilitation allemande du PFBC dont le mandat a été prolongé jusqu'en fin 2022 a entre autres pour ambition de renforcer le dialogue avec la Chine, de mettre en œuvre la déclaration de Ndjamena sur la transhumance, de catalyser le dialogue entre toutes les parties prenantes des 7 collèges<sup>10</sup> du PFBC pour parler d'une seule voix, d'une Déclaration commune du bassin du Congo, lors des grands sommets climat et biodiversité de l'année 2021, pour que le Bassin du Congo puisse percevoir une juste part par rapport à ses efforts de conservation et de gestion durable de ses ressources forestières.

Le RIFFEAC, organe séculier de la COMIFAC en matière de Formation, Recherche et Communication (FRC), a un rôle de Leader à jouer dans la Recherche Développement (R&D) pour proposer des nouveaux concepts adaptés aux problématiques du moment. Le Bassin du Congo est en voie de devenir le premier poumon vert mondial de la planète si les 10 pays membres de la COMIFAC poursuivent et consolident le développement des Stratégies Communes Concertées Harmonisées et Durables (S2CHD) pour leur émergence en 2035 par le biais de l'économie de la conservation et l'économie verte de leurs ressources naturelles. Les 32 Institutions Membres du RIFFEAC en 2021 sont interpellées à y contribuer dans leur mission de formation du personnel hautement qualifié, de recherche et de service aux collectivités.

Le RIFFEAC en collaboration avec ses institutions membres, ses partenaires régionaux et internationaux devra concevoir des curricula transdisciplinaires adaptés aux enjeux émergents du moment sous forme de programmes orientés vers la mise sur pied des nouveaux modèles endogènes basés sur les principes d'équité, de diversité et d'inclusion (ÉDI) pour la gestion durable des forêts du Bassin du Congo. Il incombe donc au RIFFEAC de proposer des itinéraires techniques de conservation durable des Ressources naturelles renouvelables et la formation des Compétences dédiées de manière à créer un Bassin de Compétences pour la conservation et la sauvegarde des Ressources (BCR) en vue de contribuer à l'atteinte des Objectifs de Développement Durable (ODD)-Agenda 2030.

### **Professeur Damase KHASA**

**Professeur au Département de Sciences du bois et de la forêt-Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval G1V 0A6 et Équipe des projets FOGRN-BC et PEFOGRN-BC (Québec, Canada)**

---

<sup>10</sup> Les Membres / collèges du PFBC. <https://pfb-cbjp.org/membres-colleges.html>. (consulté le 10 septembre 2021)

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

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

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

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

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
1	<i>ASSAKO ASSAKO René Joly</i>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : rjassako@yahoo.fr</b>
2	<i>AVANA TIENTCHEU Marie Louise</i>	Maître Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : avanatic@yahoo.fr</b>
3	<i>AZIZ LAGHDIR</i>	Professeur Associé, Université Laval	SEREX (Service de Recherche et d'Expertise en Transformation des Produits Forestiers), QUEBEC <b>e-mail : aziz.laghdir@serex.qc.ca</b>
4	<i>BELL Jean Marcial</i>	Maitre Assistant des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : jmbell237@hotmail.com</b>
5	<i>BITIJULA MAHIMBA Martin</i>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques / Université de Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : marbitijula@gmail.com</b>
6	<i>BITONDO Dieudonné</i>	Maître de Conférences	Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail: bitondodieudonne@yahoo.fr</b>
7	<i>BOBDA Athanase</i>	Professeur des Universités	Université du Havre, FRANCE <b>e-mail : bopda20001@yahoo.com</b>
8	<i>BOUKOULOU Henri</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie, Université Marien Nguabi Brazzaville, CONGO <b>e-mail : h_boukoulou@yahoo.fr</b>
9	<i>CROS David</i>	Chercheur (Ph.D)	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) <b>e-mail : david.cros@cirad.fr</b>
10	<i>DAN LANSSANA KOUROUMA</i>	Enseignant / Chercheur ; Professeur associé à l'Université de Québec à Montréal	Centre d'Etude et de Recherche en Environnement, Université de Conakry, GUINÉE <b>e-mail : dan_lansana@yahoo.fr</b>
11	<i>DEFO Louis</i>	Maître Assistant des Universités	Département de Géographie, Université de Yaoundé 1, CAMEROUN <b>e-mail: defotls@yahoo.fr</b>
12	<i>DJEUGAP FOVO Joseph</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté Agronomique des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : joseph.djeugap@univ-dschang.org</b>
13	<i>DOSSOU Odile</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : viliho2004@yahoo.fr</b>
14	<i>FOGAING Jr Roméo</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté Agronomique des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : jr_fogaing@yahoo.fr</b>



## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
15	<b>FOUDJET Amos</b>	Professeur des Universités	CRESA Forêts-Bois. Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles / Université de Dschang, CAMEROUN. <b>e-mail : efoudjet@yahoo.fr</b>
16	<b>GIBIGAYE Mohamed</b>	Maître de Conférences des Universités (CAMES) , Expert en Génie Civil près les Tribunaux du Bénin	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : gibigaye_mohamed@yahoo.fr</b>
17	<b>GOURDON Paul Rémy</b>	Professeur des Universités	Institut National des Sciences Appliquées Université de Lyon 1, FRANCE <b>e-mail : Remy.Gourdon@insa-lyon.fr</b>
18	<b>HOUINATO Marcel Romuald Benjamin</b>	Professeur Titulaire	Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : mrhouinat@yahoo.fr</b>
19	<b>KHASA Damase</b>	Professeur Titulaire	Université LAVAL, CANADA <b>e-mail : damase.khasa@sbf.ulaval.ca</b>
20	<b>+IBRAHIM SAMBO Soulemane +</b>	Maître Assistant des Universités	Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Université Omar Bongo, GABON <b>e-mail : si.sambo@riffecac.org</b>
21	<b>IKOGOU Samuel</b>	Maître Assistant des Universités	Ecole Polytechnique de Masuku, Université des Sciences et Technique de Masuku, GABON <b>e-mail : ikogousamuel@yahoo.fr</b>
22	<b>IYONGO WAYA Mongo Leon</b>	Professeur Associé, Ingénieur Biologiste	Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables (GRNR), Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa, RD CONGO <b>e-mail : iyongoleon@yahoo.fr</b>
23	<b>MANFOUMBI BOUSSOUGOU Nicaise</b>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique de Masuku / Université des Sciences et Techniques de Masuku, GABON <b>e-mail : nicaise_manfoumbi@hotmail.com</b>
24	<b>MBAÏLAO MBAÏGUINAM Jean Marie</b>	Maître de Conférences (CAMES)	Université de N'djaména, TCHAD <b>e-mail : mbailaoj@yahoo.fr</b>
25	<b>MBADU ZEBE Victorine</b>	Professeur	Institut Supérieur des Techniques Médicales, (ISTM), Kinshasa, RD CONGO <b>e-mail : mbaduzebe@yahoo.fr</b>
26	<b>MENIKO TO HULU Jean Pierre Pitchou</b>	Professeur Titulaire	Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, (IFA-Yangambi), Département Eaux et Forêts, Laboratoire d'Ecologie du Paysage et Foresterie Tropicale (LEPAFORT), RD CONGO <b>e-mail : menitop2000@yahoo.fr</b>
27	<b>MERIE M FOURNIER</b>	HDR ; Ingénieur de l'Ecole Polytechnique de Palaiseau X-ENGREF ; Ingénieur en Chef des Ponts, des Eaux et des Forêts	AgroParisTech, Centre de Nancy, FRANCE <b>e-mail : meriem.fournier@agroparistech.fr</b>
28	<b>MOUGOUE Benoit</b>	Maitre de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN. <b>e-mail : ben_mougoue@yahoo.fr</b>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
29	<b>MOUTOU PITTI</b> <i>Rostand</i>	HDR ; Professeur des Universités	Polytech Clermont Ferrand - Institut Pascal (UCA-CNRS-SIGMA), Université Clermont Auvergne, FRANCE <b>e-mail : rostand.moutoupitti@uca.fr</b>
30	<b>MOUSAMBOTE</b> <i>Jean-Marie</i>	Maître de Conférences (CAMES)	Unité Ecologie-Phytosociologie de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, CONGO <b>e-mail : moutsambotej@gmail.com</b>
31	<b>NANCY Gélinas</b>	Professeur Titulaire	Université Laval, CANADA <b>e-mail : nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca</b>
32	<b>NASSI Karl Martial</b>	Maître Assistant des Universités (CAMES)	Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts de l'Université Nationale d'Agriculture de Kétou, BENIN <b>e-mail : martial2006@yahoo.fr</b>
33	<b>NDIAYE Saliou</b>	Professeur des Universités ANAFE RAFT-Sahel Chair	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, SENEGAL <b>e-mail : drsaliou@gmail.com</b>
34	<b>NGNIKAM</b> <i>Emmanuel</i>	Maitre Assistant des Universités Docteur en Sciences et Techniques des déchets de l'INSA de Lyon en France	Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, Département de Génie Civil et Urbain, Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : emma_ngnikam@yahoo.fr</b>
35	<b>NKOUATHIO</b> <i>David Guimolaire</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : nkouathio@yahoo.fr</b>
36	<b>NSHIMBA SEYA</b> <b>WAMALALE</b> <i>Hippolyte</i>	Professeur des Universités	Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables /Université de Kisangani, RD CONGO <b>e-mail : hippolyteseya@yahoo.fr</b>
37	<b>NZALA Donatien</b>	Maître de Conférences (CAMES)	Ecole Nationale de Sciences Agronomiques et de Foresterie / Université Marien Nguabi Brazzaville, CONGO <b>e-mail : nzaladon@yahoo.fr</b>
38	<b>OLOUKOI Joseph</b>	Maitre Assistant (CAMES)	African Regional Institute for Geospatial Information Science and Technology, NIGERIA <b>e-mail : chabijos@yahoo.fr</b>
39	<b>ONANA Jean</b> <i>Michel</i>	Maître de Recherches	Département de Biologie et Physiologie Végétales / Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : jeanmichelonan@gmail.com</b>
40	<b>ONGUENE</b> <i>AWANA Nérée</i>	Maître de recherches	Institute of Agricultural Research for Development, Yaounde, Cameroon <b>email : nerecoa678@yahoo.fr</b>
41	<b>OUELLET</b> <i>LAPOINTE Ugo</i>	Maîtrise en Ecologie Forestière	Cadre Autonome en relations faune et habitats forestiers aménagés, Laval, CANADA <b>e-mail : lapointe.u@gmail.com</b>
42	<b>PALUKU</b> <i>MUTIVITI Gilbert</i>	Maître Assistant des Universités	Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique du Graben, RD CONGO <b>e-mail : malkakuva@gmail.com</b>

## COMITE DE LECTURE

N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
43	<b>LEVANG Patrice</b>	Directeur de Recherche IRD	Unité Mixte de Recherche Gred Montpellier, FRANCE <b>e-mail : levang.patrice@ird.org</b>
44	<b>RIERA Bernard</b>	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
45	<b>SONKE Bonaventure</b>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure, Université de Yaounde I, CAMEROUN <b>e-mail : bsonke_1999@yahoo.com</b>
46	<b>TABOPDA WAFO Gervais</b>	Professeur Titulaire	Université d'Orléans, France <b>e-mail : gervais.tabopda@design.gatech.edu</b>
47	<b>TALLA Pierre Kisito</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tpierrekisito@yahoo.com</b>
48	<b>TCHATAT Mathurin</b>	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN <b>e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr</b>
49	<b>TCHEBAYOU Sébastien</b>	Master of Science in Natural Ressource Management ; Ingénieur des Eaux, Forêts et Chasses Coordonnateur FODER	ONG Forêts et Développement Rural, CAMEROUN <b>e-mail : setchebayou@yahoo.fr</b>
50	<b>TCHEHOUALI DEFODJI Adolphe</b>	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : tchehoua@yahoo.fr</b>
51	<b>TCHEKOTE Hervé</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : herve.tchekote@gmail.com</b>
52	<b>TCHINDJANG Mesmin</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : mtchind@yahoo.fr</b>
53	<b>TCHOUNDJEU Zacharie</b>	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN <b>e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org</b>
54	<b>TSAGUE Louis</b>	Maître Assistant des Universités Membre du Conseil Scientifique et Technique du RAPAC	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tsaguel@yahoo.fr</b>
55	<b>TUMWESIGYE Wycliffe</b>	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA <b>e-mail : wtum2012@gmail.com</b>
56	<b>ZAPFACK Louis</b>	Maître de Conférences des Universités	Faculty of Science, Department of Plant Biology, University of Yaounde I, CAMEROUN <b>e-mail : lzapfack@yahoo.fr</b>

## SOMMAIRE

<b>EDITORIAL</b>	<b>P. 3-5</b>	<i>Imageries et cartographie du bocage en pays Bamiléké (Cameroun) : aperçu de la dynamique du paysage à Tserhem (Bandjoun), dans la Région de l'Ouest au Cameroun</i>	<b>P. 69-84</b>
<b>COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</b>	<b>P. 6-7</b>		
<b>COMITE DE LECTURE</b>	<b>P. 7-11</b>	<b>SYNTHÈSES DE THÈSES ET DE MÉMOIRES</b>	
<b>ARTICLES SCIENTIFIQUES</b>		<i>Dynamique et services des écosystèmes agroforestiers autour d'une aire protégée en République du Cameroun</i>	<b>P. 85-89</b>
	<b>P. 13-23</b>	<i>Contribution à la mise en œuvre d'une mesure de compensation du Plan de Gestion Environnemental et Social du projet Nachtigal amont : inventaire des plantes aquatiques dans le Parc National du Mpem et Djim en République du Cameroun</i>	<b>P. 90-92</b>
<i>Effets de l'application du biochar et de l'engrais minéral NPK sur la culture pure de manioc, l'association manioc-maïs et sur les propriétés du sol d'Ibi au plateau des Batéké (RDC)</i>		<i>Étude des pratiques et de performance de la CCAA en matière environnementale et de développement durable : réduction de l'empreinte carbone</i>	<b>P. 93-96</b>
<i>Dynamique spatio-temporelle des systèmes agroforestiers dans la réserve forestière de Baleng et ses environs, Région de l'Ouest-Cameroun</i>	<b>P. 24-36</b>		
<i>Impacts des conditions de stockage sur la qualité de la conservation des échantillons botaniques à l'Herbier National du Cameroun</i>	<b>P. 37-43</b>	<b>NOUVELLES</b>	<b>P. 98-100</b>
<i>Enjeux et défis de la mise en œuvre des Unités Forestières Artisanales dans le Mai-Ndombe en République Démocratique du Congo</i>	<b>P. 44-58</b>	<b>SUGGESTIONS DE LECTURE</b>	<b>P. 101-104</b>
<b>NOTES TECHNIQUES</b>		<b>DIRECTIVES AUX AUTEURS</b>	<b>P. 105-109</b>
<i>Pression anthropique sur les ressources naturelles dans le Parc National de Sena-Oura dans la Région du Mayo Kebbi Ouest en République du Tchad</i>	<b>P. 59-68</b>	<b>AUTHORS GUIDELINES</b>	<b>P. 110-114</b>



**Ban Ki-Moon**

Ancien Secrétaire Général des Nations Unies (2007-2016)

*« Le changement climatique s'est produit à cause du comportement humain, donc il est naturel que ça soit, aux êtres humains, de résoudre ce problème. Il se peut qu'il ne soit pas trop tard si nous prenons des mesures décisives aujourd'hui »*



## Effets de l'application du biochar et de l'engrais minéral NPK sur la culture pure de manioc, l'association manioc-maïs et sur les propriétés du sol d'Ibi au plateau des Batéké (RDC)

Lele B.<sup>1</sup>, Kachaka C.<sup>1</sup>, Lejoly J.<sup>2</sup>, Ngoy H.<sup>1</sup> et Amela P.<sup>1</sup>

(1) Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion des Ressources Naturelles / e-mail : lelebonaventure72@yahoo.fr  
 (2) Université Libre de Bruxelles et ONG GiAgro

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550384>

### Résumé

Ce travail avait pour objectif d'évaluer l'effet du biochar combiné à l'engrais minéral sur les propriétés du sol et sur les rendements de la culture pure de manioc et de l'association manioc-maïs à Ibi au plateau de Batéké, en République Démocratique du Congo (RDC), dont les coordonnées géographiques sont comprises entre 4°19,886 et 4°20,32 de latitude Sud et 16°7,504 et 16°7,928 de longitude Est pour 651 m d'altitude. Sept traitements et un témoin : T<sub>0</sub> (manioc), T<sub>1</sub> (manioc+maïs), T<sub>2</sub> (manioc+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>)), T<sub>3</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>)), T<sub>4</sub> (manioc+ (N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>)), T<sub>5</sub> (manioc+maïs+(N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>)), T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>)), T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) +biochar) ont été mis en place et répétés quatre fois dans un dispositif en blocs complets randomisés. Après la récolte du manioc, les deux cultures ont été réinstallées sans apport d'engrais minéral ni du biochar en vue d'évaluer les effets résiduels des intrants. Des analyses physiques et chimiques ont été effectuées sur le

sol. Les rendements en grains de maïs et en tubercules secs de manioc ont été évalués pendant les deux campagnes culturales. Les résultats ont montré que l'apport du biochar combiné à l'engrais minéral a augmenté la teneur en carbone et la CEC par rapport au sol initial et le rendement de la culture pure du manioc et celui des cultures associées (manioc-maïs) par rapport au témoin. Le biochar a réduit l'acidité et la saturation du sol en aluminium avec un effet sur l'amélioration de la disponibilité du P. Le bénéfice brut du traitement combinant l'engrais minéral au biochar T<sub>7</sub> (BB : 9267\$ US) a été largement supérieur à ceux des autres traitements. Aussi, le bénéfice brut des traitements sous association culturale a été supérieur au bénéfice brut des traitements sous culture pure. Ceci montre que la culture associée du manioc avec le maïs est plus bénéfique que la culture pure de manioc, même si cette association se traduit par une diminution du rendement du manioc par rapport à la culture pure de ce dernier.

**Mots Clés** : association maïs-manioc, biochar, engrais minéral, plateau des Batéké, RDC

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of biochar combined with mineral fertilizer on soil properties and yields of pure cassava and cassava-maize combination at Ibi in the Batéké Plateau, DRC, whose geographical coordinates are between 4°19.886 and 4°20.32 S latitude and 16°7.504 and 16°7.928 E longitude for 651 m altitude. Seven treatments and one control: T<sub>0</sub>(cassava), T<sub>1</sub>(cassava+maize), T<sub>2</sub>(cassava+maize(N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>)), T<sub>3</sub> (cassava+maize+(N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>)), T<sub>4</sub> (cassava+(N<sub>80</sub>P<sub>94</sub>K<sub>89,5</sub>)), T<sub>5</sub>(cassava+maize+(N<sub>80</sub>P<sub>94</sub>K<sub>89,5</sub>)), T<sub>6</sub> (cassava+maize+(N<sub>160</sub>P<sub>188</sub>K<sub>179</sub>)), T<sub>7</sub> (cassava+maize+(N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>) +biochar) were set up and repeated four times in a randomized complete block design. After harvesting the cassava, both crops were re-planted without mineral fertilizer or biochar to assess residual effects of inputs. Physical and chemical analyses were conducted

on the soil. Yields of maize grain and dry cassava tubers were evaluated during the two cropping seasons. The results showed that the biochar input combined with mineral fertilizer increased carbon content and CEC compared to the initial soil and yield of the pure cassava crop and the combined crop (cassava-maize) compared to the control. Biochar reduced soil acidity and aluminum saturation with an effect on improving P availability. The gross benefit of the treatment combining mineral fertilizer with biochar T<sub>7</sub> (BB: US\$9267) was much higher than those of the other treatments. Also, the gross profit of the combination treatments was higher than the gross profit of the pure crop treatments. This shows that cassava intercropping with maize is more beneficial than pure cassava cropping, even though the association results in a decrease in cassava yield compared to pure cassava cropping.

**Keywords** : biochar, maize-cassava association, mineral fertilizer, Bateke table-land, DRC

## 1. Introduction

Les sols du plateau des Batéké ont pour la plupart une texture sableuse, une structure particulière et pour le mettre en culture, les paysans ont recours au brûlis en vue de dégager le terrain (Baert et al., 1991 ; Koy, 2010 et Lele et al., 2016). L'agriculture sur brûlis a pour conséquences la perte rapide de la fertilité, de l'activité biologique, l'érosion du sol et la réduction de la recharge de la nappe aquifère (Serpantié, 2009). Ce système, combiné aux processus pédologiques naturels, produit des sols fortement dégradés et très acides (Pieter et al., 2012). Ces sols présentent des contraintes chimiques et biologiques liées à l'acidité, la toxicité aluminique, la forte capacité de rétention du phosphore (P) et la forte désaturation en actions échangeables (Ca, Mg, K, Na) (Dabin, 1984 ; Baert et al, 1991 ; Marcelino, 1995 ; Kadiata et al., 2003 ; Ruganzu, 2009 ; Koy, 2010 et Pieter et al., 2012). Sur le plan agricole, les conséquences se traduisent par de faibles rendements pour les principales cultures vivrières, notamment le maïs et le manioc (Van Den Berghe et al., 1990 ; Chianu et al., 2002 ; Adjei-Nsiah et al., 2007). Malgré l'utilisation des engrais minéraux, le rendement de ces cultures baisse significativement après une saison culturale à cause de la lixiviation des éléments minéraux (Vanlauwe et al., 2006). Ainsi, la mise en valeur durable de ces sols exige des amendements, organiques ou calcaires, pour améliorer leurs propriétés physiques et rentabiliser l'utilisation des fertilisants minéraux (UyoYbesere et al., 2000 ; Muna-Mucheru et al., 2007). Cependant, l'indisponibilité de la matière organique en quantité suffisante et le coût élevé de la chaux oblige à explorer d'autres pistes pour maintenir durablement la fertilité du sol. Sur base des résultats obtenus au Brésil, l'incorporation au sol du biochar (charbon de bois broyé) constitue une alternative prometteuse (Guerena et al., 2013 ; Joseph et al., 2010 et Zhang et al., 2010). C'est en effet, avec le biochar que les Amérindiens d'Amazonie ont créé la terra preta (sols noirs très fertiles). Des travaux récents ont montré qu'il présente aussi un intérêt contre le réchauffement climatique en conservant le carbone dans le sol et en luttant contre la déforestation par la sédentarisation de l'agriculture (Kimetu et Lehmann, 2010 ; Whitman et al., 2010 ; Woolf et al., 2010 ; Whitman et al., 2011; Oleszczuk et al., 2012 ; Cayuela et al., 2013). Par ailleurs, au plateau des Batéké, le manioc suivi du maïs constituent la base alimentaire et la principale source de revenus des populations. Le manioc est habituellement planté en culture pure sur ouverture d'une longue

jachère ou associé à l'arachide et quelques rares fois au maïs. Dans les conditions d'association, sur un sol pauvre et acide, on constate une très faible fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour l'arachide qui donne des rendements très faibles (Kadiata et Lumpungu, 2003). Ces contraintes ont conduits à tester les performances de l'association manioc-maïs avec installation simultanée de deux cultures. Semer le maïs au même moment que la plantation du manioc offre l'avantage de maximiser l'assimilation de l'engrais minéral par les cultures associées. Ainsi, cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet du biochar combiné à l'engrais minéral sur les propriétés du sol et sur les rendements de la culture pure du manioc et de l'association manioc-maïs à Ibi au plateau des Batéké. Cet objectif a pour corollaire de comparer l'intérêt de l'association manioc-maïs par rapport à la culture pure de manioc.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

L'expérience a eu lieu au plateau des Batéké au niveau du domaine agro-forestier d'Ibi, dans une savane à *Hyparrhenia diplandra*, situé à 140 km à l'Est du centre-ville de Kinshasa. La savane ayant connu une jachère de dix ans dont les trois dernières années sans destruction du couvert végétal par les feux de brousse. Les coordonnées du site sont comprises entre 4°19,886 et 4°20,32 de latitude Sud et 16°7,504 et 16°7,928 de longitude Est pour 651 m d'altitude. Le climat est du type AW4 selon la classification de Köppen. C'est un climat tropical humide à deux saisons, une saison sèche de quatre mois qui va de mi-mai à mi-septembre et une saison pluvieuse de huit mois qui va de mi-septembre à mi-mai. La saison des pluies est entrecoupée d'une petite saison sèche entre mi-janvier et mi-février. La température moyenne annuelle est de 24,5°C. Il existe trois saisons culturales dont la saison A qui va de mi-octobre à mi-février, la saison B de mi-février à mi-juin et la saison C de mi-juin à mi-octobre. Habituellement, le manioc est planté généralement pendant la saison A ou parfois pendant la saison B. Le choix de la saison B pour l'essai est dû à la disponibilité du terrain. Pendant la première campagne culturale (de janvier 2014 à janvier 2015), il a été enregistré une quantité totale de 1441,25 mm de pluies contre 1732 mm pendant la deuxième campagne (de février 2015 à février 2016). Les précipitations pendant chaque campagne culturale indiquent une période de sécheresse de juin à août. Par

### Précipitations

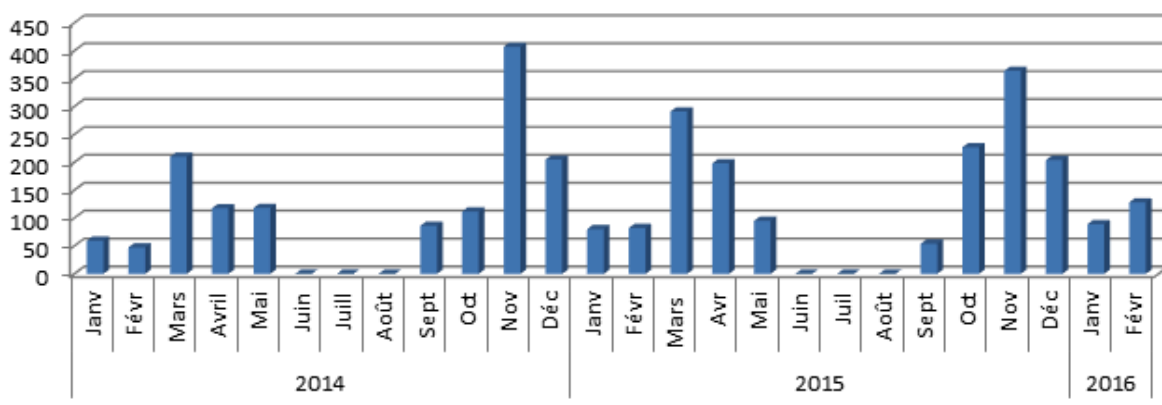


Figure 1 : Précipitations pendant la période expérimentale

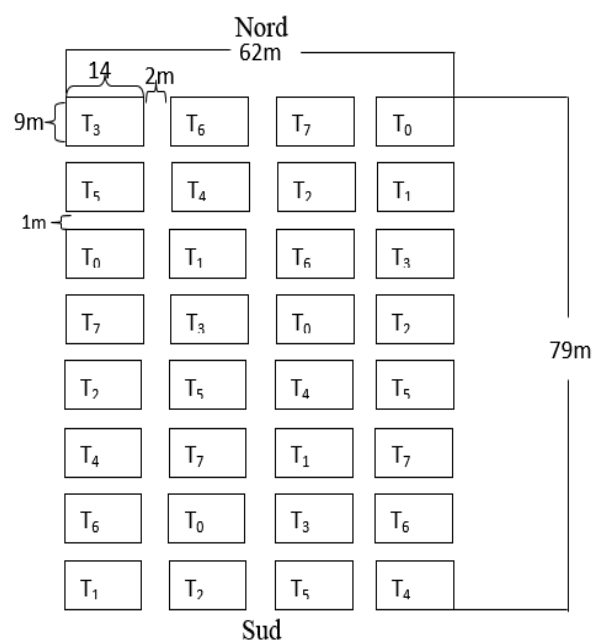
ailleurs, le cycle des précipitations pendant la période expérimentale montre une grande variabilité et une mauvaise répartition mensuelle de pluies (figure 1).

### Cultures tests

Le manioc de variété *maribuata* et le maïs de variété QPM-SR ont été utilisés pour tester l'effet de nos traitements. Le manioc a été la culture principale à laquelle on a associé le maïs. La variété *maribuata* est résistante à la mosaïque et s'adapte convenablement aux conditions humides et subhumides. Son rendement en culture pure est de 7 à 9 tonnes des tubercules frais par hectare soit 2,1 à 2,7 tonnes des matières sèches par ha en milieu paysan. La variété QPM-SR est adaptée aux conditions éco-climatiques locales. Son cycle végétatif est de quatre mois avec un rendement moyen en grains secs de 800 kg.ha<sup>-1</sup> en milieu paysan.

### Biochar

Le charbon de bois issu d'une plantation d'*Acacia mangium* de 7 ans a été utilisé comme amendement. Il a été broyé et tamisé pour obtenir des particules de dimensions inférieures à 2 millimètres. Sa teneur en carbone a été de 49 % et son pH de 7,8. La dose recommandée pour le sol de Kinshasa est de 30 tonnes par ha (Lele et al., 2016). Elle équivaut à 378 kg sur 126 m<sup>2</sup>.



Légende :  $T_0$  (manioc),  $T_1$  (manioc+maïs),  $T_2$  (manioc+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ )),  $T_3$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ )),  $T_4$  (manioc+ ( $N_{80} P_{94} K_{89,5}$ )),  $T_5$  (manioc+maïs+ ( $N_{80} P_{94} K_{89,5}$ )),  $T_6$  (manioc+maïs+ ( $N_{160} P_{188} K_{179}$ )),  $T_7$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ ) + biochar)

Figure 2 : Le plan expérimental

Tableau 1 : Doses de NPK apportés sur 126 m<sup>2</sup> (parcelle expérimentale) et rapportées en Kg.ha<sup>-1</sup>

Traitement	Quantité apportée kg sur 126 m <sup>2</sup>	Quantité rapportée en kg.ha <sup>-1</sup>	Quantités d'N, de P et de K en kg.ha <sup>-1</sup> contenues dans les différents apports
$T_2, T_3$ et $T_7$	2,96	235,29	$N_{40} P_{47} K_{44,8}$
$T_4$ et $T_5$	5,92	470,5	$N_{80} P_{94} K_{89,5}$
$T_6$	11,84	941	$N_{160} P_{188} K_{179}$

## Engrais minéral

L'engrais minéral utilisé a été le NPK 17-17-17. Il est presque le seul engrais composé disponible sur le marché. La dose recommandée pour le sol expérimental est de 470,5 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK 17-17-17 soit 80 kg d'unités fertilisantes (N<sub>80</sub> P<sub>80</sub> K<sub>80</sub>) (Pieter et al., 2012). La composition réelle de l'engrais minéral utilisé, au regard de l'analyse faite au Laboratoire de chimie du sol du Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CREN-K), est du NPK 17-20-19. Les quantités apportées en kg.ha<sup>-1</sup> sont présentées dans le tableau 1.

## Conduite expérimentale

L'étude s'est déroulée, en deux campagnes culturales, pendant deux ans, un mois et vingt jours soit du 02 janvier 2014 au 22 février 2016. La préparation du terrain a consisté à faire un dessouchage, suivi d'un labour à 30 cm de profondeur, sans brûlis préalable de la végétation herbacée, puis d'un hersage. Le biochar a été mélangé au sol sur une profondeur de 30 cm. Le NPK a été appliqué le long des lignes des semis du maïs et de plantation de manioc. Pour le traitement T<sub>6</sub> (N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>), on a apporté (N<sub>120</sub> P<sub>141</sub> K<sub>134</sub>) kg.ha<sup>-1</sup> au début de l'expérience et (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) kg.ha<sup>-1</sup> après 4 mois. Les autres traitements ont reçu la totalité de la dose au début de l'essai. Le semis du maïs a été réalisé en poquet à raison de 2 graines. Le démariage a eu lieu deux semaines plus tard afin de laisser croître un seul plant par poquet. Des boutures de manioc de 5 cm ont été plantées à raison d'une bouture par emplacement. Chaque parcelle élémentaire portait 126 pieds de manioc (1 m x 1 m) répartis en 14 lignes dont 2 de bordures et, en cas de culture associée, 351 pieds de maïs (1 m x 0,33 m) répartis en 13 lignes. Les lignes de maïs ont alterné avec celles de manioc, à une distance de 0,5 mètre. La densité de manioc a été de 10 000 plants.ha<sup>-1</sup> alors que celle du maïs de 30 000 plants.ha<sup>-1</sup>. Les travaux d'entretien ont consisté en 5 sarclages combinés aux binages par campagne culturale. Après la récolte du manioc, des nouvelles cultures de manioc et de maïs ont été installées sans apport de fertilisants ni d'amendement en vue d'évaluer les effets résiduels des traitements appliqués pendant la première campagne culturale.

## Echantillonnage de surface et analyse du sol

Avant l'expérience, treize prélèvements de sol ont été effectués à la profondeur de 0 à 30 cm, suivant la méthode des diagonales, puis mélangés pour

constituer un seul échantillon composite. A la fin de l'expérience, on a prélevé des échantillons de sol dans chaque traitement de chaque bloc selon la même méthode. Les prélèvements ont ensuite été mélangés pour constituer des échantillons composites par traitement. Ces échantillons ont été analysés pour déterminer : la granulométrie (fraction sableuse, limoneuse et argileuse), le pH, le carbone organique total, l'azote total, les cations échangeables (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>), le phosphore assimilable, la Capacité d'Echange Cationique du sol (CEC) et la saturation en aluminium échangeable. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire de chimie du sol du CREN-K, selon les méthodes décrites par Anderson et al. (1993) et Buondonno et al. (1995).

## Evaluation des rendements en grains secs de maïs et en tubercules secs de manioc

Le rendement en grains secs de maïs a été évalué sur les cinq lignes internes de la parcelle expérimentale c'est-à-dire en laissant les lignes de bordures (éviter l'effet de bordure). Après la récolte, les épis ont été séchés sur une toile dans un hangar pendant deux semaines puis pesés, ensuite égrainés avant le pesage des grains. Le rendement en tubercules du manioc a été évalué sur les douze lignes internes de la parcelle expérimentale (parcelle utile). Après récolte, on a pesé tous les tubercules de la parcelle utile et ensuite prélevé de manière aléatoire un sous-échantillon de 5 tubercules, dans chaque traitement, qu'on a pesé immédiatement et ensuite épluché. Le sous-échantillon a été séché d'abord à l'air libre et puis dans l'étuve à 65°C pendant 24 heures pour avoir le poids sec. La relation suivante a permis de calculer le rendement en tubercules secs.

$$\text{Rdt en matière sèche} = \frac{\text{Poids tubercules de la parcelle utile} \times 10000 \times \text{poids sec S.E}}{\text{Poids frais S.E} \times \text{surface de la parcelle utile}}$$

**Eq. 1**

*Légende : Rdt = rendement en matière sèche, S.E= sous échantillon de 5 tubercules*

## Calcul du bénéfice brut et de l'indice d'acceptabilité de différents traitements

Le bénéfice brut généré par chaque traitement a été calculé en faisant la différence entre le revenu attendu de la vente du manioc et du maïs récoltés et les charges effectives de l'agriculteur au plateau des Batéké. Les charges des travaux réalisés par le paysan et de l'achat des boutures de manioc n'ont pas



**Tableau 3 : Composition granulométrique et chimique du sol expérimental après deux campagnes culturales**

Traitement	Argile %	Lim on %	Sable %	pH Eau	Carbone (%)	Azote (%)	P (ppm)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	CEC (cmol/kg)	mAl (%)
Avant	9,22	12,2	78,58	5,15(0,11)b	1,85(0,11)b	0,15(0,056)a	21,6(4,12)a	0,083(0,011)a	1,03(0,06)a	0,18(0,060)a	9,01(0,54)b	58,30(3,0)a
Après												
T <sub>0</sub>	9,24	11,1	79,66	4,96(0,11)b	0,95(0,15)d	0,036(0,005)de	9,24(0,07)cd	0,03(0,010)c	0,36(0,13)cd	0,046(0,005)cde	7,12(0,77)c	54,67(4,0)a
T <sub>1</sub>	9,17	12,2	78,63	4,95(0,05)b	1,23(0,07)c	0,023(0,005)e	7,23(0,90)d	0,013(0,005)d	0,23(0,06)e	0,03(0,010)de	7,01(0,47)c	57,00(5,5)a
T <sub>2</sub>	9,28	11,8	78,92	4,91(0,01)b	1,016(0,06)d	0,06(0,010)cd	10,83(0,69)bc	0,03(0,005)c	0,38(0,07)cd	0,06(0,010)bcd	6,95(0,61)c	56,67(4,9)a
T <sub>3</sub>	9,31	11,9	78,79	4,99(0,09)b	1,27(0,05)c	0,04(0,001)de	9,9b(0,17)cd	0,013(0,005)d	0,28(0,09)de	0,023(0,005)e	6,91(0,58)c	53,67(4,7)a
T <sub>4</sub>	9,22	12,7	78,08	4,95(0,05)b	1,08(0,07)d	0,067(0,001)cd	12,68(0,96)bc	0,04(0,010)c	0,41(0,02)c	0,067(0,005)bc	6,97(0,50)c	58,33(6,6)a
T <sub>5</sub>	9,19	12,9	77,91	4,95(0,07)b	1,32(0,07)c	0,053(0,001)cde	10,68(1,14)bc	0,03(0,010)c	0,38(0,02)cd	0,036(0,005)cde	7,03(0,35)c	57,67(5,1)a
T <sub>6</sub>	9,23	12,6	78,17	4,94(0,10)b	1,74(0,08)b	0,083(0,011)bc	12,58(1,61)b	0,06(0,010)b	0,4(0,09)cd	0,07(0,010)bc	7,46(0,45)c	56,33(4,0)a
T <sub>7</sub>	9,20	12,9	77,9	6,15(0,12)a	2,04(0,03)a	0,11(0,02)b	20,07(2,51)a	0,083(0,010)a	0,62(0,06)b	0,086(0,005)b	11,80(0,49)a	38,00(3,6)b
p-Value				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0027
C.V				2,03	6,27	30,6	14,19	19,86	16,61	31,89	4,65	9,5

Légende : T<sub>0</sub> (manioc), T<sub>1</sub> (manioc+maïs), T<sub>2</sub> (manioc+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>)), T<sub>3</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>)), T<sub>4</sub> (manioc+ (N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,3</sub>)), T<sub>5</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,3</sub>)), T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>)) et T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) +biochar), Chiffre ( ) : Ecart-type.

(Source : Laboratoire du CREN-K, 2014)

été prises en compte. Les boutures de manioc sont gratuitement obtenues dans les champs ou auprès des voisins. Les travaux réalisés par les paysans se rapportent à la préparation du terrain, la plantation du manioc, le semis du maïs, les sarclages et la récolte. Les charges effectives sont relatives au prix des engrais minéraux (110\$ US/50kg), au prix d'achat des semences du maïs (5\$ US/kg) et au prix de la production et de l'incorporation du biochar dans le sol (53,33\$ US/tonne). Il faut 7,5 kg de semences de maïs pour un ha qui coûtent 37,5\$ US/ha. A la deuxième campagne, on a utilisé les semences de maïs produites au cours de la première campagne. Le coût du biochar a été amorti sur 25 ans (temps minimum pendant lequel le biochar agit encore dans le sol (Steiner et al., 2007)) de manière constante. Après l'amortissement, on a obtenu un coût de 2,13\$ US/tonne/an. Ce coût a été rapporté sur 2 ans et 52 jours de la période expérimentale pour donner 136,9\$ US pour 30 tonnes de biochar. Les revenus ont concerné la vente des grains de maïs et des cossettes de manioc. La tonne de maïs coûte 900\$ et celle de manioc 500\$ à Ibi. Enfin, le bénéfice brut des nouveaux traitements a été divisé par le bénéfice brut du traitement témoin pour calculer l'Indice d'Acceptabilité (IA= Bénéfice du traitement/Bénéfice du témoin) (Jama et al., 2000 et Muna-Mucheru et al., 2007). Selon les mêmes sources, si l'IA est égal ou

supérieur à 2, la technologie est facilement adoptée. L'adoption se ferait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2; et en dessous de 1,5 il y a rejet.

### Analyse statistique

On a recouru à l'analyse de la variance à deux facteurs au seuil de probabilité de 5% à l'aide du logiciel Statistix. Ensuite, on a procédé au test des comparaisons multiples (Tukey HSD) pour préciser les différences entre les traitements.

## 3. Résultats

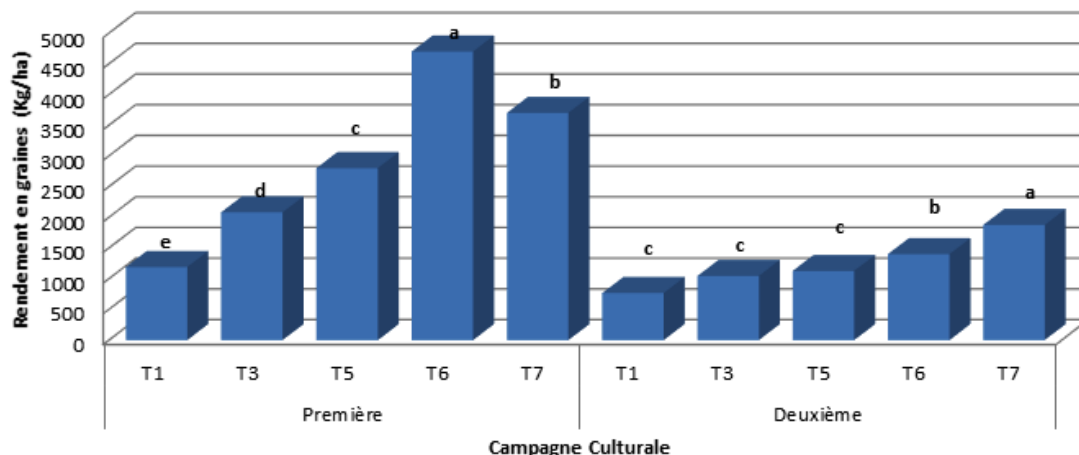
### 3.1. Propriétés du sol au début et à la fin de l'expérimentation

Les résultats sur les propriétés physiques et chimiques du sol au début et à la fin de l'expérimentation, l'analyse de la variance et le test de comparaisons de moyennes sont repris dans le tableau 2. Les propriétés du sol à la fin de l'expérimentation sont présentées en rapport avec les différents traitements. Il ressort de ces résultats que le sol expérimental est sableux (78,6% du sable) et acide (pH = 5,15) au début de l'expérimentation. Les teneurs en éléments nutritifs sont faibles (C : 1,85%, N : 0,15%, P : 21,6 ppm, K : 0,083 Cmol.kg<sup>-1</sup>, Ca : 1,03 Cmol.kg<sup>-1</sup>, Mg : 0,18 Cmol.kg<sup>-1</sup> et CEC : 9,01 Cmol.kg<sup>-1</sup>). La saturation en aluminium est élevée (58,3%). Après deux campagnes culturales, des changements ont été observés sur les propriétés chimiques des sols

**Tableau 4 : Bénéfice brut et indice d'acceptabilité des traitements étudiés pour les deux campagnes culturales**

Traitement	Coût du NPK (\$ US/ha)	Coût du biochar (\$ US/ha)	Coût des semences du maïs	Rdt maïs de 2 campagnes (kg/ha)	Rdt manioc de 2 campagnes (kg/ha)	Revenu brut maïs (\$ US/ha)	Revenu brut manioc (\$ US/ha)	Bénéfice brut (\$ US/ha)	IA
T0	0	0	0	0	5267,5		2633,75	2633,75	
T1	0	0	37,5	1955	4179,3	1759,5	2089,65	3811,65	1,45
T2	517,6	0	0	0	7509,7		3754,85	3237,25	1,23
T3	517,6	0	37,5	3125	4938	2812,5	2469	4726,4	1,79
T4	1035,1	0	0	0	8681,3		4340,65	3305,55	1,25
T5	1035,1	0	37,5	3912	6667,9	3520,8	3333,95	5782,15	2,19
T6	2070,1	0	37,5	6100	9484,5	5490	4742,25	8124,65	3,08
T7	517,6	136,9	37,5	5575	9884,2	5017,5	4942,1	9267	3,52

Légende : T<sub>0</sub> (manioc), T<sub>1</sub> (manioc+maïs), T<sub>2</sub> (manioc+ (N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>)), T<sub>3</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>)), T<sub>4</sub> (manioc+ (N<sub>80</sub>P<sub>94</sub>K<sub>89,5</sub>)), T<sub>5</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>80</sub>P<sub>94</sub>K<sub>89,5</sub>)), T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>160</sub>P<sub>188</sub>K<sub>179</sub>)), T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub>P<sub>47</sub>K<sub>44,8</sub>) +biochar), Rdt : rendement et IA : Indice d'Acceptabilité



Légende : les moyennes coiffées de la même lettre ne sont pas différentes au seuil de probabilité de 5%.

**Figure 3 : Rendement en grains de maïs pendant les deux campagnes culturales en kg.ha<sup>-1</sup>**

(tableau 2). Le pH des sols sous différents traitements est resté similaire au pH du sol initial sauf pour le sol amendé au biochar (T<sub>7</sub>) pour lequel le pH a augmenté. La teneur en carbone (C) et la CEC des sols sous différents traitements ont baissé par rapport au sol initial sauf dans le sol amendé au biochar (T<sub>7</sub>) pour lequel elles ont augmenté. Les teneurs en Azote (N), Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) ont diminué dans les sols sous différents traitements par rapport au sol initial. Les teneurs en phosphore (P) assimilable et en potassium ont baissé dans les sols sous différents traitements sauf dans le traitement avec le biochar

pour lequel elles sont restées similaires à celles du sol initial. La saturation en aluminium (mAl) a diminué seulement dans le sol traité au biochar.

### 3.2. Effets sur les rendements en grains de maïs et en tubercules de manioc

#### - Effets sur le rendement en grains de maïs

L'analyse de la variance des données sur le rendement en grains de maïs pendant les deux campagnes culturales a montré des différences significatives entre les traitements (figure 3). A la première campagne, le rendement en grains le plus élevé a été

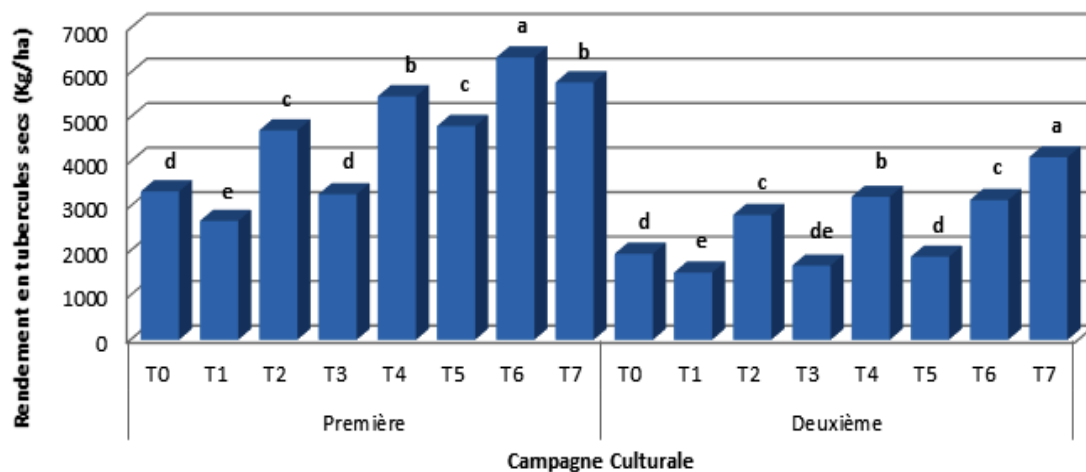


Figure 4 : Rendement en tubercules secs de manioc pendant les deux campagnes culturales en kg.ha<sup>-1</sup>

obtenu avec le traitement T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>)) alors que le traitement T<sub>1</sub> (manioc+maïs) a donné le plus faible rendement. A la deuxième campagne, le traitement T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) +biochar) a donné le meilleur rendement tandis que le rendement avec le traitement T<sub>1</sub> (manioc+maïs) est resté le plus bas.

#### - Effets sur le rendement en tubercules de manioc

L'analyse de la variance des données sur le rendement en tubercules secs de manioc a montré des différences significatives entre les traitements pendant les deux campagnes culturales. A la première campagne, le rendement le plus élevé a été obtenu avec le traitement T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>)). A la deuxième campagne, le traitement T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ (N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) +biochar) a donné le rendement le plus élevé. Les rendements les plus faibles ont été obtenus avec le traitement T<sub>1</sub> (manioc+maïs) pendant les deux campagnes.

#### 3.4. Bénéfice brut et indice d'acceptabilité des traitements étudiés

Les valeurs des Bénéfices Bruts (BB), des Indices d'Acceptabilité (IA) des traitements et des variables qui ont servi à leurs calculs sont présentées dans le tableau 4. Pour chaque système de culture (culture pure ou culture associée), les bénéfices bruts des cultures avec l'engrais minéral simple T<sub>2</sub> (manioc + N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) (BB : 3237 \$ US), T<sub>4</sub> (manioc+ N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>) (BB : 3305\$ US), T<sub>3</sub> (manioc+maïs+ N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) (BB : 4726\$ US), T<sub>5</sub> (manioc+maïs+N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>) (BB : 5782\$ US), T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>) (BB : 8124 \$ US))

ont été supérieurs à ceux des cultures sans engrais T<sub>0</sub> (manioc (BB : 2633 \$ US) et T<sub>1</sub> (manioc+maïs (BB : 3811\$ US). Le bénéfice brut du traitement combinant l'engrais minéral au biochar T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub> +biochar (BB : 9267\$ US) a été supérieur à ceux de tous les autres traitements. Les traitements sous culture pure (T<sub>2</sub> (manioc + N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) (IA : 1,23)), T<sub>4</sub> (manioc+ N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>) (IA : 1,25)) ont eu des indices d'acceptabilité compris entre 1 et 1,5 alors que ceux des traitements en association T<sub>3</sub> (manioc+maïs+ N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub>) (IA : 1,79)), T<sub>5</sub> (manioc+maïs+ N<sub>80</sub> P<sub>94</sub> K<sub>89,5</sub>) (IA : 2,19)), T<sub>6</sub> (manioc+maïs+ N<sub>160</sub> P<sub>188</sub> K<sub>179</sub>) (IA : 3,08)) et T<sub>7</sub> (manioc+maïs+ N<sub>40</sub> P<sub>47</sub> K<sub>44,8</sub> +biochar (IA : 3,52)) ont été supérieurs à 1,5 en dehors du traitement T<sub>1</sub> (manioc+maïs (IA : 1,45).

#### 4. Discussion

##### 4.1. Propriétés du sol au début de l'expérimentation

La texture sableuse du sol expérimental laisse présager une faible rétention de l'eau et des éléments minéraux qui constitueraient une contrainte pour une production agricole soutenue. Des textures semblables ont été également mentionnées par Koy (2010) et Mulaji (2011) pour les sols de Kinshasa. Le caractère acide de ce sol cause une forte rétention du phosphore, car, ce dernier se combine au fer et à l'aluminium pour former des composés très peu solubles et donc peu disponibles pour les plantes (Dabin, 1963 ; Kadiata et al., 2003). Ceci serait la cause principale de la faible teneur en phosphore assimilable dans le sol expérimental (tableau 3). Les teneurs en éléments nutritifs (N, P, K, Ca et

Mg), en C et la CEC sont faibles comparativement aux valeurs tests proposées par Landon (1991) pour les sols tropicaux. Le rapport C/N est élevé (12,3). Ceci indique que la matière organique est de bonne qualité dans ce sol (Aubert et al., 1966 ; Holland et al., 1992 et Van Engelen et al., 2006). La très faible CEC est une indication que ce sol contient de faibles réserves d'éléments nutritifs (tableau 3). Cette très faible CEC est due à la minéralogie du sol dont la fraction argileuse, très faible, est dominée par la kaolinite (phyllosilicate 1:1) avec des hydroxydes/oxydes résiduels d'Al (Al(OH)3) (Baert et al., 2009 ; Koy, 2010) et à la faible teneur en carbone (tableau 3). La saturation en aluminium de 59% est proche de la limite tolérable pour la plupart des cultures, car, selon Boyer (1976) et Landon (1991), les sols saturés à plus de 60% d'Al+3 présentent une toxicité aluminique considérable.

#### 4.2. Effet de différents traitements sur les propriétés du sol

L'augmentation du pH dans les sols amendés au biochar serait principalement due au pH initial du biochar qui était de 7,8. Cette augmentation a eu un effet sur la réduction de la saturation en Al (tableau 3). Ceci confirme les expériences de Lehmann et al. (2009) et de Schulz et al. (2012) qui ont montré que le biochar réduit le taux d'aluminium biodisponible et l'acidité des sols tropicaux. Le changement significatif du pH dans le sol sous biochar a eu des effets positifs sur la disponibilité de P (tableau 3) (Zhang et al., 2010). La diminution de la teneur en Ca et en Mg dans tous les sols par rapport au sol initial est due aux exportations et aux lixiviations (Schulz et al., 2012). L'augmentation de la CEC dans les sols sous biochar ( $T_7$ ) est en relation avec la teneur en carbone (tableau 3). Des augmentations similaires de la CEC ont été également obtenues dans les sols tropicaux au Brésil avec l'apport du biochar combiné au compost par Schulz et al. (2012) et l'apport simple du biochar par Schulz et al. (2013). Aussi, une disponibilité suffisante en carbone, apportée par le biochar, stimulerait l'activité biologique du sol en améliorant par là le cycle de l'azote, avec une moindre lixiviation des nitrates (Steiner et al., 2007; Lehman et al., 2009 ; Major et al., 2010 ; Zhang et al., 2010). Des améliorations similaires du cycle d'azote et une mineure lixiviation de nitrates ont été également obtenues par Koy (2008) avec l'utilisation de la roche silicatée broyée. Ces améliorations ont été attribuées à l'action flocculant de cations bivalents, notamment le Ca.

#### 4.3. Effet de différents traitements sur le rendement en grains du maïs

La baisse des rendements en grains de maïs observée sous différents traitements entre la première et la deuxième campagne (figure 3) est due à l'appauvrissement du sol en éléments nutritifs suite aux exportations et aux lixiviations des éléments minéraux (Schulz et al., 2012 et Schulz et al., 2013). Considérant la même dose d'engrais minéral appliquée, le  $T_3$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ )) comparé au  $T_7$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ ) +biochar), l'amendement au biochar a presque doublé le rendement en grains de maïs pendant les deux campagnes culturales. Cette augmentation de rendement serait due à l'amélioration des propriétés du sol dont la CEC, le pH, la teneur en C et la rétention en eau et en éléments minéraux (Lele et al., 2016 et Lui et al., 2012). Les rendements obtenus avec le traitement au biochar  $T_7$  à la première ( $3700 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) et à la deuxième campagne ( $1875 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) montrent que l'usage du biochar combiné à l'engrais minéral peut tripler et doubler respectivement pendant la première et la deuxième campagne le rendement en grains de maïs en cultures associées au manioc (figure 3).

#### 4.4. Effet de différents traitements sur le rendement en tubercules

Le rendement en tubercules le plus élevé obtenu avec le  $T_6$  (manioc + maïs+ ( $N_{160} P_{188} K_{179}$ )) la première année serait dû à la grande quantité d'engrais apporté et à son fractionnement en deux doses c'est-à-dire ( $N_{120} P_{141} K_{134}$ )  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  au début et ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ )  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  après 3 mois. Le rendement en tubercule le plus élevé obtenu la deuxième année avec le  $T_7$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ ) + biochar) est dû au rôle qu'a joué le biochar dans l'amélioration des propriétés du sol (tableau 3). Les rendements du manioc associé au maïs sans apport d'intrants  $T_1$  (manioc+maïs) à la première ( $2670 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) et à la deuxième campagne ( $1509,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) montrent qu'avec l'usage du biochar en combinaison avec l'engrais minéral  $T_7$  (manioc+maïs+ ( $N_{40} P_{47} K_{44,8}$ ) + biochar), on peut pratiquement doubler le rendement en tubercules secs de manioc la première ( $5783 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) et la deuxième campagne culturale ( $4101,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) dans les conditions expérimentales. Des résultats proches ont été obtenus sur sol sableux du Kongo Central (RDC) par Pieter et al., (2012). Ces auteurs ont doublé et triplé, respectivement avec l'apport simple de l'engrais minéral ( $N_{120} P_{120} K_{120}$ ) et l'apport de l'engrais minéral combiné à la biomasse

du *Chromolaena odorata*, le rendement en tubercules de manioc par rapport au sol témoin à la première campagne culturale. De même, Lele et al. (2015) qui, dans un sol sableux et acide de Kinshasa, ont également doublé avec l'apport de l'engrais minéral ( $N_{120} P_{120} K_{120}$ ) le rendement du manioc par rapport au sol témoin à la première campagne culturale. Considérant la même dose d'engrais minéral utilisé, il revient que le manioc en culture pure a produit plus des tubercules que le manioc associé au maïs (comparaison entre  $T_0$  et  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  ainsi que  $T_4$  et  $T_5$ ). Toutefois, tenant compte du bénéfice qu'on peut obtenir par unité de surface, il est avantageux de planter le manioc en association avec le maïs que de le planter en culture pure (Lele et al., 2015).

#### 4.5. Bénéfice brut et choix de traitement à diffuser en fonction de l'indice d'acceptabilité

Il convient également de noter que le bénéfice brut des traitements sous association manioc-maïs a été supérieur à celui du traitement avec le manioc en culture pure. Ceci montre que la culture associée du manioc avec le maïs est plus bénéfique que la culture pure du manioc, même si cette association se traduit par une diminution du rendement du manioc par rapport à la culture pure de ce dernier (Lele et al., 2015). Si l'on considère les valeurs des indices d'acceptabilité, les traitements  $T_5$  (manioc+maïs+  $N_{80} P_{94} K_{89,5}$  (IA : 2,19)),  $T_6$  (manioc+maïs+  $N_{160} P_{188} K_{179}$  (IA : 3,08)) et  $T_7$  (manioc+maïs+  $N_{40} P_{47} K_{44,8}$  +biochar (IA : 3,52)) devrait être adopté relativement facilement par les agriculteurs pour peu qu'ils aient accès aux intrants nécessaires. Mais, compte tenu du coût élevé des engrais chimiques, le traitement  $T_7$  seulement peut être recommandé du fait que le biochar sera produit par les paysans.

#### 5. Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré que l'apport du biochar combiné à l'engrais minéral a augmenté la teneur en C (2,04%) et la CEC (11,8Cmol/kg) par rapport au sol initial (C : 1,85% et CEC : 9,1Cmol/kg). Le traitement avec le biochar ( $T_7$ ) a permis de tripler et de doubler respectivement pendant la première et la deuxième campagne culturale le rendement en grains de maïs et de doubler celui du manioc pendant les deux campagnes par rapport aux résultats obtenus sans apport d'intrants ( $T_1$ ). Le biochar, comme amendement, a en outre réduit l'acidité et la saturation du sol en aluminium avec un effet sur

l'amélioration de la disponibilité du P. Le bénéfice brut du traitement combinant l'engrais minéral au biochar ( $T_7$ ) (BB : 9267\$ US) a été largement supérieur à ceux de tous les autres traitements (Inférieur à 8125 US). Aussi, le bénéfice brut des traitements sous association culturale a été supérieur au bénéfice brut des traitements sous culture pure. Ceci montre que la culture associée du manioc avec le maïs est plus bénéfique que la culture pure du manioc. Au regard des indices d'acceptabilité et de la possibilité de production du biochar par les paysans, le  $T_7$  (manioc+maïs+  $N_{40} P_{47} K_{44,8}$  +biochar (IA : 3,52)) devraient être recommandé et accepté facilement par les agriculteurs. Du fait que l'effet du biochar se manifeste sur plusieurs années, la réalisation d'investigations complémentaires sur plusieurs cycles de culture (10 ans ou plus) s'avère nécessaire pour confirmer l'intérêt que présente l'incorporation de biochar dans le sol sur le long terme.

#### Références

- Anderson, J.M. and Ingram, J.S. (1993).** Tropical soil biology and fertility: handbook of methods. Second edition. CAB International, Wallingford, UK.
- Aubert, G. et Segalen, P. (1966). Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, IV, 4: 97-112.
- Baert, G., Van Ranst, E., Ngongo, M.L., Kasongo, E., Verdoodt, A., Mujinya, B. et Mukalayal, J.M. (2009).** Guide des sols en République Démocratique du Congo. *Description et données physico-chimiques de profils types*. Gent, Belgique : (Universiteit Gent.4)
- Boyer, J. (1982).** Les sols ferrallitiques. Tome X : facteurs de fertilité et utilisation des sols. *Initiations-Documentations Techniques* N° 52, ORSTOM, Paris, France.
- Baert, G., Embrechts, M., De Dapper et Mapaka, M. (1991).** Cartographie des Sols, évaluation des terres. Feuille de Kinshasa. *Etude de la reconnaissance au 200.000ème. Texte explicatif* n°7. Région : Kinshasa, Sous-région: Lukaya, Cataractes. Université de l'Etat de Gand (ITC).
- Buondonno, H.O., Rashad, A.A. and Coppola, E. (1995).** Comparing tests for soil fertility: the hydrogen peroxide/sulphuric acid treatment as an alternative to the copper/selenium catalysed digestion process for routine determination of soil nitrogen-kjeldahl, *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 26, 1607-1619.

- Cayuela, M.L., Monedero, M., Roig, A., Hanley, K., Enders, A. and Lehmann, J. (2013).** Biochar and denitrification in soils: when, how much and why does biochar reduce N<sub>2</sub>O emissions? *Scientific Reports* 3, 1732p
- Chianu, J.N., Akintola, J.O. and Kormawa, P.M. (2005).** Profitability of cassava-maize production under different fallow systems and land-use intensities in the derived savanna of southwest Nigeria. *Exp. Agric.* 38:51–63.
- Dabin, B. (1963).** Appréciation des besoins en phosphore dans les sols de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTROM., Série Pédologie*, 3: 27-42.
- Dabin, B. (1984).** Les sols acides tropicaux. *Cahier ORSTOM, Serie Pédologie*, 21, 7-19.
- Guerena, D., Lehmann, J., Hanley, K., Enders, A., Hyland, C. and Riha, S. (2013).** Nitrogen dynamics following field application of biochar in a temperate North American maize-based production system. *Plant and Soil* 365: 239-254.
- Holland, M.D., Allen, R.K.G., Campbell, K., Grimble, R.J. and Stickings, J.C. (1992).** Natural and human resource studies and land use options, Department of Nyong and So'o, Cameroon. *Chatham, UK: Natural Resources Institute.*
- Jama, B., Palm, C.A., Buresh, R.J., Niang, A.I., Gachengo, C. et Nziguheba, G. (2000).** Tithonia as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49: 201-221.
- Joseph, S.D., Camps-Arbestain, M., Lin, Y., Munroe, P., Chia, C.H., Hook, J., van Zwieten, L., Kimber, S., Cowie, A., Singh, B.P., Lehmann, J., Foidl, N., Smernik, R.J. and Amonette, J.E. (2010).** An investigation into the reactions of biochar in soil. *Australian Journal of Soil Research* 48: 501–515
- Kadiata, B.D. and Lumpungu, K. (2003).** Differential phosphorus uptake and use efficiency among selected nitrogen-fixing tree legumes over time. *Journal of plant nutrition*, 26: 1009-1022.
- Kimetu, J.M. and Lehmann, J. (2010).** Stability and stabilization of biochar and green manure in: soil with different organic carbon contents. *Australian Journal of Soil Research* : 48: 577–585
- Koy, R. (2010).** Amélioration de la qualité des sols sableux du plateau des Batéké (RD Congo) par application des matériels géologiques et des déchets organiques industriels locaux. *Thèse de doctorat, Sciences de la Terre*, Université de Gent (Belgique). 361p.
- Landon, J.R. (1991).** Booker tropical soil manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. Harlow, UK : *Longman Scientific and Technical*.15)
- Lui, J., Schulz, H., Brandl, S., Miehtke, H., Huwe, B. and Glaser, B. (2012).** Short-term effect of biochar and compost on soil fertility and water status of a Dystric Cambisol in NE Germany under field conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol 175(5): 698-707.
- Lehmann, J., Joseph, S. (2009).** Biochar for Environmental Management: An Introduction. Earthscan, Dunstan House, 14a St Cross Street, London, EC1N 8XA, UK, 449p
- Lele, B., Lejoly, J. et Kachaka, C. (2016).** Effet de l'application d'engrais minéral complet NPK et de biochar sur les performances de la culture pure du manioc et de l'association manioc - maïs dans les conditions du plateau des Batéké/République Démocratique du Congo (RDC), *Tropicultura*. 34(1) : 47-55
- Lele, B.N., Kachaka, S.C. et Léjoly, J. (2015).** Effet de la fertilisation minérale, de l'étagage du manioc et des légumineuses à graines sur le rendement du manioc en culture associée et sur les propriétés d'un Arénoferralsols à Kinshasa/RDC. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 4 : 46-57
- Lele, Nyami, B., Kachaka, Sudi, C. et Lejoly, J. (2016).** Effet du biochar et des feuilles de Tithonia diversifolia combiné à l'engrais minéral sur la culture du maïs (*Zea mays* L.) et les propriétés d'un sol ferrallitique à Kinshasa (RDC). *BASE*. 20(1) : 57-67.
- Lumpungu, K. (2008).** Rapport final sur le système national de recherche agronomique en République Démocratique du Congo. Analyse de la situation. pp. 8-9
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S. and Lehmann, J. (2010).** Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, 333: 117-128.
- Marcelino, V. (1995).** Characteristics and genesis of sandy soils of Lower Congo, *Ph.D.Thesis in Earth Sciences*, Ghent University, Belgium.
- Mulaji, C. (2011).** Utilisation des composts de

biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la Province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). *Thèse de doctorat. Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech/Belgique*. 219p

**Muna-Mucheru, M., Mugendi, D., Kung'u, J., Mugwe, J. et Bationo, A. (2007)**. Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District, Kenya, *Agroforestry Systems*, 69 : 189-197.

**Oleszczuk, P., Hale, S., Lehmann, J., Cornelissen, G. (2012)**. Activated carbon and biochar amendments decrease pore-water concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sewage sludge. *Bioresource Technology* 111: 84–91

**Pieter, P., Bimponda, W., Lodi-Lama, J.P., Lele, B., Mulumba, R., Kachaka, C., Boeckx, P., Merckx, R. and Vanlauwe, B. (2012)**. Combining mineral fertilizer and green manure for increased, profitable Cassava Production Cassava production. *Agronomy Journal*: Volume 104, Issue I, 178-187

**Ruganzu, V. (2009)**. Potentiel d'amélioration de la fertilité des sols acides par l'apport de biomasses végétales naturelles fraîches combinées à du travertin au Rwanda, *Thèse de doctorat, Gembloux Agro BioTech/ Université de Liège*, 215p.

**Schulz, H. and Glaser, B. (2012)**. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 175(3): 410–422.

**Schulz, H., Dunst, G. and Glaser, B. (2013)**. Positive effects of composted biochar on plant growth and soil fertility. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4): 817-827

**Serpantié, G. (2009)**. L'agriculture de conservation à la croisée des chemins (Afrique, Madagascar). *La revue en sciences de l'environnement*, Volume 9(3) : 25-34.

**Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls,**

**T., Macedo, J.L.V., Blum, WEH and Zech, W. (2007)**. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil* 291: 275-290.

**Uyo, Ybesere, E.O. and Elemo, K.A. (2000)**. Effect of inorganic fertilizer and foliage of Azadirachta and Parkia species on the productivity of early maize, *Nigerian Journal of Soil Research*, 1, 17-22.

**Van Den, Berghe, C., Theeten, D. and Totognon, J. (1990)**. Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferralitic soil in southern Benin Economic Analysis. *Tropicultura* 8:3-8.

**Van Engelen, V., Verdoodt, A., Dijkshoorn, K. and Van Ranst, E. (2006)**. Soil and Terrain Database of Central Africa - DR Congo, Burundi and Rwanda. *SOTERCAF*, Version 1.0. ISRIC-UGent-FAO.

**Vanlauwe, B., Titttonell, P. and Mukalama, J. (2006)**. Within-farm soil fertility gradients affect response of maize to fertiliser application in western Kenya. *Nutr. Cycling Agroecosyst.*, 76 : 171-182.

**Whitman, T., Nicholson, C.F., Torres, D., and Lehmann, J. (2011)**. Climate change impact of a biochar cook stove in western Kenyan farm households: system dynamics model analysis. *Environmental Science and Technology*, 45(8): 3687-3694.

**Whitman, T., Scholz, S. and Lehmann, J. (2010)**. Biochar projects for mitigating climate change: an investigation of critical methodology issues for carbon accounting. *Carbon Management* 1: 89-107.

**Woolf, D., Amonette, J.E., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J. and Joseph, S. (2010)**. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* 1: 56. (climatechange.cornell.edu/soil-biogeochemistry-and-soil-fertility-management).

**Zhang, W., Niu, J., Morales, V.L., Chen, X., Hay, A.G., Lehmann, J. and Steenhuis, T.S. (2010)**. Transport and retention of biochar particles in porous media: effect of pH, ionic strength, and particle size. *Ecohydrology*, 3: 497-508.

## Dynamique spatio-temporelle des systèmes agroforestiers dans la réserve forestière de Baleng et ses environs, Région de l'Ouest-Cameroun

Kuété Fogang M.<sup>1</sup>, Fogaing J.R.<sup>2</sup>, Kana C.<sup>3</sup> et Ngouanet C.<sup>4</sup>

(1) Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Cameroun /e-mail : marcien.kuete@yahoo.fr

(2) Ministère des forêts et de la Faune, Cameroun

(3) Département de Géographie Aménagement et Environnement, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines; Université de Dschang, Cameroun

(4) Institut National de la Cartographie (INC), Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550362>

### Résumé

La présente étude a été réalisée dans la réserve forestière de Baleng et ses environs dans la Région de l'Ouest-Cameroun. L'objectif est de contribuer à l'étude de la dynamique des systèmes agroforestiers dans la réserve et les agrosystèmes l'environnant au fil du temps. Les données d'enquêtes de terrain couplées aux données de télédétection de haute à très haute résolution spatiale de Landsat (1980, 2003, 2016), SPOT 6 (2014) et les photographies aériennes (1983) ont permis de cartographier et caractériser les systèmes agroforestiers dans les environs de la réserve entre 1983 et 2016. L'exploitation d'images Landsat et SPOT 6 fusionnée au Modèle Numérique de Terrain (MNT), dans les Systèmes d'Information Géographique ont permis l'identification des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie. Les résultats de l'occupation du sol montrent, entre 1980 et 2016, une évolution continue des surfaces cultivées (de 35,4 à 52,1%) et des habitations au détriment des surfaces forestières

(qui sont passées de 52,1% à 21,5%). L'analyse montre que les systèmes agroforestiers se sont diversifiés avec le temps. Il est relevé une utilisation du sol dominée dans les années 1980 par les jardins de case, le bocage et les reliques de forêts/savanes naturelles. Cette diversité paysagère se caractérise en 2016 par des cultures sous couverts arborées et des champs complantés d'arbres. La présence de la réserve influence la composition des agrosystèmes environnants; bien que les systèmes agroforestiers soient hétérogènes dans l'espace, on note tout de même une abondance relative d'espèces ligneuses inférieure dans la zone sous influence de la réserve située dans une zone tampon de 1 000 m par rapport à la zone sans influence située à 1500 m. Au-delà de servir de base d'informations utiles aux gestionnaires pour les interventions, cette étude met en exergue le caractère particulier de la gestion participative de la réserve, susceptible d'être promue comme une stratégie de création des futures réserves forestières.

**Mots clés :** Télédétection; dynamique ; occupation du sol; système agroforestier; espèce agroforestière, gestion participative; Région de l'Ouest-Cameroun

### Abstract

The present study was carried out in the Baleng Forest Reserve and its surroundings in the West Region of Cameroon. The objective is to contribute to the study of the dynamics of agroforestry systems in the reserve and its surrounding agrosystems over time. Field survey data coupled with high to very high spatial resolution remote sensing data from Landsat (1980, 2003, 2016), SPOT 6 (2014) and aerial photographs (1983) were used to map and characterise agroforestry systems in the vicinity of the reserve between 1983 and 2016. The exploitation of Landsat and SPOT 6 images merged with the Digital Terrain Model (DTM), in Geographic Information Systems allowed the identification of favourable areas for agroforestry development. The results

of the land use show, between 1980 and 2016, a continuous evolution of cultivated areas (35.4% to 52.1%) and housing at the expense of forest areas (which have decreased from 52.1% to 21.5%). The analysis shows that agroforestry systems have diversified over time. It is noted that agroforestry land use was dominated in the 1980s by hut gardens, hedgerows and relics of natural forests/savannas. This landscape diversity is characterised in 2016 by undergrowth of trees and fields planted with trees. The presence of the reserve influences the composition of the surrounding agrosystems; although the agroforestry systems are spatially heterogeneous, the relative abundance of woody species is lower in the area under the influence of the reserve located in a buffer zone



of 1000 m than in the non-influenced area located at 1500 m. In addition to serving as a basis of useful information for managers for interventions, this study highlights the

particular character of the participatory management of the reserve, which could be promoted as a strategy for the creation of future forest reserves.

**Keywords :** Remote sensing, dynamics, land use, agroforestry system, agroforestry species, participatory management; West Region of Cameroon

## 1. Introduction

Le Cameroun compte une variété d'aires protégées parmi lesquelles les parcs nationaux, les réserves forestières et les sanctuaires (Tabopda, 2009 ; Angu et al., 2010). Ces espaces regorgent de nombreuses ressources qui, face aux exigences internationales et nationales doivent se gérer durablement. Selon Boussaid (2017), cette vision cadre avec le Plan stratégique pour la diversité biologique pour la période 2011-2020. Ainsi, les grands débats internationaux se focalisent de plus en plus sur une bonne gestion forestière comme piste viable d'atténuation des effets des changements climatiques (UNDP, 2013; GIEC, 2014). L'utilisation des terres forestières apparaît désormais comme indicateur essentiel dans la modélisation intégrée et l'évaluation des problèmes environnementaux en général (UNDP, 2011). En effet, les changements d'affectation des terres et de foresterie (agriculture, déboisement et dégradation des sols) contribuent à 31% aux émissions mondiales de gaz à effet de serre dus aux pratiques agricoles non durables (FEM, 2012) ; d'où la nécessité de promouvoir les activités agricoles durables autour des aires protégées. Dans ce sillage, les études sur les dynamiques des Systèmes Agroforestiers (SAFs) sont reconnues comme étant l'une des portes d'entrée pour l'étude des systèmes ruraux car, l'agroforesterie est considérée comme un système durable d'utilisation des terres qui dans certains pays, a contribué à réduire la dépendance des agriculteurs aux ressources des aires protégées (Aumeeruddy, 1993 ; Balny et al., 2015). Les données sur les dynamiques des SAFs sont nécessaires pour toute réflexion stratégique sur le développement des cultures et la contribution de celles-ci à la réduction de la déforestation ou de la dégradation forestière.

Le Cameroun, deuxième en termes de superficie forestière du Bassin du Congo (WRI, 2006) connaît comme tous les autres pays, les problèmes de déforestation et de dégradation forestière. La Réserve Forestière de Baleng (RFB) a été créée en 1934 par le Haut-Commissaire de la République Française au Cameroun. Les moyens dissuasifs et répressifs (sanctions pécuniaires, sévices physiques et même des privations de libertés aux contrevenants) ont permis pendant longtemps à l'administration forestière de préserver

l'intégrité physique de cet espace pourtant situé dans un environnement densément peuplé (en moyenne 123,8 habitants/km<sup>2</sup> (BUCREP, 2010)). L'affaiblissement des moyens d'intervention de l'Etat, consécutive à la crise économique de la fin des années 1980, va entraîner un envahissement quasi-général des populations riveraines, à la recherche du bois et des terres cultivables. Dans un sursaut de sauvetage, les pouvoirs publics optent, dès 2003 pour la mise sur pied d'un Comité de Gestion Participative associant les communautés riveraines. L'objectif visé est de réhabiliter cette réserve qui constitue le principal puits de carbone de la zone et fournit aussi un certain nombre de fonctions et services éco systémiques (lieu de repos et communication avec les divinités, matériau pour la sculpture et la pharmacopée traditionnelle, etc). Cette préservation vise un intérêt d'autant plus global qu'il cadre avec la problématique des changements climatiques. Toutefois, selon Njiaghait (2013), la RFB a perdu 27 ha de sa superficie boisée en 25 ans (1988-2013), principalement à cause de la coupe frauduleuse du bois qui rend le reboisement difficile. Malgré les mesures de conservation mises sur pied, la superficie boisée continue de décroître et on peut s'interroger sur le mode de gestion de l'espace autour de la RFB, sur la disponibilité des données de l'occupation du sol notamment celles sur les pratiques agraires influençant sur la RFB.

Dans son document de Stratégie Nationale de Développement (SND, 2020), le Cameroun projette la réduction de la pauvreté à un niveau socialement acceptable, le renforcement des mesures d'adaptations et d'atténuations des effets des changements climatiques et la gestion environnementale afin de garantir une croissance économique et un développement social durable et inclusif qui va en droite ligne avec les Objectifs de Développement Durable (ODD) 13 et 15. C'est ainsi que tout en misant sur l'accroissement de la productivité et de la compétitivité des produits agrosylvo-pastoraux, le pays reconnaît l'importance de la bonne gestion des ressources naturelles; Pour cela, il envisage une meilleure connaissance et exploitation durable des sols par des pratiques responsables. Une meilleure connaissance de la configuration du paysage agroforestier dans la RFB et ses environs et de son

évolution grâce aux outils de la télédétection spatiale permettra d'identifier les zones favorables pour le développement de l'agroforesterie et de là, améliorer l'impact de la planification. Ainsi donc, cette étude a pour objectif de contribuer à l'étude de la dynamique d'occupation et d'utilisation agroforestière des terres dans la RFB et ses environs. Les données ont été collectées dans le cadre de la mise en œuvre du projet Dynamique des Contacts Forêts Savanes (DYCOFOS) et dont ladite réserve est l'un des sites d'études afin de comprendre la dynamique des SAFs dans la RFB et les agrosystèmes l'environnant au fil du temps, de cerner les facteurs de cette évolution et d'appréhender le mode de gestion de l'espace par les populations environnantes.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

La réserve de Baleng est située dans le village éponyme, administrativement rattaché à l'Arrondissement de Bafoussam 2, entre 10°24'10" et 10°25'33" de longitude Est et 5°32'8" et 5°33'13" de latitude Nord (figure 1). Au plan naturel, la zone abrite un lac de cratère, mise en place lors des grands épisodes volcaniques du Tertiaire (Geze, 1943). La place de ce lac dans les récits oraux de cosmogonie des communautés riveraines

aurait très tôt justifié sa consécration comme lieu de culte aux divinités. Aux abords fut alors établie une forêt sacrée, préservée de toute incursion. Celle-ci sera transformée en réserve naturelle par l'administration coloniale en 1932, dans un environ où les reliques forestières se font plutôt rares, du fait de la forte pression humaine. En effet, Baleng est situé au cœur du territoire Bamiléké, où l'habitat rural dispersé dans des bocages renferme des densités humaines parmi les plus élevées du Cameroun (plus de 120 hbts/km<sup>2</sup>). En plus, Baleng se trouve aujourd'hui dans la périphérie de la métropole régionale de Bafoussam dont le poids démographique est croissant (de 62 239 en 1976 à 112 681 en 1987, puis 239 287 en 2005 (BUCREP, 2010). Il s'en suit une absorption progressive de l'espace rural par la tâche urbaine, et une extension du domaine vivrier en réponse à la demande urbaine. C'est dans ce contexte marqué par de fortes pressions sur l'espace que s'inscrit la dynamique des systèmes agroforestiers autour de la réserve forestière de Baleng.

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Traitement des données

Les images satellitaires Landsat 3, 7 et 8 avec pour capteurs MSS, ETM+ et OLI TIRS respectivement, ont été utilisées pour l'analyse de l'occupation du sol en 1980, 2003 et 2016. Ces données ont été téléchargées sur le site de l'USGS (United State Geological Survey)

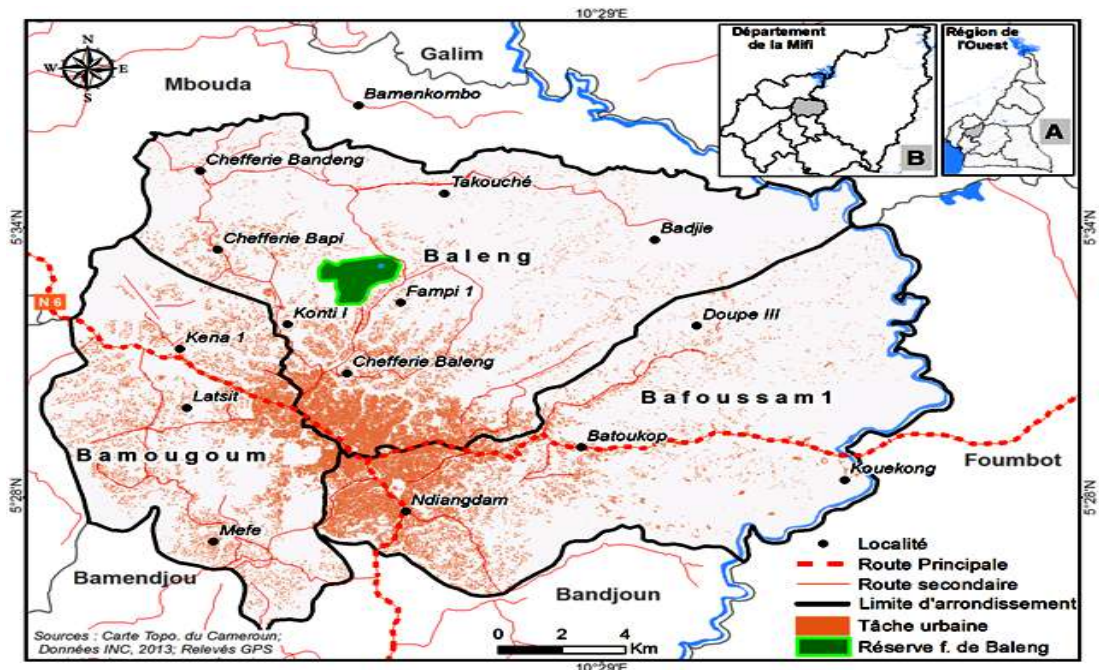


Figure 1 : Localisation de la RFB et présentation des zones de collecte

et ont l'avantage d'être ortho rectifiées. D'une résolution spatiale de 30 m (bandes multi spectrales) et de 15 m (bande panchromatique), la projection est celle de Mercator (UTM). La classification supervisée par maximum de vraisemblance a été réalisée pour ressortir les différentes classes d'occupations du sol. Elle permet de classer les pixels inconnus en calculant pour chacune des classes la probabilité afin que le pixel tombe dans la classe qui a la plus forte probabilité. En effet, si le seuil escompté n'est pas atteint, le pixel est classé inconnu. La matrice de confusion et l'indice de Kappa ont permis d'évaluer et de valider la classification; car selon Landis et Koch (1977), cet indice est excellent quand il est égal à 0,81; bon quand il est compris entre 0,80-0,61 ; modéré quand il est compris entre 0,60-0,21; mauvais quand il est compris entre 0,20-0,0 et très mauvais quand il est inférieur à 0,0.

### **2.2.2. Caractérisation de la dynamique agroforestière par télédétection et évaluation de la diversité des systèmes**

Deux sources de données de télédétection ont été utilisées. D'abord, les photographies aériennes de 1983 provenant du Centre de Télédétection et de Cartographie Forestière (CETELCAF), d'une échelle de 1/ 20 000. L'analyse a consisté en la photo-interprétation grâce au logiciel ILWIS qui a permis la visualisation en trois dimensions en utilisant un screenscops et les lunettes anaglyphes. Les photographies sont par la suite mosaïquées afin de ressortir les traits marquants du paysage. En second lieu, l'image satellitaire SPOT6 de 2014, acquise dans le cadre du projet GEOFORAFRI qui a pour but de mettre à disposition des données satellites et renforcer les capacités d'analyse et d'action des acteurs de terrain africains a été utilisée ; la résolution des bandes est de 6 m et 1,5 m respectivement pour les multi spectrales et la panchromatique. Une grille de 4 ha par cellule a été réalisée et le traitement de l'image satellitaire SPOT 6 a permis d'effectuer la cartographie des pratiques agroforestières et l'évaluation de la diversité des ligneux dans deux zones principales dont celle sous l'influence de la RFB située dans un rayon de 1 000 m autour de la RFB et celle sans influence de la RFB situé dans un rayon de 1 500 m; ainsi, la bande panchromatique et celles multi spectrales ont été fusionnées par traitement à amélioration visuelle grâce à l'algorithme « color normalised (brovey) » du logiciel Envi pour obtenir un produit de 2,5 m de résolution afin de permettre la

visualisation des arbres sur l'image et la sélection des transects d'inventaires pour la diversité des ligneux sur le terrain de manière à évaluer si l'influence de la réserve sur les paysages agroforestiers environnants est inversement proportionnelle à la distance.

### **2.2.3. Identification des facteurs de la dynamique des SAFs**

Un questionnaire et un guide d'entretien ont été administrés aux délégations sectorielles et structures d'agriculture et de foresterie de la zone et à une population (de plus de 40 ans) à travers un échantillonnage aléatoire. 70 questionnaires ont été administrés dans les localités riveraines de la RFB notamment à Konti et à Fampie. Pour l'étude des agrosystèmes, l'approche physionomique ou qualitative a permis de qualifier certaines parcelles à travers les observations de terrain.

### **2.2.4. Détermination des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie**

Les activités humaines sont dépendantes des facteurs environnementaux du milieu que sont le climat, les sols et la topographie. La génération de la carte des pentes grâce au Modèle Numérique de Terrain (MNT) a permis de déterminer les différentes élévations de la zone ; Quatre classes de pente ont été générées : les pentes insensibles et faibles (0-10%), les pentes moyennes (11-20%), les pentes fortes (21-39%) et les pentes très fortes (40-68%). Ces données couplées aux classes d'intérêts de l'occupation des sols (zones à emprise agricole) et aussi d'autres critères (superficie des unités d'occupation du sol, distance par rapport aux cours d'eau) ont permis d'identifier les zones favorables pour l'optimisation des services d'approvisionnement et de régulation dans les environs de la réserve. Les critères suivants ont été retenus pour les zones favorables à l'optimisation des services d'approvisionnement : (1) la zone doit être située au niveau des zones de cultures, des savanes arborées et arbustives (arbres complantés dans les champs) car elles sont à emprise agricole ; plus précisément au niveau des cultures et jachères de superficie supérieure ou égale à 5 ha et des savanes arborées dont la superficie est supérieure à 30 ha; (2) la zone doit être à 100 m des cours d'eau pour une exclusion de la végétation de vallée ; (3) la pente en cette zone doit être moyenne ; deux zones sont ainsi distingués, les zones très favorables (au niveau des zones de culture et de jachère) et les zones peu favorables (au niveau des champs complantés d'arbres ou savanes arborées).

### 3. Résultats

#### 3.1. Caractérisation des systèmes agroforestiers dans la réserve et ses environs au fil du temps

##### 3.1.1. Analyse de l'occupation du sol entre 1980 et 2016

Il ressort du tableau 1 que la situation de l'occupation du sol en 1980 de la zone couverte par l'étude se résume en 52,1% de végétation ligneuse dense, soit 6 356,7 ha ; suivi de 35,4% de cultures et savanes et de 12% pour les sols nus, soit 4 320,3 ha et 1 474,2 ha respectivement. En 1980, la RFB au centre de la zone d'étude est dominée presque entièrement par la forêt. La situation en 2003 est marquée par une baisse de 29% dans la classe forêt ; l'occupation du sol est dominée par les zones de culture et de savanes avec 49,8% (6 072,9 ha), suivi de 26,2% (3 203,6 ha) pour la végétation ligneuse dense et de 22,8% pour les sols nus (2 789,6 ha) ; une déforestation est observée au niveau Centre et Sud-Est de la réserve. Les figures 2a, 2b et 2c illustrent les formes d'occupation du sol en 1980, 2003 et 2016.

L'année 2016 est caractérisée par une domination continue des zones de cultures et de savanes

qui passent ainsi de 49% à 52,1 % (6 357,7 ha) de l'occupation du sol entre 2003 et 2016 ; 21,5% (2 628,2 ha) pour la végétation ligneuse dense et 22,5% (2 746,1 ha) pour les sols nus. Si le côté Est de la réserve a été reboisé, le côté Sud et Centre constituent les nouveaux fronts de déforestation. Il est noté également la pression anthropique qui s'est accentuée avec les bâtis qui passent de 111 à 441 ha entre 2003 et 2016.

##### 3.1.2. Cartographie évolutive des systèmes agroforestiers dans la réserve et de ses environs

Il ressort de l'analyse des photographies aériennes de 1983 que la RFB était encore couverte d'une végétation forestière dense et continue (figure 3). Une forte dominance des SAFs traditionnels tels que les jardins de case et un paysage de bocage dans les zones habitées est observée. Il faut noter également la disposition des arbres de manière linéaire qui jouent le rôle de clôture et de brise vent ; ces systèmes linéaires représentés ont une longueur considérable (s'étendant sur plusieurs mètres). La plantation

Tableau 1 : Superficies et proportion des types d'occupation des terres dans la RFB et ses environs en 1980, 2003 et 2016

Forme d'occupation des terres \ Superficie (ha)	Superficie en 1980	Superficie en 2003	Superficie en 2016	Superficie gagnée / perdue entre 1980 et 2003	Superficie gagnée / perdue entre 2003 et 2016
Végétation ligneuse dense	6 356,72	3 203,61	2 628,22	-3 153,11	-575,39
Savanes et cultures	4 320,32	6 072,90	6 357,79	1 752,58	284,89
Sols nus	1 474,20	2 789,68	2 746,19	1 315,48	-43,49
Bâtis	29,34	111,01	441,03	81,67	330,02
Eau	9,09	11,93	15,91	2,84	3,98

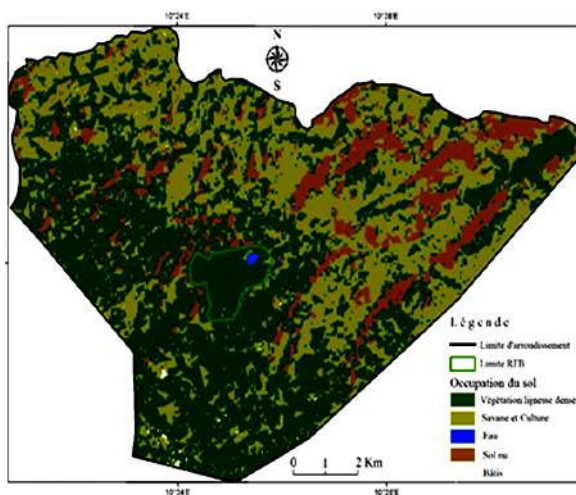


Figure 2a: Formes d'occupation du sol en 1980

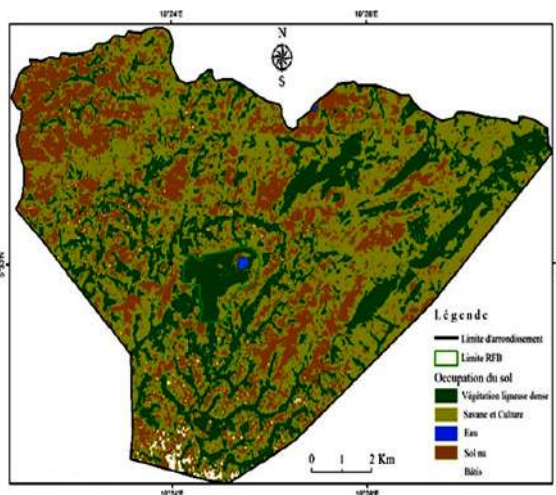
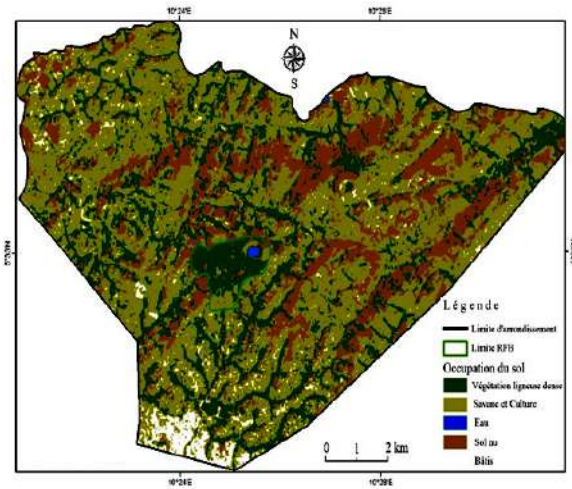


Figure 2b: Formes d'occupation du sol en 2003



**Figure 2c: Formes d’occupation du sol en 2016**

forestière la plus importante en termes de superficie se trouvant au sud de la zone d’étude (Lafé 1). Dans l’ensemble, les pratiques développées aux alentours directs de la réserve à cette date sont plus agricoles qu’agroforestières. En 2016, l’exploitation de deux classes d’occupation du sol (végétation ligneuse dense et savanes arborées) a permis de décliner plusieurs autres types d’utilisation des terres (tableau 2 et 3).

Ainsi, les classes de végétation ont permis de distinguer d’abord la végétation ligneuse dense constituée de reliques de forêts naturelles, les boisements denses d’eucalyptus et de bois sacrés, une végétation de vallée largement dominée par les raphias et eucalyptus. Ensuite, les savanes arborées représentées par les champs complantés d’arbres de densité moyenne et faible (photo 1 et 2).

L’analyse de l’évolution des SAFs entre 1983 et 2016 illustre la dynamique au niveau des différentes

classes. Il s’agit d’une augmentation des bâtis en corrélation avec une croissance démographique importante avec des répercussions sur les types d’utilisation des terres. Le tableau 3 établit la correspondance entre les termes utilisés pour nos séries temporelles.

Il ressort du tableau 3 que, l’extension urbaine s’est faite au détriment des SAFs traditionnels de bocage et de jardins de case au niveau des zones densément peuplées notamment la partie Sud. En ce qui concerne les brises vents ou les haies vives, elles restent assez présentes dans le paysage tout en étant utiles pour la délimitation des exploitations agricoles et des limites de concessions. Il s’agit d’un système linéaire dont l’évolution bien que difficile à évaluer, demeure un trait marquant du paysage vu le rôle important joué par ce dernier. Il y a eu également un développement de petites plantations forestières et de champs à très forte densité d’arbres (peuplements denses d’eucalyptus). Cependant la périphérie directe de la RFB n’en sont pas assez pourvus alors que ces zones regorgent le plus d’espaces avec une densité de population moins élevée. Les reliques de savanes

**Tableau 2 : Statistiques de classification de l’image SPOT 6**

Classes	Superficies (ha)	Pourcentages des classes
Végétation ligneuse dense	1 092	12
Savanes arborées	5965	65,5
Cultures et Jachères	670	7,5
Sols nus	980	10,7
Lac	10	0,1
Bâtis	382	4,2
Total	9 099	100



**Photo 1 : Champ complanté d’arbres autour de la RFB**



**Photo 2 : Boisement dense de jeunes eucalyptus**

naturelles, suite à la forte pression anthropique et à la demande grandissante en terres cultivables, ont progressivement laissé place aux cultures sous couverts arborées et aux champs complantés d'arbres. La situation du couvert forestier qui a subi des dégradations progressives au fil du temps est aussi mise en évidence ; cela est perceptible à travers la présence de nombreux sols nus dans la RFB et ses environs. Le comité de gestion participative mis sur pied semble avoir stabilisé ce processus même si quelques fois de nouveaux fronts de dégradations sont observés. Les figures 3a et 3b illustrent l'évolution paysagère des SAFs dans la RFB et ses environs en 1983 et 2016.

### 3.1.3. Diversité des ligneux dans les systèmes

Il en ressort de la figure 4 que six espèces ligneuses à dominance fruitière sont recensées dans le premier transect situé dans la zone sous influence de la RFB contre douze espèces dans le second situé dans la zone sans influence de la RFB. Dans le transect 1, l'espèce majoritaire est *persea americana* avec une abondance relative de 39%. Elle est suivie de *Dacryodes edulis*, *Mangifera indica* et *Psidium guajava* qui ont toutes une abondance de 14%. Dans le deuxième transect, *Eucalyptus sp* et *Elaies guinensis* ont une abondance relative plus importante de 18% pour chacune. Les observations des transects beaucoup plus importants le long des routes montrent que la densité des

arbres n'est pas la même selon ces deux zones ; mais la présence des arbres fruitiers marquent déjà une volonté de plantation des arbres. Toutefois, la plantation de l'eucalyptus reste faible dans cette zone de pratiques sous influence de la RFB car la majorité

Tableau 3 : Tableau de correspondance des séries temporelles

Occupation des sols	1983	2016
Végétation ligneuse dense	- Reliques de forêts naturelles - Boisements denses d'eucalyptus - Bois sacrés	- Reliques de forêts naturelles - Boisements denses d'eucalyptus - Bois sacrés
Savanes arborées	Reliques de savanes naturelles	- Champs complantés d'arbres - Cultures agricoles sous couverts arborées (CASCA)
Cultures et Jachères	Cultures et Jachères + Sols nus	Cultures et Jachères
Sols nus		Sols nus
Lac	Lac	Lac
Bâtis	Zone urbaine	Bâtis

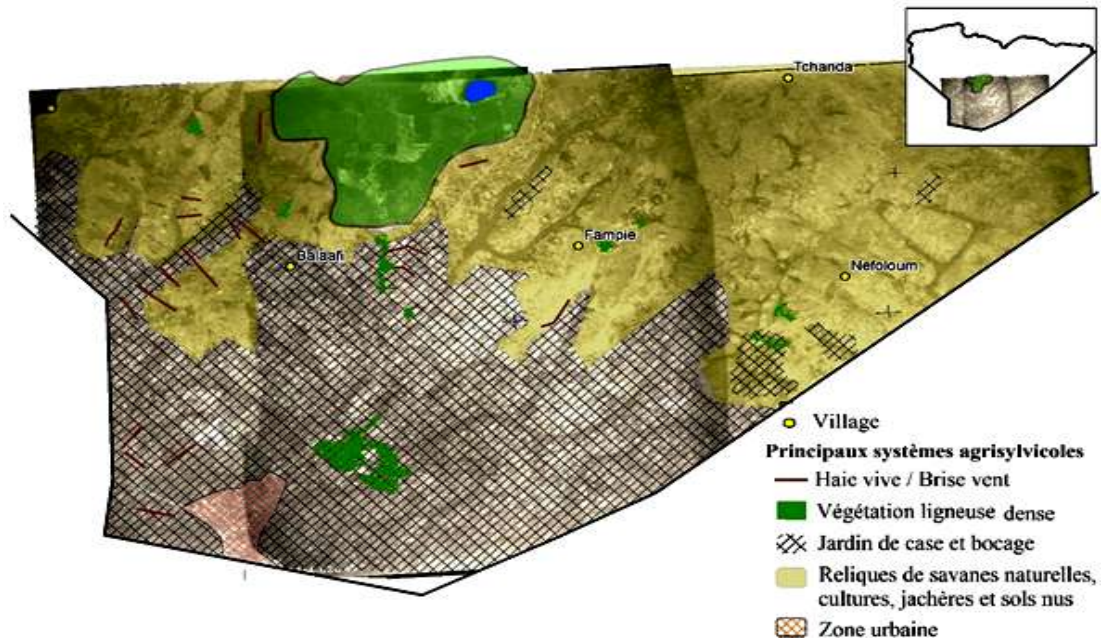


Figure 3a : Utilisation agro sylvicole du sol autour de la RFB et ses environs en 1983

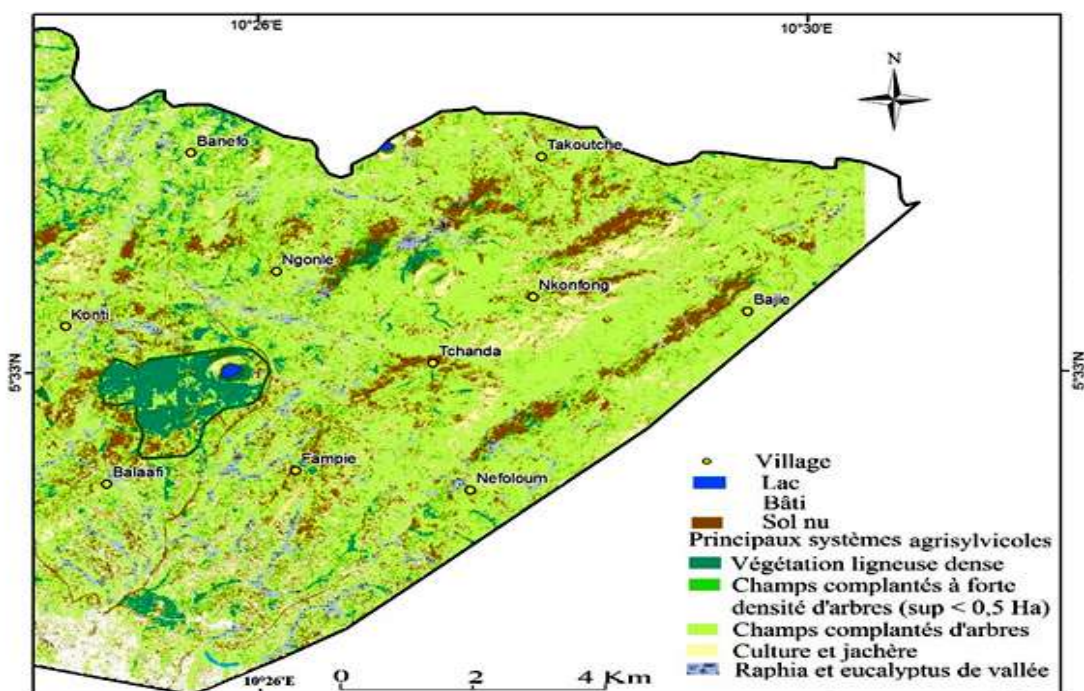


Figure 3b : Utilisation agro sylvicole du sol autour de la RFB et ses environs en 2016

de la population riveraine fait du ramassage du bois dans la réserve. Cette dépendance vis-à-vis de la RFB serait à l'origine de la faible diversité des espèces dans les agrosystèmes qui lui sont riveraines.

La figure 4 montre que les environs de la RFB ne sont pas suffisamment exploités. En termes de densité et de diversité d'espèces ligneuses recensées dans les transects, la zone sous influence de la RFB est sous exploitée par rapport à la zone sans influence de la RFB, pourtant ces deux zones ont les densités de population presque similaires. Il serait difficile de confirmer radicalement l'hypothèse selon laquelle, les populations ont développé un rythme basé sur l'exploitation de la ressource se retrouvant dans la réserve. En effet, il est observé une présence des arbres quoique sélective dans leurs champs dont l'émondage de ceux-ci couplé au simple ramassage dans la réserve pourrait satisfaire les besoins en bois de feu. Ainsi, les coupes spontanées ou sauvages sont principalement destinées au marché noir pour l'extraction des planches et autres.

### 3.2. Facteurs de la dynamique des pratiques agroforestières

En dehors de la pression démographique et foncière tels que révélées par l'analyse de l'occupation/

utilisation des terres, les facteurs de la dynamique des SAFs à Baleng sont aussi l'œuvre des différentes administrations et des structures ayant une influence sur l'agroforesterie et l'action paysanne qui promeuvent la plantation d'arbres.

Il s'agit des opérations de reboisements de nature forestière ou agroforestière qui ont eu lieu dans la réserve et ses environs au fil du temps et qui participent de l'évolution du couvert végétal. Ces opérations ont toujours été faites en régis au sein de la RFB et en dehors par les particuliers. Au niveau des agrosystèmes paysans, les plants sont issus soit de leurs pépinières personnelles, soit de l'achat auprès des pépiniéristes privés, soit mise à disposition par l'administration pour encourager les actions de reboisement.

Le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOP) a ainsi contribué entre 1999 et 2007 au développement de l'agroforesterie dans la localité à travers le Projet d'Appui à la Foresterie Rurale et à l'Agroforesterie (PAFRA), financé par le Fonds Africain de Développement. Ce projet avait pour but de promouvoir la valeur écologique et socioéconomique des ligneux et arbres fruitiers. C'est ainsi que 345 pépiniéristes furent formés et bénéficièrent de l'appui du projet. Les espèces produits étaient constituées de: *Eucalyptus sp*, *Calliandra calothyrsus*, *Cassia sp*,

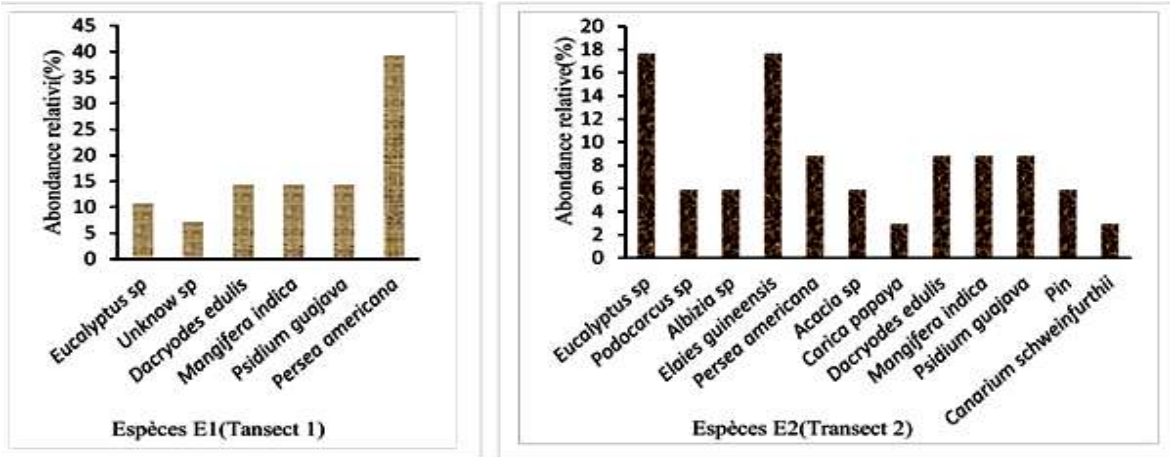


Figure 4 : Abondance relative des ligneux dans les transects



Photo 3 : Pépinière de production de l'ANAFOR

*Leuceana sp, Acacia angustissima, Grevillea robusta, Gmelina arborea, Maesopsis eminii, Callistemon, Cyprès, Pin, Khaya sp, Entandrophragma sp, Cordia sp, Croton sp, Podocarpus sp, Voacanga sp, Vitex sp, Canarium schweinfurthii, Prunus africana, Theobroma cacao*, fruitiers greffés et marcottés. Ces plants ont été rachetés par les initiateurs du projet pour être redistribués gratuitement à la population. Des campagnes de sensibilisation sur la valeur économique et écologique des plants greffés et marcottés ont suivi. Malheureusement, aucune étude d'évaluation post projet n'a été effectuée pour en savoir davantage sur le devenir des plants. En outre, les services forestiers ont promu la mise sur pied d'un Comité de Gestion Participative qui réglemente l'accès à la réserve et la création des parcelles culturales dans celle-ci ; ceci suite à une

pression anthropique ayant favorisée l'envahissement et le pillage de la RFB par les riverains.

L'Agence Nationale de Développement des Forêts (ANAFOR), organe du MINFOF, est le principal interlocuteur en matière de renouvellement des ressources forestières dans la RFB. Elle met également des plants à la disposition des entrepreneurs agricoles et tous ceux qui promeuvent la culture des arbres. Les plants sont produits dans des pépinières et introduits dans la réserve généralement avec la collaboration de la Délégation Départementale des Forêts et du Comité de gestion participative. Les espèces qui sont plantées sont entre autres *Eucalyptus saligna, Eucalyptus robusta, Grevillia robusta, Prunus Africana, Podocarpus* et *Cyprès*. Les agriculteurs choisissant pour leur part les cultures à mettre en place tout en veillant sur les jeunes plants.



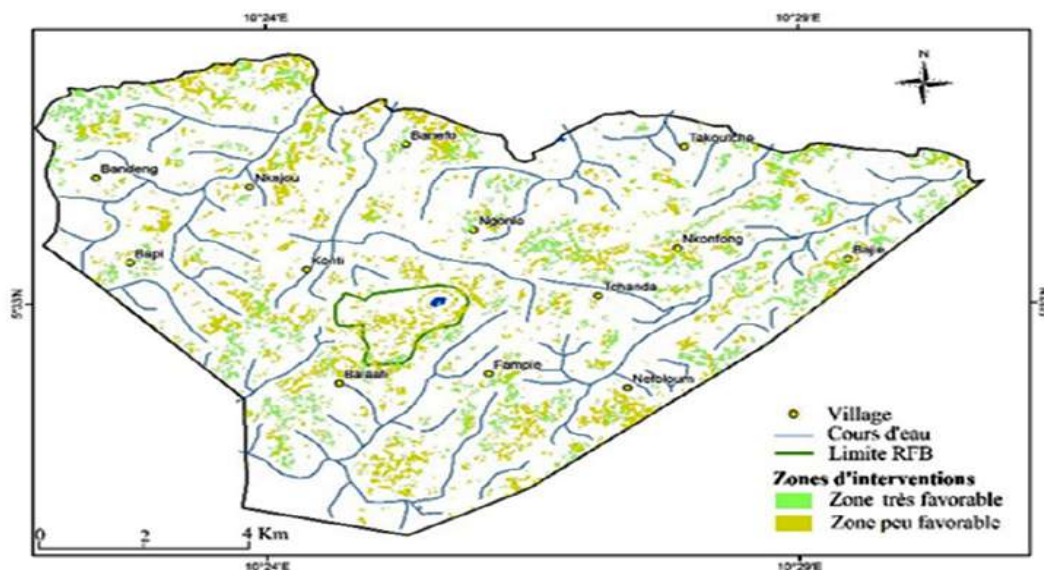


Figure 5 : Carte des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie et optimisation des services d'approvisionnement

Selon les services en charge des forêts de la zone, les agriculteurs ne s'intéressent pas assez à la plantation des arbres. Cette perception a en effet été confirmée après enquêtes sur le terrain. Une Organisation Non Gouvernementale (ONG) s'activerait présentement dans la localité pour une vulgarisation des plants d'avocats. Il est prévu de produire 12 000 plants et de les mettre à la disposition des agriculteurs à vil prix. Les services de forêts y ont aussi entrepris plusieurs mesures pour la promotion de l'agroforesterie ; Celles-ci portent essentiellement sur l'incitation des populations à un remplacement des vieux fruitiers dans leurs exploitations par les plants améliorés beaucoup plus avantageux sur le plan économique. Ils ont également facilité les rapprochements entre cultivateurs locaux et producteurs de plants à travers la mise en place et l'animation des comités de développement.

Toutefois, il y a lieu de relever que les pépinières privées sont les plus aptes à produire les plants et représentent la principale origine des arbres retrouvés dans les champs ; soit 90% des enquêtés qui procèdent par la technique de multiplication générative (à partir de la graine ou du noyau du fruit). Les plants produits sont essentiellement *Dacryodes edulis* (safoutier), *Psidium guajava* (goyavier) et *Persea americana* (avocatier). Le choix porté sur ces espèces relève en effet de leurs capacités à satisfaire les besoins en alimentation et commercialisation mais la fructification longue pousse les paysans à solliciter les variétés améliorés

pour une intégration dans les champs.

### 3.3. Identification des zones favorables de développement de l'agroforesterie et propositions

Les informations sur la caractérisation des SAFs ont permis de déterminer les espaces les plus susceptibles à la plantation d'arbres selon qu'on se trouve dans une logique de recherche de services d'approvisionnement (notamment les fruits ou la nourriture qui sont des services directs offerts par les arbres) ou de services de régulation (par exemple le contrôle des espaces de dégradation et d'érosion qui est un service indirect offert par les arbres).

Ces zones sont favorables pour l'optimisation des services d'approvisionnement parce qu'elles sont à emprise agricole. Les zones de superficies égales ou supérieures à 5 ha ont été choisies parce que ne possédant presque pas d'arbres où une agroforesterie planifiée pourrait être pratiquée. Les zones aux champs complantés d'arbres sont moins favorables parce que la densité des arbres y est faible ; raison pour laquelle les zones de plus de 30 ha de superficie ont été utilisées, surtout qu'il s'agit de la classe dominante du paysage. Ces zones très favorables représentent 475 ha alors que les zones peu favorables représentent 690 ha du territoire communal (figure 5).

Les zones favorables à l'optimisation des services de régulation concernent les espaces de sols nus à forte pente et très forte pente. Il s'agit des espaces où l'intervention peut se faire dans l'optique de

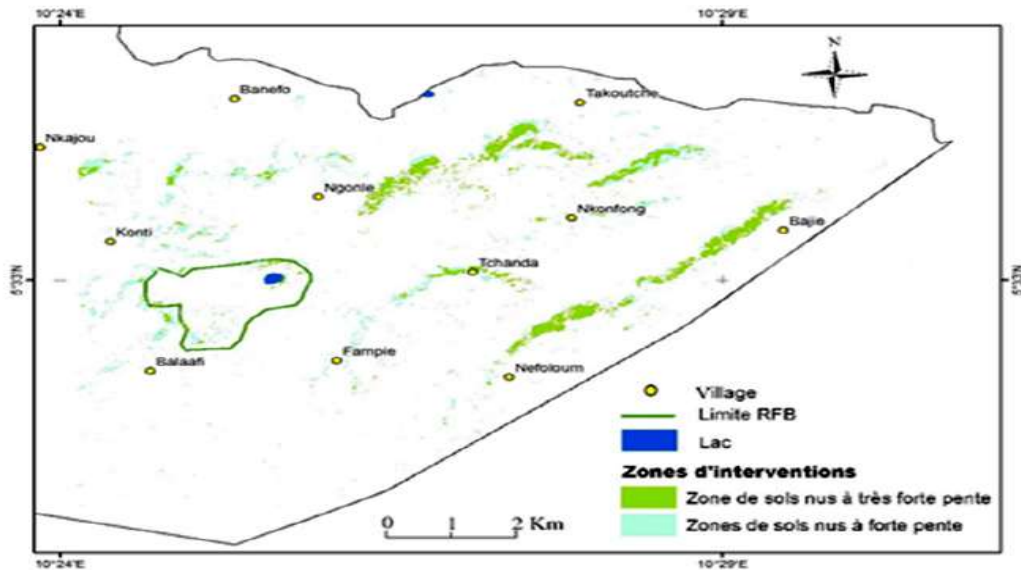


Figure 6 : Carte des zones favorables pour le développement de l’agroforesterie et optimisation des services de régulation

contribuer à la Gestion Intégrée des Eaux et des Sols (GIES) qui est importante pour une gestion durable des terres; Les zones de sols nus à très forte pente autour de la RFB occupent une superficie de 179 ha tandis que les zones de sols nus à forte pente occupent une superficie de 204 ha (figure 6).

#### 4. Discussion

##### 4.1. Occupation du sol et dynamique des SAFs

La matrice de confusion révèle que les pixels de certaines unités d’occupation du sol ont été confondus à d’autres; l’indice de Kappa de 0,98 obtenu confirme une classification statistiquement acceptable. Ainsi, l’analyse de la dynamique paysagère de la RFB et ses environs à travers les données de télédétection de haute résolution (LANDSAT) à très haute résolution (SPOT, photographie aérienne) a permis de caractériser l’évolution des SAFs au fil du temps et de ressortir que les pratiques agroforestières développées dans les années 1980 dominées par les jardins de case, les bocages et les reliques de forêts/savanes naturelles se sont diversifiées avec le temps grâce à l’extension des zones de culture, au développement des cultures agricoles sous couverts arborés et aux champs complantés d’arbres. Les données de télédétection sont devenues indispensables pour l’analyse de la dynamique spatiotemporelle de la végétation et des espaces ; plusieurs auteurs tels que Totté et al. (1995), Oszwald (2005), Morant (2010), Boulogne (2016), ont utilisé une variété de données de télédétection pour le suivi de la dynamique agroforestière, du paysage et des systèmes ruraux. Entre

1980 et 2016, il y’a eu un développement exponentiel des constructions, marque d’une pression démographique grandissante qui augmente parallèlement avec des superficies cultivées. Les tendances similaires sont observées dans l’ensemble de la zone agro écologique des Hauts plateaux de l’Ouest Cameroun ; les travaux de Fogaing (2019) sur les pentes du versant oriental des Monts Bamboutos ont révélé les mêmes dynamiques; toutefois, l’évolution de la végétation dense et des agroforêts semble différente selon la présence d’une aire protégée dans le milieu ou non. Les mêmes faits ont été observés en Côte d’Ivoire où le Parc National du Banco a subit les conséquences de l’urbanisation galopante, créant au passage de nombreux problèmes environnementaux (Sako et al., 2013).

Les SAFs autour de la RFB sont hétérogènes dans l’espace avec une forte diversité des espèces ligneuses dans la zone sans influence de la réserve (situé à 1 500 m) par rapport à la zone sous influence (situé à 1 000 m). Ainsi, la réserve étant principalement reboisé par l’eucalyptus et convoité pour l’extraction du bois, on retrouve moins d’espèces ligneuses de bois comme l’eucalyptus dans la zone sous influence. Ceci peut se justifier par la tendance naturelle des populations riveraines en général à extraire une partie de leurs ressources dans les aires protégées pour la couverture de certains besoins. Pourtant, les travaux de Temgoua et al. (2018) sur la biodiversité floristique et du reflet allélopathique du sous-bois des plantations d’*Eucalyptus saligna* sur le développement de la

végétation environnante à Baleng ont montré que l'eucalyptus n'a pas d'effet négatif sur les cultures dans cette zone de pluviométrie supérieure à 1 200 mm de précipitations annuelles.

#### 4.2. Facteurs de la dynamique de la RFB et des SAFs

La pression démographique couplée au fort besoin en terres agricoles est principalement à l'origine de la dégradation de la RFB et de la dynamique des SAFs dans ses environs. Bien que l'agriculture constitue le levier central pour sortir les populations africaines de la pauvreté, elle est également le moteur clé de la déforestation (Hourticq, 2013). L'agriculture constituant un facteur important responsable de la déforestation et de la dégradation dans le Bassin du Congo, la RFB n'en n'est pas épargnée ; elle est à l'origine de la dégradation du milieu. Les travaux de Njiaghait (2013) confortent cette idée car c'est à cause de l'envahissement de la réserve par les populations en quête de terres agricoles que les services forestiers ont promu les activités agricoles dans celle-ci en mettant sur pied un comité de gestion participative. L'introduction des ligneux dans les agrosystèmes est en grande partie due à l'action des différentes administrations sectorielles en lien avec l'agroforesterie et pépiniéristes privées qui encouragent la plantation des arbres et mettent à la disposition des paysans du matériel végétal.

#### 4.3. Identification des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie

La modélisation spatiale a permis d'identifier les zones favorables pour le développement de l'agroforesterie, notamment celles des services d'approvisionnement et de régulation. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Enonzan (2010) qui, à partir des techniques de télédétection couplées au Modèle Numérique de Terrain (MNT) a proposé des zones favorables à l'agroforesterie face à un certain nombre de facteurs qui entraînaient la dégradation des forêts classées de Dogo-Kétou (Bénin) parmi lesquels la recherche effrénée de bois par les populations riveraines, l'envahissement et le développement de la carbonisation. L'identification des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie à Baleng s'est limitée à l'analyse des composantes spatiales; l'adoption par les paysans à des fins agroforestières dépendant d'un certain nombre de déterminants socioéconomiques. Les travaux de Pédelahore et al. (2019) montrent en effet que les facteurs socioéconomiques tels que la disponibilité en ressources, les caractéristiques des marchés, les stratégies des exploitants agricoles et les régulations

et appuis en vigueur dans la zone étudiée sont déterminants dans la dynamique agroforestière.

#### 5. Conclusion

L'analyse de l'occupation du sol a permis de mettre en exergue une évolution croissante des zones de culture et des habitations dans la commune de Baleng où la réserve est située au centre. Les environs de la RFB ne sont pas suffisamment exploités. En termes de densité et de diversité des ligneux retrouvés, la zone sous influence de la RFB est sous exploitée par rapport à la zone sans influence où on note une diversité et une densité des arbres assez remarquable pourtant la densité de la population est presque similaire; il serait difficile d'affirmer de manière radicale que ces populations ont développé un rythme basé sur l'exploitation des ressources forestières en raison de la présence quoique sélective des arbres dans leurs exploitations et dont l'émondage couplé au simple ramassage dans la réserve pourrait satisfaire leurs besoins en bois de feu. Ainsi, il y a lieu de relever que les coupes spontanées ou illicites sont généralement destinées à la production des avivés afin d'approvisionner le marché local. L'identification des zones favorables pour le développement de l'agroforesterie ainsi que les espèces souhaitées par les paysans fournit aux acteurs du développement une base d'informations utiles pour des interventions. La gestion participative pratiquée ici (communauté locale, service en charge des forêts et municipalité) est particulière en ce sens qu'elle régleme entre autres la pratique des activités agricoles dans la réserve. Cette approche utilisée pour la gestion de la RFB se veut novatrice et le succès qui en découle est de nature à encourager son application sur les zones de conservation similaire.

#### Références

- Aumeeruddy, Y. (1993).** Agroforêts et aires de forêts protégées. Représentations et pratiques agroforestières paysannes en périphérie du Parc National Kerinci Seblat, Sumatra, Indonésie. *Sciences et Techniques de Languedoc* (dissertation).
- Angu, K., Pélissier, C. et Tchamou, N. (2010).** La gestion des aires protégées dans les paysages du PFBC: un état des lieux. Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol Hiol F., Mayaux Ph.(Éds.) *Les forêts du Bassin du Congo: État des Forêts*, 185-206.
- Balny, P., Domallain, D., & De Galbert, M. (2015).** Promotion des systèmes agroforestiers. Propositions pour un plan d'action en faveur de l'arbre et de la haie associés

- aux productions agricoles. *MAAF, CGAAER*, Paris, 79p.
- BUCREP (2010)**. 3eme RGPH : *Rapport de présentation des résultats définitifs*, Yaoundé, 65p.
- Boulogne, M. (2016)**. Vulnérabilité des paysages forestiers dans le parc de Ranomafana (Madagascar): dynamiques environnementales et trajectoires agroforestières ; *Doctoral dissertation*, Université Grenoble Alpes (ComUE), 270p.
- Enonzan, F.B. (2010)**. Utilisation de la télédétection et des SIG dans la gestion durable des aires protégées : cas des forêts classées de Dogo-Ketou au Bénin ; *Mémoire de fin de formation pour l'obtention du DESS en Production et Gestion de l'Information Géographique* ; RECTAS Campus Universitaire Obafemi Awolowo. 81p.
- Fonds pour l'Environnement Mondial (2012)**. Les activités en matière d'Utilisation des Terres, de Changement d'Affectation des Terres et de Foresterie (UTCATF) ; 28p.
- Fogaing, J.R. (2019)**. Evaluation du carbone des systèmes agroforestiers des pentes orientales des monts Bamboutos ; *Thèse de Doctorat, Université de Dschang*. 245p.
- Geze (1943)**. Géographie physique et géologie du Cameroun Occidental. *Mémoire du Musée de l'Histoire Naturelle, Nouvelle série*, XVII, Paris, 320 p.
- GIEC (2014)**. [IPCC, 2014] Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [*Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer* (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.
- Hourticq, J., Megevand, C., Tollens, É., Wehkamp, J. et Dulal, H. (2013)**. Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo.
- Landis J.R. et Koch G.G. (1977)**. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33 (1), pp. 159-174.
- Morant, P. (1999)**. Contribution de la télédétection pour l'analyse et la cartographie du paysage bocager armoricain.
- Njiaghait, S. (2013)**. Contribution du système d'information géographique à l'optimisation de la gestion participative de la Réserve Forestière de Baleng (SIG-RFB) Ouest-Cameroun ; *laboratoire de Géomatique, Département de Géographie* (Uds).
- Oszwald, J. (2005)**. Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (depuis les années 1980 aux années 2000) : suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique ; *Doctorat dissertation*, Lille 1. 304p.
- Pédelahore, P., Droy I., Bidou J. E., Freguin-Gresh, S., Sibelet, N. et Le Coq, J. F. (2019)**. Déterminants socio-économiques des dynamiques des systèmes agroforestiers. *EN ZONE TROPICALE*, 219.
- Sako, N., Beltrando, G., Atta, K. L., N'da, H. D. et Brou, T. (2013)**. Dynamique forestière et pression urbaine dans le Parc national du Banco (Abidjan, Côte d'Ivoire). *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(2).
- Tabopda, G. W. (2009)**. Les aires protégées de l'Extrême-Nord Cameroun entre politiques de conservation et pratiques locales. *L'information géographique*, 73(4), 62-68.
- Temgoua, L.F., Solefack, M.C.M., Tchifofo, R., et Djoko, I.B. (2018)**. Teneur en eau du sol et diversité floristique sous plantations d'Eucalyptus saligna Smith (Myrtaceae) à l'Ouest Cameroun. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(1), 368-378.
- Boussaid, M. et Kraiem, H. (2017)**. Stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité 2018-2030.
- Totte, M., Henquin, B. et Somé, H. (1995)**. Stratification de l'espace rural par télédétection et caractérisation des systèmes ruraux dans la région de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cahiers Agricultures*, 4(2), 113-123.
- United Nations Development Programme (2013)**. Programme d'Appui à la mise en œuvre d'approches intégrées et globales de l'adaptation aux changements climatiques ; 28p.
- Word Resources Institut (2006)**. Atlas Forestier Interactif du Cameroun; *document de synthèse*; version 2.0; 48p.

## Impacts des conditions de stockage sur la qualité de la conservation des échantillons botaniques à l'Herbier National du Cameroun

Tegueu K.A.P.<sup>1</sup>, Ngansop T.E.<sup>2</sup>, Nkemnyi S.N.<sup>2</sup>, Djomo Nana E.<sup>1,2</sup>

(1) Institut Supérieur des Sciences Environnementales IBAY-SUP, B.P 4236, Yaoundé, Cameroun/ e-mail : eric.nana@natconbio.org  
(2) IRAD/Herbier National du Cameroun (HNC) B.P 1601 Messa-Yaoundé, Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550357>

### Résumé

Les Plantes offrent un éventail de services pour l'Homme et sont indispensables pour sa survie. Malheureusement, le taux d'extinction de ces dernières aujourd'hui est alarmant avec une plante sur cinq dans le monde menacée d'extinction. La stratégie mondiale pour la conservation des plantes préconise la mise sur pied des herbiers et jardins botaniques comme une option pragmatique de conservation ex situ. Le Cameroun a mis sur pied un Herbier National qui sert de lieu où sont stockées les collections d'échantillons de plantes qui aujourd'hui compte près de 70 000 spécimens. Malgré l'importance scientifique et historique de l'Herbier National du Cameroun, il souffre depuis plusieurs années de nombreux problèmes parmi lesquels les conditions de stockage de cette collection. Afin de mieux cerner ce problème, cette étude s'est penchée sur les questions suivantes : (i) quelle est l'état de la collection de l'Herbier National du Cameroun ? Comment les conditions de stockage affectent-elles la qualité des spécimens présents depuis plusieurs années ? Ce travail avait pour objectif de déterminer l'impact des conditions

de stockage utilisées au sein de l'Herbier National du Cameroun sur la qualité des échantillons et d'y proposer des solutions plus efficaces. La méthodologie utilisée a consisté à faire premièrement, un entretien semi-structuré auprès des responsables de l'Herbier National du Cameroun, puis mesurer à l'aide d'un hygromètre numérique les paramètres environnementaux qui règnent dans les salles de collections et les casiers de stockage et enfin observer à l'aide d'une loupe les planches d'herbier. Les résultats obtenus montrent que les conditions de stockage des échantillons à l'Herbier National du Cameroun sont déplorables. Sur 2 422 échantillons observés, 1 504 étaient attaqués par des ravageurs, soit une prévalence de 61,97%. La température et le taux d'humidité étaient bien plus élevés que ce qui est prévu dans les normes. Pour améliorer la conservation et la bonne gestion des échantillons, il est primordial de doter l'Herbier National du matériel adéquat pour assurer la bonne conservation des échantillons et de recruter un personnel bien formé pour la gestion de ce matériel.

**Mots clés :** Conditions de stockage, spécimens botaniques, ravageurs, Herbier National du Cameroun

### Abstract

Plants provide a range of services to humans and are essential for their survival but unfortunately, the rate of plant extinction today is alarming with one in five plants worldwide threatened with extinction. The global strategy for plant conservation advocates the establishment of herbaria and botanical gardens as a pragmatic option. In this light, Cameroon set up a National Herbarium which serves as a place where the collection of plants from various parts of its territory is stored. This collection is rich of 70 000 specimens to date. Despite the scientific and historical importance of this herbarium, it suffers from many problems. To help overcome these problems, this study strived to answer the following questions: (i) what is the state of the plant collection of the National Herbarium of

Cameroon? How do curation techniques affect the quality of specimens stored? The objective of this work was to determine the impact of the storage conditions within the National Herbarium of Cameroon on its plant collection and to propose more effective solutions. Methods used consisted of undertaking a semi-structured questionnaire with management of the National Herbarium, then measuring with the help of a hygrometer environmental parameters within the herbarium, and finally, carryout close observations of botanical specimens with a hand lens. Results obtained show that conditions that prevail within the herbarium are deplorable. Out of 2 422 specimens observed, 1 504 were attacked by pests with a prevalence of 61.97%. Temperature and humidity were much higher than

*recommended for herbaria. To improve the conservation and good management of samples, it is essential to provide the National Herbarium with equipment that would ensure*

*the good conservation of specimens and to recruit qualified staff for the management of this material.*

**Keywords :** *Storage conditions, botanical specimens, pest attacks, National Herbarium of Cameroon*

## 1. Introduction

Les plantes sont un élément essentiel de la biodiversité et des écosystèmes dans le monde (Usman et al., 2014). Elles ont une grande importance économique et culturelle et offrent un éventail de services écosystémiques tels que la nourriture, des médicaments, du carburant, des vêtements et des abris pour l'homme et les animaux (Largier et Malengreau, 2008 ; SCDB, 2009). Malheureusement, le taux d'extinction des plantes est aujourd'hui alarmant avec une plante sur cinq menacée d'extinction dans le monde et jusqu'au tiers en Afrique tropicale (Delord, 2010 ; Stevart et al., 2019). Cette menace est principalement due à la pression croissante de la population humaine, la modification de l'habitat, la déforestation, la surexploitation, la propagation des espèces exotiques envahissantes, la pollution et l'impact croissant des changements climatiques (Delord, 2010). Pour pallier à ce déclin des espèces de plantes dans le monde, la Conférence des Parties à la Convention sur la Diversité Biologique a adopté par décision VI/9 en 2002 une stratégie mondiale pour la conservation des plantes (SCDB, 2009). Cette stratégie préconise une approche nationale comme l'option la plus pragmatique et nécessite de mettre sur pied des herbiers et jardins botaniques comme outils de conservation de référence (SCDB, 2009).

L'approche nationale du Cameroun, en ce qui concerne la conservation de son patrimoine naturel floristique est axée sur l'établissement d'un Herbar National qui sert de lieu où sont stockées les collections de plantes sèches montées issues des différentes études menées sur son territoire depuis les années 1948-1950 (Onana, 2007). De ce fait, l'Herbar national du Cameroun (HNC), est la collection de base et de référence du patrimoine floristique national. Quelquefois, des échantillons de bois ou d'autres organes végétaux sont conservés dans l'alcool (Onana, 2007). Ainsi, la collection de travail de l'HNC est riche d'environ 70 000 spécimens appartenant à 239 familles, 1 950 genres, et 8 000-10 000 espèces de plantes (Onana, 2011 ; Sosef et al., 2017), elle joue un rôle clé dans la conservation et la connaissance de la flore du Cameroun et permet de faire évoluer les connaissances sur la taxonomie et la

phylogénie des plantes se trouvant dans le territoire national.

Cependant, malgré l'importance scientifique et historique de l'HNC, son entretien pose aujourd'hui plusieurs problèmes liés à un nombre réduit de personnel spécialisé et un mauvais stockage des échantillons. Ces échantillons sont sujets aux attaques de différentes natures; physique avec de la poussière qui se dépose sur les collections et biologiques (moisissures, rongeurs et insectes essentiellement). A cet effet, la conservation des spécimens issus des collections sur plusieurs décennies est au centre des préoccupations de cette structure qui craint de voir réduire à néant tous les efforts sur la conservation du patrimoine floristique camerounais. Les questions qui ressortent de ce constat sont les suivantes : (i) quel est l'état de la collection dans son environnement actuel ? Comment la qualité des spécimens stockés depuis des années est affectée par les conditions actuelles ? Afin de répondre à ces questions, les hypothèses suivantes sont proposées : (i) la plupart des spécimens au sein de l'HNC sont endommagés par les mauvaises conditions de stockage et par des ravageurs à cause du manque d'équipements adéquats d'entretien; (ii) les moyens actuels ne permettent pas une bonne préservation des spécimens et entraînent la dégradation de la collection réduisant à néant les efforts de conservation de plusieurs décennies.

Ce travail a pour objectif de déterminer l'impact des conditions de stockage des échantillons au sein de l'Herbar National du Cameroun afin de proposer des solutions pour la préservation de ce riche patrimoine.

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

L'étude s'est déroulée au sein de l'Herbar National du Cameroun (HNC), dans la ville de Yaoundé capitale du Cameroun, entre 03.858964 de latitude Nord et 011.493997 de longitude Est (Boulleys, 2006). L'HNC est situé plus précisément dans l'arrondissement de Yaoundé 6 (quartier Obili). Obili est entouré des quartiers Ngoa-Ekelle, Biyem-Assi, et Melen. La ville de Yaoundé est entourée de 7 collines qui seraient responsable de son climat particulier et dont les plus élevées sont situées du côté de l'Ouest et

**Tableau 1 : Facteurs utilisés pour décrire l'état des échantillons**

Etats observés	Description
Très bon état	Spécimens qui présentent encore leurs aspects originels tel que montés (papier de montage et spécimens bien conservés).
Bon état	Spécimens qui présentent encore leurs aspects originels mais avec les papiers de montage qui ont commencé à faiblir.
Attaqués	Spécimens dont les attaques sont soit à leur début, ou encore faibles
Très attaqués	Spécimens dont les planches d'herbiers sont presque toutes détruites par les ravageurs

Nord-Ouest. La population de la ville de Yaoundé est estimée à 2 440 470 habitants environ en 2011 (INS, 2011) et la ville regorge des populations aux origines variées (Essono, 2016).

## 2.2. Matériels

Le matériel utilisé comprend : (i) les spécimens (échantillons) de l'Herbier National du Cameroun (HNC), (ii) un hygromètre pour mesurer la température et l'humidité des salles où sont conservés les spécimens, (iii) une loupe et microscope pour observer minutieusement les spécimens afin de pouvoir identifier si les ravageurs y sont présents, (iv) un appareil photo pour les prises de vue, et (v) un bloc note et stylo.

## 2.3. Méthodes

### 2.3.1. Échantillonnage de la collection de l'Herbier National

L'Herbier National du Cameroun est organisé en plusieurs composantes à savoir 2 salles de collections de travail (spécimens montés et classés), une salle de mise en quarantaine des échantillons, des salles où sont stockés des spécimens en attente d'être montés ou déjà montés à insérer dans la collection, une armoire pour la conservation de la xylothèque, des armoires pour les cartothèques, des fleurs en alcool en anthothèque et une palynothèque. Dans la salle de collection, les échantillons sont rangés dans des casiers qui eux sont classés par ordre alphabétique des familles de plantes présentes. La durée de l'étude était d'Avril à Juin 2020. Un entretien avec les techniciens au sein de l'HNC nous a permis de connaître les différentes techniques d'herborisation utilisées depuis plusieurs années. Nous avons ensuite choisi au hasard 60 casiers parmi les 188 qui comptent les salles de collections des spécimens. 40 casiers ont été choisis dans les salles de collections et 20 autres casiers dans les salles où sont stockés les spécimens en attentes d'être montés. Dans cette étude, Herbier 1 et Herbier 2 désignent les deux

salles de collections d'étude et Herbier 0 la salle de stockage des spécimens en attente de montage et d'insertion dans la collection de travail. Pour chaque casier observé, les spécimens ont été classés par année de récolte et date d'enregistrement à l'Herbier et type de traitement utilisé pour le classement. L'état des spécimens a été décrit à l'aide d'une loupe. Les spécimens ont ensuite été rangés selon le tableau 1.

Un indice de qualité de l'état des spécimens a été déterminé et les ravageurs trouvés sur les spécimens identifiés à l'aide du livre de Bridson et Forman (1998). Les relevés de température et du degré d'humidité dans les différentes salles où est menée l'étude ont été prises tous les jours grâce à un hygromètre numérique.

### 2.3.2. Traitement et analyses statistiques

Le Taux d'Attaque (TA) des spécimens a été utilisé dans les casiers comme indice de qualité de l'état des spécimens :

$$\text{Taux d'attaque (TA)} = (\text{nombre d'échantillons attaqués}) / (\text{nombre total d'échantillons observés})$$

On s'est servi d'un modèle linéaire généralisé (régression linéaire) pour déterminer si certains facteurs dans l'environnement de stockage tels que la température, l'humidité et la fréquence annuelle de traitement des spécimens ont une influence significative sur la prévalence des ravageurs. La prévalence des ravageurs était la variable réponse et les facteurs dans l'environnement de stockage étaient les variables explicatives. Ces analyses ont été faites grâce au logiciel R version 4.0.2 (R Development Core Team, 2020).

## 3. Résultats

### 3.1. Etat des lieux de la conservation des spécimens à l'Herbier National du Cameroun (HNC)

Au total, 2 422 échantillons ont été observés parmi lesquels 1 504 ont été attaqués par des ravageurs comme présenté dans le tableau 2.

De ce fait la prévalence des ravageurs est de 61,97%. La température moyenne dans les différents herbiers est sensiblement similaire : Herbière 0 T = 23,85°C; Herbière 1 T = 27,68°C; et Herbière 2 T = 25,62°C. L'humidité moyenne est de 73,4 g.kg<sup>-1</sup>; ce qui révèle une des conditions ambiantes favorable aux ravageurs. Le modèle linéaire généralisé (GLM) révèle que les différentes conditions dans l'environnement de stockage au sein de l'HNC influencent fortement sur la prévalence des ravageurs selon le tableau 3. Les ravageurs observés sont des insectes et des arachnides. Cependant, le groupe le plus représentatif

**Tableau 2 : Nombre d'échantillons observés en fonction des différents états des spécimens**

Etat des spécimens	Nombre d'échantillons	Taux d'infestation (%)
Très bon état	352	14,53
Bon état	431	17,79
Attaqué	1504	61,97
Très attaquée	135	05,57

**Tableau 3 : Facteurs influençant les conditions de stockages**

Facteurs influençant le traitement	Niveau significatif (p)	Valeur statistique (t)
Température	0,01	9,857
Humidité	0,01	9,686
Fréquence de traitement	0,008	10,578

**Tableau 4 : Quelques ravageurs identifiés dans les spécimens de l'HNC. Ceux ayant une prévalence plus élevée sont encerclés**

Types de ravageurs et champignons	Nom commun	Familles
Insectes coléoptères	La vrillette du pain/boulangère/stegobie des pharmacies ( <i>Stegobium paniceum</i> )	Anobiidae
	Vrillette du tabac/lasioderme du tabac ( <i>Lasioderma serricornis</i> )	Ptinidae (xyletininae)
	Herbarium Beetle (anglais)	Latridiidae
Petites fourmi	Fourmi	Formicidae
Insecte aptère	Poisson d'argent	Lépismatidées
Insecte psocoptera	Pou de bois	Liposcelididae
Arachnids	Araignée	Pholcidae
Insecte Isoptère	Termites	
Insectes hyménoptère	Guêpe	Pompilidae Scoliidae
Moisissures	Sur certains spécimens stockés à la carpothèque et à la xylothèque et aussi pour d'autres exposés à l'air libre, on note une forte présence des insectes en plus de la moisissure.	

parmi ces ravageurs est celui des insectes. Toutefois, des attaques par des champignons ont également été observées, cas de la moisissure (tableau 4).

### 3.1.1. Equipement des salles de l'HNC

#### • Alimentation électrique et climatisation

L'alimentation de l'HNC est d'assez bonne qualité cependant, au cours de la réalisation de ce travail, l'Herbière a subi en moyenne deux coupures d'une à deux heures par semaine dues à l'entretien du réseau électrique par l'entreprise en charge de la distribution et du transport de l'énergie électrique. Ces incidents ont permis de noter l'absence d'un groupe électrogène pour prendre le relais de fourniture d'énergie en cas de coupure. Les salles de collections de L'Herbière sont équipées de 4 climatiseurs dont un seul fonctionne correctement.

#### • Salles de collection de travail

Les spécimens sont classés par ordre alphabétique des familles et rangés dans des armoires en bois. Certains de ces meubles sont défectueux et ne sont pas bien fermés. Ils laissent entrer les insectes ravageurs qui détruisent de manière alarmante les échantillons. Les salles d'herbière sont accessibles aux visiteurs. Leur méconnaissance des techniques de manipulation des spécimens en herbière contribue à la dégradation de ces derniers.

### 3.1.2. Conditions de stockage et de conservation des échantillons de l'HNC

A l'HNC, les spécimens collectés sur le terrain et en attente d'être traités sont stockés dans une salle



sombre sans électricité, étouffés par d'autres bazars (chaises cassées, vieux sacs, etc.) et exposés à tout type d'attaques (figure 2a). Pendant ce temps, les échantillons traités en attente d'être montés sont exposés à l'air libre dans la salle d'herbier sans aucune prise en charge et aucun moyen de protection (figure 2b). De plus, on y retrouve également des casiers vides, d'autres ayant perdu leur étiquette. Ces échantillons sont ainsi exposés aux attaques par les ravageurs des spécimens d'herbier.

### 3.1.3. Prévention contre les infestations

Il existait dans les salles de HNC des déshumidificateurs qui permettaient de réduire le taux d'humidité de la salle, ce qui n'existe plus aujourd'hui. Dans le passé, les échantillons étaient traités à l'aide de Mystox; or, depuis les années 90 à nos jours, les spécimens ne sont plus traités ; aucune stratégie de contrôle des ravageurs n'a été mise en place. Dès lors, les fenêtres et les portes des salles où sont stockés les spécimens sont constamment ouvertes, favorisant l'augmentation du degré d'humidité et de la température ; les attaques

des spécimens ne sont pas seulement causées par les insectes ravageurs de l'herbier et les conditions environnementales, mais ils sont également attaqués par la manipulation fréquente des planches d'herbier (carton fragilisés, déchirés, etc.) par le staff et les apports extérieurs (nourriture, café etc.). De ce fait, les attaques biologiques ne touchent pas uniquement les spécimens mais fragilisent les planches d'herbiers dans leur entièreté. Ceux-ci sont également soumis aux intempéries (température, humidité, etc.) de l'environnement de stockage des échantillons.

### 3.2. Différentes techniques d'herborisation utilisées à l'Herbier National du Cameroun

Les méthodes utilisées pour le traitement des spécimens et pour la prévention contre les infestations ont beaucoup évolué depuis les années 1950 (tableau 5).

### 3.3. Conséquences des techniques d'herborisation actuelles sur la collection de l'HNC

Depuis les années 1980, plus de la moitié des échantillons stockés à l'HNC est contaminée



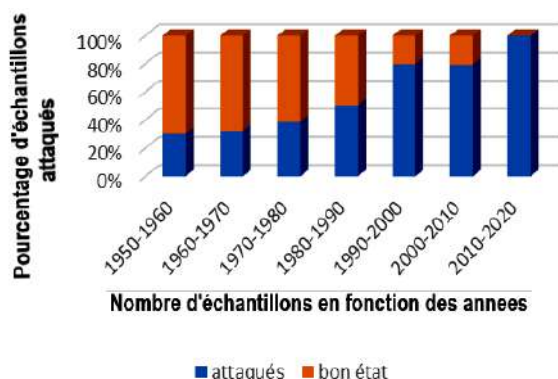
Figure 1 : (a) Casiers contenant les spécimens toujours ouverts par négligence ; (b) échantillon très attaqué par les ravageurs ; (c) échantillon totalement détruit par les ravageurs



Figure 2 : Mauvaises conditions de conservation des spécimens ; (a) Echantillons stockés en attente d'être traités (b) échantillons traités en attente d'être montés

**Tableau 5 : Différentes techniques d'herborisation utilisées à l'HNC depuis les années 1950 à nos jours**

Techniques Périodes	Traitement des spécimens	Séchage	Stockage	Prévention contre les infestations
1950 à 1986 (Géré par les français)	DDT, Mystox	Au soleil, four à gaz	Stockage des échantillons dans les casiers des herbiers	Déshumidifieurs, climatisation, canfar (contre les cafards) dans les casiers
1986 à 2020 (Géré par Camerounais)	Utilisation du congélateur	Utilisation du four électrique	Stockage des échantillons dans des salles sombres	Aucune mesure prise depuis 1990 à 2020 ; absence de déshumidifieur

**Figure 3 : Pourcentage d'échantillons atteints par décennie sur un échantillon de 2 422 à l'Herbier National du Cameroun**

#### 4. Discussion

Aux vues des résultats obtenus dans cette étude, on constate que les conditions de stockage des échantillons à l'HNC ne sont pas adéquates. Ces mauvaises conditions de stockage ont des impacts négatifs sur la qualité de sa collection car la fréquence des attaques est de plus en plus croissante.

On constate aussi que les salles de collections de l'Herbier National du Cameroun ne sont plus bien climatisées et les prétraitements contre les attaques d'insectes ne sont plus effectués fréquemment comme recommandé (Bridson et Forman, 1998). En effet, la température et l'humidité dans les salles de collections sont plus élevées que ce qui est recommandé, c'est à dire entre 18°C et 20°C, et humidité inférieure à 65% (Bridson et Forman, 1998). De plus, les portes des salles où sont stockés les spécimens sont constamment ouvertes et la manipulation maladroite des échantillons favorise la propagation des ravageurs. Parmi les ravageurs identifiés, la vrillette du pain ou stegobie des pharmacies (*Stegobium paniceum*) et la vrillette du tabac ou lasioderme du tabac (*Lasioderma serricorné*) sont les insectes les plus présents dans les spécimens. Ce résultat corrobore avec celui de Schäfer (2018) qui a trouvé que le *Lasioderma serricorné* et le

*Stegobium paniceum* attaquent massivement l'herbier de Montpellier en France. On peut donc dire que les problèmes de ravageurs n'est pas spécifique aux herbiers africains et qu'il semble que certains insectes sont spécialisés pour l'attaque des échantillons dans les collections.

Les différentes techniques d'herborisation ne sont pas conformes aux standards recommandés et plus de 80% des échantillons stockés sont contaminés. Depuis les années 1950 jusqu'aux années 1980, on utilisait les produits de traitement toxiques pour l'environnement (DDT et le Mystox). Cependant ils permettaient de conserver pour très longtemps les spécimens en les protégeant contre les attaques biologiques (Courtois et al., 2012). Cette technique s'est avérée être très efficace pour préserver les herbiers contre les attaques biologiques grâce à un traitement à base d'une solution de chlorure mercurique. Dans le souci d'avoir un herbier plus respectueux de l'environnement, il a été décidé d'abandonner ces traitements toxiques pour adopter des traitements plus écologiques tels que le froid. Avec le froid, les échantillons sont mis dans un congélateur trois à cinq jours tous les six mois à une température d'environ -30°C avant d'être retirés (Bridson et Forman, 1998); ce qui contribuera à tuer les œufs et les larves d'insectes.

La raison pour laquelle aucun type de traitement n'est plus utilisé à l'HNC peut être attribuée à plusieurs causes dont le manque d'équipement, l'absence de subvention, le manque de personnel pour la curation. Ces problèmes ont été observés dans plusieurs autres pays africain (Sawtschuk, 2009) et constituent un vrai défi en ce qui concerne la conservation du patrimoine floristique national. Plusieurs espèces de plantes menacées d'extinction et certaines déjà éteintes dans la nature, ont encore des échantillons et graines à l'HNC. Si rien n'est fait rapidement pour résoudre ce problème, c'est une partie du patrimoine floristique qui sera perdu pour l'humanité dans un futur proche.

## 5. Conclusion

Cette étude nous a permis de vérifier et d'accepter nos hypothèses qui montrent que les techniques d'herborisation et conditions de stockage des échantillons à l'Herbier National du Cameroun ont beaucoup évolué depuis les années coloniales à nos jours, et que les techniques plus récentes bien que plus respectueuses de l'environnement sont moins efficaces. Les ravageurs présents à l'Herbier National sont des insectes, des arachnides et des champignons. La qualité des spécimens est également influencée par les conditions microclimatiques internes inadéquates qui règnent au sein de l'herbier. Pour améliorer la conservation et la bonne gestion des spécimens de l'Herbier National du Cameroun, il est primordiale que les conditions suivantes soient respectées ; (i) un staff suffisamment formé et en nombre suffisant, (ii) des salles climatisées, (iii) un traitement tous les six mois de tous les échantillons stockés, (iv) une équipe de surveillance constante des échantillons/spécimens, et (v) une sélection stricte des personnes formées qui doivent manipuler les spécimens de la collection.

## Références

- Bouleys, P. (2006).** Présentation de la ville de Yaoundé. Contribution à la maîtrise de l'hygiène et l'assainissement dans les établissements classés de Yaoundé. *Mémoire de master* 60p : p.2.
- Bridson, D. et Forman, L. (1998).** The herbarium handbook, (third edition), Kew, United Kingdom, 334p.
- Courtois, M., Birolleau, J.-C., Ernouf, D., Frotte, V., Mingot, D., Pilon, F., Rideau, T.M. (2012).** Quantification du mercure dans des échantillons de l'herbier Tourlet et mesures d'imprégnation des personnels impliqués dans sa restauration, *Acta Botanica Gallica*, 159 : 3, 329-334, DOI : 10.1080/12538078.2012.735125
- Delord, J. (2010).** L'extinction d'espèce : Histoire d'un concept & enjeux éthiques. Paris *Publications scientifiques du Museum*. 691 p. doi : 104000/books.mnhn.2482.
- Essono, J.-M. (2016).** Yaoundé: Une ville, une histoire (1888-2014) : *encyclopédie des mémoires d'Ongóla Ewondo, la ville aux "Mille collines"*. Edition Asuzoa. 650p.
- Institut National des Statistiques (2011).** Annuaire statistique du Cameroun. *Ed. INS*. 456p.
- Largier, G. et Malengreau, D. (2008).** Enjeux et stratégies de conservation de la flore. *Acta Botanica Gallica*, 155 : p249-261.
- Onana, J.M. (2007).** Dossier Sud Expert Plantes numéro 208 ; renforcement des conditions de gestion de l'Herbier National du Cameroun (YA). Sur [http://www.sud-expert-plantes.ird.fr/projets/dossier\\_208](http://www.sud-expert-plantes.ird.fr/projets/dossier_208). Consulté le 04 Juillet 2021.
- Onana, J.M. (2011).** The vascular plants of Cameroun: a taxonomic checklist with IUCN assessments, *Flore du Cameroun*, Vol. 39 Editeur: IRAD - National Herbarium of Cameroon, Ministry of Scientific Research and Innovation.
- R Development Core Team (2020).** R : un langage et environnement pour analyses statistiques, Vienna. Disponible sur <http://www.r-project.org/>
- Sawtschuk, J., Ponsero, A., Ewan, A.O. (2009).** Les Herbiers Du Massif Armoricain : Un Patrimoine Scientifique En Péril, *Etude De Cas Sur L'Herbier «Moreau»* De L'université De Brest: numéro 22.
- Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (2009).** Le Rapport sur la conservation des plantes : Un examen des progrès accomplis dans la mise en œuvre de la stratégie mondiale pour la conservation des plantes (GSPC), 48 p.
- Schäfer, V. (2018).** Sauvons l'herbier de Montpellier. Rapport technique sur <https://www.tela-botanica.org/2018/07/sauvons-lherbier-de-montpellier/> consulte le 04 Juillet 2021.
- Stévert, T., Dauby, G., Lowry, P.P., Blach-Overgaard, A., Droissart, V., Harris, D.J., Mackinder, B.A., Schatz, G.E., Sonké, B., Sosef, M.S.M., Svenning, J.-C., Wieringa, J.J., Couvreur, T.L.P. (2019).** A third of the tropical African flora is potentially threatened with extinction, *Science Advances*. 5(11): eaax9444. DOI: 10.1126/sciadv. aax9444.
- Sosef, M.S.M., Dauby, G., Blach-Overgaard, A., van der Burgt, X., Catarino, L., Damen, T., Deblauwe, V., Desein, S., Dransfield, J., Droissart, V., Duarte, M.C., Engledow, H., Fadeur, G., Figueira, R., Gereau, R.E., Hardy, O.J., Harris, D.J., de Heij, J. Janssens, S., Klomberg, Y., Ley, A.C., Mackinder, B.A., Meerts, P., van de Poel, J.L., Sonké, B., Stévert, T., Stoffelen, P., Svenning, J.-C., Sepulchre, P., Zaiss, R., Wieringa, J.J., Couvreur, T.L.P. (2017).** Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biol.* 15, 15. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0356-8>.
- Usman, A.B., Abubakar, S., Alaku, C., Nnadi, O. (2014).** Plant: A Necessity of Life. *International Letters of Natural Sciences* 15(2): 151-159.

## Enjeux et défis de la mise en œuvre des Unités Forestières Artisanales dans le Maï-Ndombe en République Démocratique du Congo

Semeki N.J.<sup>1</sup>, Mbwamulungu M.C.<sup>1</sup>, Inoussa N.<sup>2</sup>, Baraka L.P.<sup>1</sup>, Kaki M.H.<sup>1,2</sup>, Bolaluembe B.P.C.<sup>1</sup> et Vermeulen C.<sup>3</sup>

(1) Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion des Ressources Naturelles. B.P. 117 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo / e-mail : jean.semeki@unikin.ac.cd

(2) Fonds Mondial pour la Nature (WWF-RDC)

(3) Université de Liège, Gembloux, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité de recherche TERRA, Forest is Life, Passage des Déportés, 2-B-5030 Gembloux, Belgique

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550343>

### Résumé

L'exploitation forestière artisanale représente à la fois un enjeu et un défi majeurs dans l'optique d'une gestion durable et légale des forêts en République Démocratique du Congo (RDC). Bien qu'elle constitue un potentiel économique important, le secteur demeure cependant dans le domaine informel et illégal, en raison notamment des lacunes juridiques. Pour tenter de le réguler, les arrêtés n°84/2016 du 29 octobre 2016 relatif à l'exploitation forestière et n°85/2016, qui institutionnalise l'Unité Forestière Artisanale (UFA), ont été édictés par le Ministère de l'Environnement. La présente étude, conduite dans la Province de Maï-Ndombe entre janvier et février 2018, décrit les perceptions des parties prenantes sur l'applicabilité de ces textes et les défis de mise en œuvre des UFA dans cette région. Des enquêtes ont été réalisées essentiellement avec l'administration forestière, les autorités politico-administratives et les exploitants artisanaux. L'analyse qualitative des données recueillies a permis d'établir des convergences ou divergences entre les déclarations des différents acteurs. Les résultats montrent

que les textes régissant le secteur du sciage artisanal sont peu connus et/ou non respectés par les acteurs sur le terrain. Les exploitants accèdent à la profession sans détenir au préalable les documents administratifs requis. La licence d'abattage est utilisée à la place du permis de coupe artisanal et le carnet ou registre d'exploitation n'est tenu pour aucune opération forestière. Les souches des arbres abattus ou les billes ne comportent aucun marquage, rendant impossible une quelconque traçabilité. En outre, les différents acteurs n'ont pas les compétences techniques, financières et matérielles adéquates pour gérer une UFA. Cette étude révèle donc que, quatre années après l'instauration des UFA, rien n'est effectif sur le terrain. La mise en œuvre de ce dispositif demeure un défi opérationnel en RDC. Le risque d'une réglementation « coquille creuse » est grand malgré le caractère non durable de l'exploitation du bois. Un renforcement des capacités des acteurs clés apparaît indispensable pour rendre effectif ce nouveau mode de gestion des forêts.

**Mots clés** : UFA, exploitation forestière artisanale, bois d'œuvre, règles d'exploitation, Province de Maï-Ndombe, RDC

### Abstract

Artisanal logging represents both a major issue and a major challenge for sustainable and legal forest management in the Democratic Republic of Congo (DRC). Although it has significant economic potential, the sector remains informal and illegal, mainly due to legal loopholes. In an attempt to regulate it, decrees no. 84/2016 of October 29, 2016 on logging, and no. 85/2016, which institutionalizes the Artisanal Forest Unit (AFU), was issued by the Ministry of the Environment. This study, conducted in the Province of Maï-Ndombe in February 2018, describes the perceptions

of stakeholders on the applicability of these texts and the challenges of implementing AFUs in this region. Surveys were conducted primarily with the forestry administration, political-administrative authorities and artisanal loggers. The qualitative analysis of the data collected made it possible to establish convergences or divergences between the statements of the various actors. The results show that the texts governing the artisanal sawmilling sector are little known and/or not respected by the actors in the field. Operators enter the profession without first having the

*required administrative documents. The felling license is used instead of the artisanal cutting permit, and the logbook or logging register is not kept for any forestry operation. The stumps of felled trees or logs are not marked, making traceability impossible. In addition, the various actors do not have the technical, financial and material skills required to manage an AFU. This study therefore reveals*

*that, four years after the establishment of AFUs, nothing is effective on the ground. The implementation of this system thus remains a major operational challenge in the DRC. The risk of a "hollow shell" regulation is high despite the unsustainable nature of timber exploitation. Capacity building of key actors appears to be essential to make this new forest management method effective.*

**Keywords :** *AFU, artisanal logging, timber, logging rules, Mai-Ndombe Province, DRC*

## 1. Introduction

En République Démocratique du Congo (RDC), l'exploitation forestière constitue l'une de principales formes de valorisation des ressources forestières. Pour asseoir sa politique forestière en 2002, le pays s'est doté de la loi n° 011/2002 portant code forestier, complétée par une quarantaine de textes d'application pour régir la gestion durable des forêts (CODELT, 2012 ; AGEDUFOR, 2015). Deux modes d'exploitation des bois d'œuvre sont ainsi institués, l'exploitation industrielle et l'exploitation artisanale. La première catégorie, essentiellement destinée à l'export, est pratiquée par des entreprises industrielles, détentrices d'une concession forestière moyennant un plan d'aménagement. La seconde est, quant à elle, opérée en dehors d'une concession forestière industrielle, avec une scie de long ou une tronçonneuse sur une étendue allant de 50 à 500 ha (MEDD, 2016a ; 2016b).

Différentes études ont par ailleurs analysés le flux et le fonctionnement du marché local des bois d'œuvre issus du secteur artisanal sur l'étendue du territoire national (Mbemba et al., 2009 ; Abebu et Abdala 2012 ; Begaa, 2012 ; Benneker et al., 2012b ; Esuka, 2012 ; Likwandjandja et al., 2012 ; Mayange, 2012 ; Nkoy et van Puijenbroek, 2012 ; Lescuyer et al., 2014 ; Tshimpanga et al., 2016, 2018). Leurs conclusions révèlent que cette activité joue un rôle primordial sur le plan socioéconomique, en offrant de l'emploi à plusieurs acteurs dans la chaîne de production et des produits sciés de diverses utilités sur les marchés locaux et ceux des pays voisins. Il apparaît ainsi comme un secteur complémentaire du secteur industriel et un enjeu majeur de la gestion durable des ressources forestières du pays.

Malgré cette importance, la plupart des études ont démontré que la filière artisanale de bois d'œuvre en RDC fonctionne surtout dans l'informel et l'illégalité en raison principalement des lacunes

juridiques (Benneker et al., 2012a ; Tshimpanga et al., 2018). Pour tenter de réguler le secteur, les arrêtés n°84/2016 relatif à l'exploitation forestière et n° 85/2016, instituant l'unité forestière artisanale (UFA), ont été respectivement édictés par le Ministère de l'Environnement le 29 octobre 2016 (MEDD, 2016a, 2016b). Une UFA représente ainsi, une partie de la forêt protégée mise à part et aménagée en vue de l'exploitation des bois d'œuvre par les artisans. Sa création et la réalisation des travaux d'aménagement sont sous la responsabilité de la Province.

Du point de vue administratif, la procédure de mise en place des UFA inclue les étapes suivantes : (i) la soumission d'une requête au Gouverneur de Province par l'administration provinciale chargée des forêts du ressort, (ii) l'ouverture d'une enquête publique sur la forêt concernée, (iii) la préparation d'un projet d'arrêté de l'UFA par l'administration provinciale, adressée au Ministre Provincial pour la signature par le Gouverneur. Au niveau technique, l'administration provinciale ou via une sous-traitance, procède d'abord par la réalisation d'études préalables (inventaire d'aménagement, études socioéconomiques et études d'impact environnemental), ainsi qu'à l'aménagement forestier de l'UFA et à l'estimation du prix de la forêt à concéder, avant d'être attribuée aux tiers pour sa mise en exploitation de bois d'œuvre.

Cependant, très peu de connaissances existent quant à l'applicabilité de ces réformes et la manière dont elles contribuent à améliorer la gouvernance forestière.

Cette étude a été ainsi initiée afin d'analyser les perceptions des parties prenantes sur les défis de l'applicabilité de ces deux textes légaux et en particulier, de la mise en œuvre de l'UFA. La question fondamentale de recherche est celle de savoir si les conditions administratives, techniques, financières et de gouvernance locales favorisent la mise en œuvre de ce nouveau mode de gestion des forêts au niveau provincial.

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée à Inongo, Chef-lieu de la Province de Maï-Ndombe et du territoire portant le même nom. Il est situé au nord-est de la ville Province de Kinshasa, entre 1° 55' 47.12" de latitude Sud et 18° 17', 28.00" de longitude Est (figure 1). La Province de Maï-Ndombe fait partie des sites sélectionnés pour expérimenter la mise en œuvre de l'UFA (MEDD, 2016b). En outre, le choix de ce site a été motivé par l'existence d'une initiative appuyée par le Fonds Mondial pour la Nature afin de tester également ce dispositif de gestion des forêts à Inongo. Le climat est de transition (entre les climats équatorial et tropical) du type Aw, suivant la classification de Köppen, avec des précipitations moyennes annuelles variant entre 1600 et 1 800 mm/an et une température moyenne annuelle oscillant autour de 25°C (FRM, 2017). Globalement, la forêt couvre près des trois quarts de l'étendue du Maï-Ndombe, soit 9,8 millions d'ha représentant 6% du massif forestier congolais (RRI, 2018). En raison de son potentiel ligneux, avec un réseau hydrographique très dense, facilitant l'accès à Kinshasa, l'exploitation forestière artisanale est très active dans cette Province (Bolanzowu et al., 2019).

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Collecte des données

L'étude a recouru à trois techniques d'enquête, incluant deux groupes de discussion, huit entretiens individuels et une observation non participante (Bolaluembe et al., 2017), entre janvier et février 2018. Les groupes de discussion ont été organisés avec des opérateurs membres du Regroupement des Exploitants Artisanaux de Maï-Ndombe (REXAM) au sein de leur siège. En effet, par suite de leur mobilité et de l'absence d'une base de données au niveau des services locaux, il n'a pas été possible d'identifier et d'atteindre les artisans non-membres de ce regroupement. Des dix-neuf exploitants constituant cette association, sept ont participé au premier groupe de discussion et huit pour le second groupe, selon les recommandations méthodologiques de Reed et al. (2009), Geoffrion (2010) et Lienert et al. (2013). Chaque réunion de groupe a couvert environ cinq heures de temps d'échanges, se rapportant aux conditions d'accès à la profession d'exploitant forestier artisanal, ainsi que celles relatives à la ressource et l'applicabilité des règles d'exploitation de bois d'œuvre édictées dans les textes légaux (MEDD, 2016a, 2016b). La facilitation a été assurée par des personnes parlant la langue locale. La plupart des participants sont des hommes, car peu de femmes

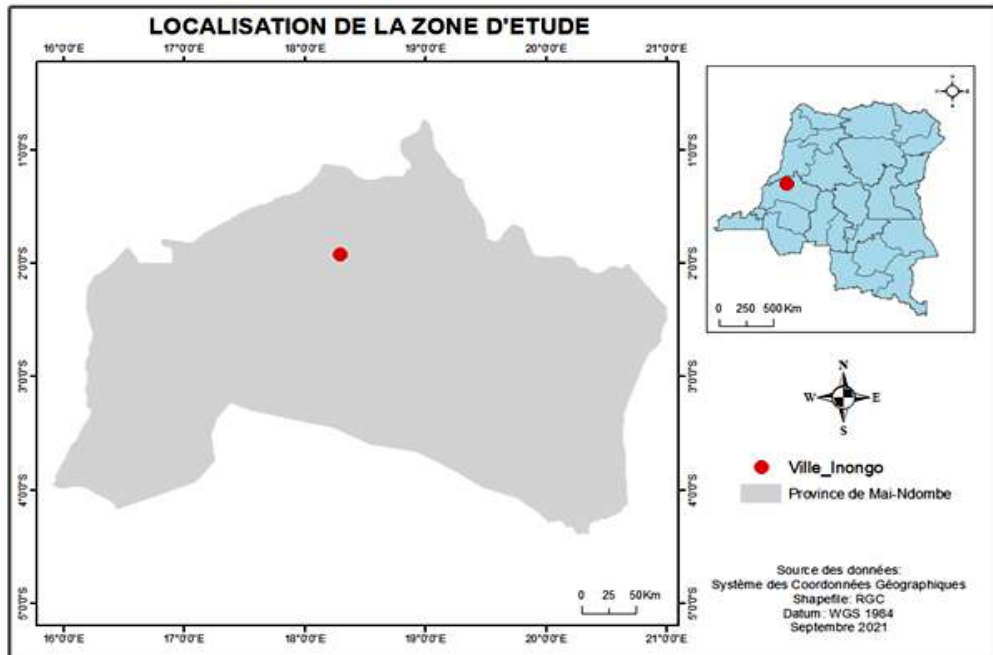


Figure 1 : Carte de la localisation de la zone d'étude

sont impliquées dans les activités d'exploitation forestière artisanale.

Les entretiens individuels ont été d'abord organisés avec quatre opérateurs membres du regroupement des artisans n'ayant pas participé aux groupes de discussion. Cette technique d'enquête permet aux participants de s'exprimer librement sans l'influence du groupe (Patton, 2002 ; Babbie, 2005). Les informations recherchées sont similaires à celles utilisées lors des groupes de discussion. En second lieu, des échanges et des entretiens ont été également programmés avec quatre autorités politico-administratives de la Province de Maï-Ndombe, incluant le Gouverneur de Province, le Conseiller principal du Gouverneur en charge de l'Environnement, le Ministre provincial de l'Environnement, et enfin le Coordonnateur provincial de l'Environnement. En plus du guide utilisé pour les groupes de discussion, les entretiens avec ces personnalités ont aussi porté sur les modalités et les conditions de mise en place des UFA dans leur province, étant entendu que la création de ce dispositif de gestion relève de leur responsabilité (MEDD, 2016b). Chaque entretien a été réalisé en moyenne durant deux heures consécutives.

Les dix-neuf artisans interviewés ont ensuite été accompagnés en forêt sur les sites où ils effectuent la coupe des bois d'œuvre, à environ 15 km de la ville

d'Inongo. Cet exercice d'observation non participante a été utilisée pour appréhender les pratiques d'exploitation forestière opérées par les artisans sur le terrain (photo 1) (Dépelteau, 2000 ; Bastien, 2007). Au début de chaque discussion ou entretien, les participants ont été prévenus de l'objet de l'enquête afin d'obtenir leur consentement libre quant aux objectifs de l'étude.

### 2.2.2. Analyse de contenu des discours

Les principales données analysées se rapportent aux déclarations des participants enregistrées sous forme de discours en fichiers audio avec un dictaphone. Les récits ont été intégralement retranscrits en texte sous format Word 2010, appelé aussi « verbatim » (Bolaluembe et al., 2017). L'analyse manuelle de ce contenu a permis de ressortir les principaux éléments constituant la convergence ou la divergence des perceptions des parties prenantes interviewées (Sabourin, 2010). Les résultats présentés sous forme de tableaux ont été préalablement présentés aux participants à l'étude à Inongo pour une validation au niveau local. Pour faciliter la lecture des tableaux des résultats, une codification a été attribuée à chaque catégorie d'acteurs enquêtés :

**EA** : Exploitant Artisanal; **GPM** : Gouverneur de Province de Mai-Ndombe; **MPE** : Ministre Provincial de l'Environnement ; **CGE** : Conseiller du Gouverneur en charge de l'Environnement et **CPE** : Coordonnateur Provincial de l'Environnement.



Photo 1 : Entretien avec les exploitants artisanaux sur l'application des règles de gestion requises, après opération de sciage

Avec comme Légende. **GD** : Groupe de discussion,  $\checkmark$  : Existe,  $\circ$  : N'existe pas, **x** : Pas de connaissance.

### 3. Résultats

#### 3.1. Conditions d'accès

##### 3.1.1. Accès à la profession d'exploitant forestier artisanal

Le tableau 1 rapporte les déclarations des répondants concernant les documents exigés pour pratiquer le métier d'exploitant forestier artisanal. Tous ont affirmé que les artisans ne détiennent que la patente, le statut social et l'agrément. Par contre, ils n'ont pas de registre de commerce, de numéro import-export, et aucun d'eux n'est titulaire d'un compte bancaire. Toutefois, par rapport au crédit mobilier, bien que quelques opérateurs aient déclaré ne pas avoir connaissance de son existence, la majorité des intervenants ont indiqués que les artisans n'obtiennent pas ce document. Il en est de même pour le paiement des taxes forestières.

Concernant le statut des exploitants forestiers artisans, les répondants ont affirmés qu'ils sont tous reconnus comme des personnes physiques de nationalité congolaise, établies sur le territoire du ressort à savoir Inongo et dont l'exploitation forestière constitue leur principale activité (tableau 2). Aucun exploitant n'est reconnu comme étant une personne morale de droit congolais.

Par rapport aux capacités techniques, financières et matérielles requises pour exercer le métier d'exploitant forestier artisanal (tableau 3), tous les répondants ont affirmé que les artisans ne disposent pas de profil académique en foresterie ou en sciences connexes. Par ailleurs, la plupart n'ont jamais bénéficié d'une formation ponctuelle dans le domaine de l'exploitation forestière. Ces opérateurs ne disposent pas de moyens financiers suffisants pour mener à bon leur activité, en employant par exemple du personnel de métier ou des agents qualifiés, tel qu'un ingénieur forestier, un cartographe, un botaniste, un biologiste ou un agronome.

Quant au matériel, tous les répondants ont attesté l'utilisation de la machette et la tronçonneuse, ainsi que de la non-utilisation de la scie de long, la scie mobile et du port des équipements de sécurité par les exploitants forestiers artisans. Par contre, les autorités politico-administratives et un groupe d'opérateurs artisans ont reconnu l'utilisation de la hache dans leurs activités alors que, certains artisans considèrent que cet outil et le tire fort ne sont pas d'usage dans leur métier.

##### 3.1.2. Infrastructures socioéconomiques

Des divergences ont été relevées dans les discours des répondants, précisément entre les opérateurs

**Tableau 1 : Perception des documents requis pour l'exercice de la profession d'exploitant forestier artisanal**

Documents requis	Intervenants								
	<i>GD</i>	<i>EAI</i>	<i>EA2</i>	<i>EA3</i>	<i>EA4</i>	<i>CPE</i>	<i>MPE</i>	<i>CGE</i>	<i>GPE</i>
Registre de commerce	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
Crédit mobilier	$\circ$	$\circ$	<b>x</b>	<b>x</b>	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
Patente	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Statut social	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Numéro import/export	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
Titulaire d'un compte bancaire	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
Certificat d'agrément	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Preuves de paiement des taxes	$\checkmark$	$\checkmark$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\circ$	$\circ$

**Tableau 2 : Perception du statut des exploitants forestiers artisans**

Status	Intervenants								
	<i>GD</i>	<i>EAI</i>	<i>EA2</i>	<i>EA3</i>	<i>EA4</i>	<i>CPE</i>	<i>MPE</i>	<i>CGE</i>	<i>GPE</i>
Personne physique de nationalité congolaise	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Personne morale de droit congolais	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
Etablis sur le territoire du ressort	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$
Mention de l'exploitation forestière comme principale activité	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$



**Tableau 3 : Compétences techniques, ressources financières et matériel requis au métier d'exploitant forestier artisanal**

Compétences techniques de l'exploitant	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
Formation académique en foresterie	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Formations ponctuelles en exploitation forestière	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<b>Compétences techniques du personnel cadre</b>									
Ingénieur forestier	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cartographe	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Botaniste	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Biologiste	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Agronome	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<b>Compétences techniques du personnel de métier</b>									
Abatteur	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pisteur	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Prospecteur	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Affuteur	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mécanicien	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<b>Ressources financières</b>									
Ressources financières	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<b>Matériel</b>									
Machette	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Hache	○	√	√	√	○	√	√	√	√
Scie de long	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Tire fort	○	○	○	○	○	○	x	○	x
Tronçonneuse	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Scie mobile	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Equipements de sécurité	○	○	○	○	○	○	○	○	○

**Tableau 4: Réalisation des infrastructures socioéconomiques par les artisans**

Réalizations socioéconomiques	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
Signature d'un cahier des charges	x	x	x	x	x	○	○	○	○
Aménagement des routes	x	x	x	x	x	○	○	○	○
Construction et/ou réhabilitation d'écoles	x	x	x	x	x	○	○	○	○
Construction et/ou réhabilitation des centres de santé	x	x	x	x	x	○	○	○	○
Autres réalisations en rapport avec le cahier des charges	x	x	x	x	x	○	○	○	○
Contribution financière pour la réalisation des infrastructures socioéconomiques	x	x	x	x	x	○	○	○	○

artisans et les autorités politico-administratives de Mai-Ndombe concernant la réalisation des infrastructures socioéconomiques au profit des

communautés locales (tableau 4). Les artisans ont affirmé ignorer totalement l'existence d'une telle disposition alors que, les autorités provinciales

**Tableau 5: Exigences en matière d'autorisations de coupe de bois artisanal**

Conditions d'accès à la ressource ligneuse	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
Convention d'exploitation conclue avec les communautés locales	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Permis de coupe artisanale	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Licence d'abattage	√	√	√	√	√	√	√	√	√

**Tableau 6 : Pratique d'opérations préalables avant la coupe**

Opérations	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
<i>Inventaires d'exploitation</i>									
Production d'un plan de sondage	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Prospection	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Production du rapport d'inventaire	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Production d'une carte d'inventaire	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Validation du rapport d'inventaire	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Planification avant l'exploitation</i>									
Ouverture des routes	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pistage et triage	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Marquage des arbres d'avenir et protégés	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Production du rapport de planification	○	○	○	○	○	○	○	○	○

**Tableau 7: Pratique d'abattage**

Pratiques d'abattage d'arbres	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
Existence d'une équipe d'abattage	√	√	√	√	√	x	x	x	x
Pratique de l'abattage contrôlé	○	○	○	○	○	○	x	○	x
Respect du DME	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Volume de bois abattus	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Port d'équipements de sécurité	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Marquage de souches et billes	○	○	○	○	○	○	○	○	x
Tenue du carnet de chantier	○	○	○	○	○	○	x	○	x

considèrent qu'aucune initiative de développement socioéconomique n'a été entreprise par ces opérateurs.

### 3.1.3. Accès à la ressource

Les exploitants forestiers artisanaux accèdent aux forêts et récoltent habituellement le bois d'œuvre sans avoir préalablement signé une convention avec les communautés locales. En outre, ils opèrent sans détenir un permis de coupe artisanale délivré par le Gouverneur de Province de Maï-Ndombe (tableau 5). En effet, au lieu du permis, la Province leur octroie une licence d'abattage moyennant 480 000 Francs

Congolais soit, 300 USD (1 USD équivalent à 1600 Francs Congolais pour la période de l'étude).

### 3.2. Règles d'exploitation forestière

#### 3.2.1. Inventaire d'exploitation et planification avant la coupe

L'ensemble des répondants ont déclaré que les artisanaux n'exécutaient aucune tâche liée à l'inventaire d'exploitation (tableau 6). Ainsi, ils opèrent sans avoir produit un plan de sondage et sans procéder à la prospection, la production du rapport et de la carte d'inventaire. Le même constat a été fait en ce qui concerne la planification avant la coupe. Les

**Tableau 8 : Tronçonnage, débardage, transformation, transport et déclarations trimestrielles de bois**

Opérations	Intervenants								
	GD	EA1	EA2	EA3	EA4	CPE	MPE	CGE	GPE
<i>Tronçonnage forêt</i>									
Effectivité de l'opération	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Port d'équipements de sécurité	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fiche de tronçonnage	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Marquage de billes	○	○	○	○	○	○	○	○	<b>x</b>
<i>Débardage</i>									
Effectivité de l'opération	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Port d'équipements de sécurité	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fiche de débardage	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Transformation du bois</i>									
Effectivité de l'opération	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Transformation sur le lieu de coupe	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Usage de la tronçonneuse	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Usage de la scie mobile	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Volume et rendement	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fiche de transformation	○	○	○	○	○	○	○	○	<b>x</b>
<i>Transport de bois sciés</i>									
Effectivité (forêt vers Inongo)	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Bordereau de transport	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Déclarations trimestrielles</i>									
Nombre d'arbres abattus par essence	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Volume débardé par essence	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Volume de bois sciés	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Volume de bois vendus	○	○	○	○	○	○	○	○	○

opérateurs artisanaux ne pratiquent pas le pistage et le triage, ainsi que la numérotation des arbres à exploiter et le marquage des tiges protégées. Aucun rapport de planification n'est produit.

### 3.2.2. Abattage d'arbres

Tous les répondants ont indiqué que les opérateurs artisanaux, dans la plupart des cas, abattent des arbres dont le diamètre est inférieur au Diamètre Minimum d'Exploitabilité (DME) exigé par la réglementation en la matière (tableau 7). Les espèces les plus visées par cette pratique sont, entre autres, *Millettia laurentii*, *Entandrophragma utile*, *Erythrophleum suaveolens*, *Brachystegia laurentii* ou *Austranella congolensis*. Le volume de bois abattus demeure inconnu par manque de prise de mesures. Aucune mesure de sécurité n'est prise pour les abatteurs en termes d'équipement de protection

individuelle. Les arbres abattus, y compris les souches et les billes ne portent aucun marquage (photo 2). Par ailleurs, les exploitants artisanaux réunis au sein de leur association ont une équipe qui effectue la coupe de bois pour chaque membre mais, les autorités politico-administratives n'ont pas connaissance de l'existence d'une telle équipe. Une convergence partielle des vues a été constaté sur la pratique d'abattage contrôlé qui n'est pas utilisée par les artisanaux; ces derniers ne possèdent même pas de carnet de chantier pour enregistrer leurs données d'abattage.

### 3.2.3. Tronçonnage, débardage, transformation, transport et déclarations trimestrielles

Suivant les déclarations de tous les acteurs interrogés (tableau 8), les arbres exploités par les artisanaux ne sont ni tronçonnés, ni débardés. Après l'abattage, les

**Tableau 9 : Compétences techniques, ressources financières et matériels requis pour aménager et mettre en œuvre les UFA**

<i>Ressources disponibles</i>	<i>CPE</i>	<i>MPE</i>	<i>CGE</i>	<i>GPE</i>
<i>Compétences techniques disponibles</i>				
Réalisation des inventaires forestiers	○	○	○	○
Réalisation des études socioéconomiques	○	○	○	○
Elaboration des plans d'aménagement	○	○	○	○
Estimation du prix des forêts à affecter comme unité forestière artisanale	○	○	○	○
Ressources financières	○	○	○	○
<i>Matériels</i>				
Véhicule Toyota land cruiser 4x4	○	○	○	○
Laboratoire de cartographie numérique	○	○	○	○
Instruments de mesures	○	○	○	○
Tenues et tentes pour le campement des équipes en forêt	○	○	○	○



**Photo 2 : Souche de *Millettia laurentii*, abattu par les artisans avec un diamètre inférieur aux normes légales et ne comportant aucun marquage réglementaire**

arbres sont directement transformés sur le lieu de coupe en forêt avec une tronçonneuse. Le volume et le rendement de bois sciés demeurent inconnus. Les produits issus du sciage sont évacués vers la ville d'Inongo à l'aide de vélos ou par pirogues. Aucune mesure de sécurité n'est prise pour chacune de ces opérations et les fiches d'encodage de données n'existent pas. Ainsi, les artisans ne déclarent à l'administration forestière provinciale ni leurs statistiques de bois abattus et débardés, ni celles du bois transformé ou vendu.

### 3.3. Capacités techniques de la Province à créer des UFA

Les autorités politico-administratives de Maï-Ndombe rencontrées ont toutes relevé une carence en ressources humaines qualifiées pour la mise en place des UFA au sein de la Province (tableau 9). Il s'agit notamment de personnel pour effectuer les études préalables (les inventaires forestiers et le

diagnostic socioéconomique), l'élaboration des plans d'aménagement forestier, et l'estimation du prix des forêts à concéder. En outre, ces autorités ont affirmé que leur Province ne dispose pas de ressources financières suffisantes pour pouvoir opérationnaliser la création des UFA. A cela s'ajoutent des difficultés liées aux capacités opérationnelles en termes de cartographie, d'instruments de mesures, ainsi que de matériel de terrain.

## 4. Discussion

### 4.1. Défis administratifs

Pour exercer la profession d'exploitant forestier artisanal en RDC, chaque opérateur est obligé d'obtenir au préalable une série de documents dans la Province du ressort. Il s'agit de l'agrément, du registre du commerce et du crédit mobilier, le numéro import/export, le permis de coupe de bois et le paiement de la taxe (MEDD, 2016a). L'expérience vécue dans la zone d'étude a démontré que les artisans ne remplissent pas la plupart de ces conditions, à l'exception de l'obtention de l'agrément. Les résultats de cette étude montrent que cette situation serait due au fait que ces opérateurs ignorent l'existence de telles dispositions réglementaires. Par ailleurs, certains répondants ont mentionné le prix très élevé de tous ces documents, en plus de lourdes procédures administratives y relatives, qui n'incitent pas les acteurs à s'acquitter de leurs devoirs ; Ce comportement traduit en quelque sorte, un manque de responsabilité de la part des opérateurs artisans qui exploitent le bois d'œuvre sans documents requis. Des informations obtenues auprès de la Direction de Gestion Forestière indiquent cependant qu'il n'existe aucun taux officiel au niveau

national, ce qui laisse à chaque Province la latitude d'appliquer son propre tarif. Face à ce dilemme, les autorités provinciales de Mai-Ndombe se contentent de délivrer uniquement l'agrément à 500 USD, et ensuite la licence d'abattage, pour 300 USD. Pourtant, l'accès à la ressource ligneuse est particulièrement conditionné par l'obtention d'un permis de coupe artisanal (MEDD, 2016a). Comme rapportés par Benneker et al. (2012a) et Tshimpangna et al. (2018), la panoplie des documents exigés comme préalable à l'exploitation forestière artisanale, le manque d'harmonisation d'un système fiscal et la multiplicité d'autorités à les délivrer, favorisent plus la fraude et le blanchissement de bois coupés illégalement, et donc le maintien des opérateurs dans une spirale d'illégalité. Pour remédier à ce problème, il y a nécessité de simplifier la procédure administrative et les coûts d'obtention de permis de coupe mais aussi, aux gouvernements central et provincial d'assurer l'encadrement des opérateurs artisanaux afin de susciter leur adhésion dans la mise en œuvre des réformes actuelles.

## **4.2. Défis techniques**

### **4.2.1. Ressources humaines**

Aux termes des dispositions de l'arrêté ministériel n° 84/2016 et celles du n° 85/2016 du 29 octobre 2016, la disponibilité de ressources humaines qualifiées, ainsi que des moyens matériels et financiers adéquats de la part des opérateurs, conditionnent aussi la mise en place effective de l'unité forestière artisanale. Il a été relevé dans cette étude que le manque de ressources humaines qualifiées entrave en quelque sorte la mise en place de l'Unité Forestière Artisanale par les artisanaux et donc, ne leur permet pas de mener convenablement leur travail pour se conformer aux exigences légales en vigueur. Ce problème est entre-autres dû au manque de moyens financiers et logistiques caractérisant la filière artisanale en RDC (Tshimpanga et al., 2016), car aucun d'entre eux ne dispose de capital. Selon leurs dires et ceux rapportés par les autorités politico-administratives provinciales, cette situation ne permet pas aux artisanaux de générer des revenus pour pouvoir par exemple suivre des formations professionnelles de courte durée, recourir à une quelconque expertise ou encore acquérir le matériel de travail adéquat. Un des enjeux en termes de l'applicabilité de ces dispositions est d'améliorer leurs compétences par des formations de courte durée.

### **4.2.2. Défis matériel**

La tronçonneuse constitue le principal matériel utilisé par les artisanaux pour exploiter le bois dans la zone d'étude. Contrairement aux autres Provinces où, la plupart des opérateurs possèdent leur propre tronçonneuse (Abdala et al., 2009 ; Begaa, 2012; Nkoy & van Puijenbroek, 2012), à Inongo, les quatre machines que détiennent les artisanaux appartiennent à leur association. Cette situation est la résultante de leur organisation interne, mais aussi des difficultés financières ne permettant pas à chacun de se procurer une tronçonneuse. L'usage très fréquent de ce matériel se justifie par le fait qu'il leur permet d'effectuer à la fois l'abattage d'arbres et leur sciage. Seulement, la pénurie de pièces de rechange en est un des défis qui handicape ce métier en RDC (Assoumani et al., 2012). D'où, la nécessité d'apporter un appui en investissement aux artisanaux pour leur permettre d'acquérir un bon nombre d'équipements adéquats pour améliorer la qualité de leur travail. Au départ, il est aussi important pour les autorités provinciales d'évaluer le matériel dont disposent les requérants avant de pouvoir leur octroyer l'agrément.

### **4.2.3. Règles et pratiques d'exploitation**

Pour garantir une exploitation durable du bois d'œuvre dans une UFA, les opérateurs doivent procéder par une planification de la zone de coupe. Cela passe par l'élaboration d'un plan d'aménagement (MEDD, 2016b). Techniquement, il est cependant difficile, voire non pertinent, d'élaborer un tel document, sur la base conceptuelle des normes utilisées pour des concessions forestières industrielles couvrant des centaines de milliers d'ha pour de si petites surfaces dédiées à l'UFA (100 à 500 ha). Ces dernières ne permettront sans doute pas d'obtenir des résultats d'inventaire d'aménagement statistiquement fiables en raison de la faible densité des forêts d'Afrique centrale (1 à 3 tiges/ha) (Brake et al., 2008 ; Doucet & Vermeulen, 2011). L'estimation des taux de reconstitution n'ayant en réalité de sens qu'à partir d'un massif forestier de 20 000 ha (Durrieu de Madron, 2004). Ainsi, même si le plan d'aménagement constitue un outil intéressant d'aide à la décision, il n'est pas utilisable dans le cadre de l'UFA sans une adaptation sévère aux surfaces et aux acteurs concernés. Il serait opportun de développer et de mettre en œuvre des normes simples d'inventaires d'aménagement, prenant en compte les contraintes techniques et financières du secteur du sciage

artisanal pour assurer un aménagement durable de l'UFA.

Les résultats obtenus démontrent que dans la zone d'étude, la coupe d'arbre s'effectue sur la base d'essences commandées par l'acheteur, sans une prise en compte de celles reprises dans la licence d'abattage. Comme la plupart des essences sollicitées deviennent de plus en plus rares, les scieurs artisanaux se rabattent sur les tiges n'atteignant pas le DME requis par les normes nationales. Par exemple, l'individu de l'essence *Millettia laurentii* abattu en présence de l'équipe d'enquête, avait un diamètre de 40 cm, contrairement à ce qui est prévue soit 60 cm (DIAF, 2017). L'abattage d'arbres de petit diamètre n'est cependant pas à encourager car il présente un danger pour la reconstitution du capital forestier destiné à être exploité ultérieurement. A long terme, cette pratique peut conduire à un écrémage des peuplements, caractérisé par l'épuisement d'essences nobles (Doucet et Vermeulen, 2011). L'enjeu pour assurer la durabilité de la ressource est de promouvoir les essences dites secondaires, avec un appui technique et financier aux scieurs pour renforcer leur capacité dans la planification forestière.

Par ailleurs, le marquage de tout arbre abattu ou toute bille après tronçonnage, incluant le numéro de l'arbre, la référence de la grume, le sigle de l'exploitant forestier et le numéro du permis de coupe de bois, ainsi que la tenue du carnet de chantier et des fiches d'exploitation, constituent des informations essentielles pour assurer la traçabilité du bois d'œuvre exploité par les artisanaux. Ce processus permet d'effectuer le suivi et le contrôle de la matière ligneuse tout au long de la chaîne de production, de transformation et de commercialisation (FAO, 2016; MEDD, 2016a). Sa mise en œuvre dans le cadre de la formalisation du secteur de sciage artisanal est indispensable car il permet aux opérateurs d'avoir une maîtrise du volume des produits ligneux et de justifier à l'administration forestière l'origine légale de leur bois d'œuvre. Les opérateurs rencontrés à Inongo disent qu'ils ne savent pas comment effectuer le marquage et l'enregistrement des données d'exploitation. Ce qui atteste une fois de plus des contraintes techniques auxquelles sont exposés ces opérateurs. Comme souligné par l'observateur indépendant de la mise en application de la loi et de la gouvernance forestière en RDC, le non-respect de ces exigences par ces acteurs ne garantit

certainement pas une gestion durable des ressources forestières et entraîne des pertes de recettes fiscales pour la Province (OGF, 2017).

#### 4.3. Défis de mise en œuvre des cahiers de charge

Tout exploitant forestier artisanal, en plus du permis de coupe, est obligé de conclure un accord avec les communautés locales vivant dans la zone à exploiter et de remettre une contribution financière pour réaliser les infrastructures socioéconomiques au profit de celles-ci (MEDD, 2016a). Ces dispositions visent à favoriser le développement local sur la base des revenus issus du sciage artisanal (Bolaluembe et al., 2017). En dépit de cette bonne intention, l'application de ces dispositions n'est pas effective, notamment par manque d'un modèle standardisé d'accord à utiliser par les parties prenantes.

Dans la zone d'étude, les artisanaux payent entre 10 à 11 USD par arbre au chef coutumier, communément appelée « ayant droit ». Le prix dépend de plusieurs paramètres, incluant la qualité de l'arbre (essence, diamètre, fut), l'emplacement par rapport au lieu d'évacuation des sciages, la capacité de négociation et l'existence ou non d'un lien familial. Le chef coutumier considère que la forêt lui appartient, et que par conséquent, les communautés locales n'ont aucun droit sur les arbres. Le seul profit dont jouissent les ressortissants des communautés concernées est de servir comme main d'œuvre pour le transport du bois sciés. Le coût de transport par vélo varie entre 3 à 6 \$ pour trois à cinq planches. Ce montant est fonction de la distance séparant le lieu de coupe et de sciage en forêt par rapport à la ville d'Inongo. Comme rapportés dans d'autres Provinces de la RDC (Begaa, 2012 ; Nkoy et van Puijenbroek, 2012), ces inégalités sont souvent à la base de conflits éventuels entre le chef coutumier et les communautés locales, ainsi que les opérateurs artisanaux. Compte tenu de la complexité du volet social, l'appui des organisations de la société civile apparaît utile pour accompagner les artisanaux, mais cela nécessite au départ la production d'un modèle simple de cahier des charges applicable au secteur artisanal de bois d'œuvre.

#### 4.4. Enjeux de gouvernance locale

De manière générale, la RDC a fourni des efforts considérables pour améliorer la gestion de son massif forestier en termes notamment de cadre légal régissant les activités d'exploitation de bois d'œuvre. Le pays ne dispose cependant pas d'une politique forestière

nationale formelle (Bonkougou, 2013) pouvant être déclinée au niveau provincial. Qu'à cela ne tienne, chaque Province a la compétence d'organiser le secteur artisanal de bois d'œuvre en mettant en place des stratégies et plans d'actions pour promouvoir le développement local. C'est un enjeu majeur pour la Province de Maï-Ndombe, dont près de 80% du territoire est couvert par la forêt (RRI, 2018). Malheureusement, aucune initiative allant dans ce sens n'est prise par les autorités concernées, qui estiment que la Province n'a pas les moyens financiers et les compétences humaines qualifiées. Ces faiblesses, selon leurs dires, ne leur permettent pas de mettre en place des mécanismes adéquats pour formaliser le secteur artisanal de bois d'œuvre, assurer la mise en place des UFA et faire appliquer la loi. Par exemple, aucune mission de contrôle forestier n'a été effectuée depuis plusieurs années. Pourtant, les services provinciaux doivent réaliser un contrôle trimestriel sur toute la chaîne, allant de la production jusqu'à la commercialisation du bois d'œuvre. Ce déficit de contrôle contribue largement à l'émergence des actes informels et illicites, et par conséquent, aux pertes de recettes fiscales pour la Province. Il revient aux autorités provinciales d'apporter leur soutien à l'administration forestière locale pour leur permettre d'accomplir efficacement leur mission, étant donné que la mise en place des UFA est de la responsabilité de la Province.

Par contre, la mise en place d'une association regroupant les exploitants forestiers artisanaux de Maï-Ndombe basée dans la ville d'Inongo représente un effort indéniable fourni par les autorités provinciales. Cette structure apparaît comme un interlocuteur auprès des différentes parties prenantes, et permet de défendre les intérêts des membres (Chevalier et du Preez, 2012). Néanmoins, cette association reste pour l'heure dans l'impossibilité de pouvoir organiser ses membres pour différentes raisons évoquées dans ce travail et notamment les déficits des compétences qualifiées, le manque de matériel et des ressources financières. Il y a nécessité d'apporter une assistance technique à ce type d'association pour leur structuration et organisation à l'exemple des initiatives en cours en matière de foresterie sociale et communautaire (Maindo & Kapa, 2014). Ce rôle pourrait être joué par les organisations de la société civile avec l'appui des partenaires.

## 5. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la

règlementation qui régit l'exploitation artisanale de bois d'œuvre en RDC a connu des avancées significatives, mais que de nombreux défis demeurent encore pour son application pratique sur le terrain et pour formaliser, professionnaliser et réguler le secteur. Maï-Ndombe n'est qu'un cas d'étude, mais la comparaison avec d'autres références montre que la situation est commune aux autres Provinces, qui, peinent aussi à mettre en place l'innovation que constitue les Unités Forestières Artisanales tel qu'édictée par l'arrêté ministériel 85/2016. Des alternatives politiques et techniques nécessitent d'être prises. Du point de vue politique, il y a la nécessité d'un engagement plus prononcé des autorités, l'élaboration d'une politique forestière qui fournisse des orientations spécifiques pour le secteur artisanal de bois d'œuvre, la mise en œuvre de stratégies et plans d'actions de gestion des ressources forestières au niveau provincial, l'octroi d'autorisations de coupe reconnues par la loi, l'élaboration de modèles de cahier des charges adaptés au contexte local, la standardisation des taux de taxation, une dotation aux services de l'administration forestière de moyens financiers adéquats, l'application de la loi et des sanctions, et enfin le respect des attributions de chaque service. Techniquement, les actions suivantes sont préconisées : la vulgarisation et la sensibilisation du code forestier et des textes d'applications, le renforcement des capacités des agents et des artisans sur les règles et procédures liées au secteur artisanal de bois d'œuvre, y compris de la mise en place et de la gestion des Unités Forestières Artisanales, et l'appui des artisans pour obtenir des crédits.

Quatre années après la promulgation des arrêtés portant sur les Unités Forestières Artisanales, quasiment rien n'est effectif sur le terrain. L'exploitation a pourtant bien lieu, dérégulée, non durable et lésant complètement les communautés villageoises. Le risque d'une réglementation « coquille creuse » est grand, qui en théorie organise et régule le secteur artisanal, mais en pratique risque surtout de camoufler sous un maquillage de pseudo-légalité une exploitation non durable et illégale du bois.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée avec l'appui financier du Fonds Mondial pour la Nature (WWF-RDC) dans le cadre de son appui à l'expérimentation des unités forestières artisanales dans le Maï-Ndombe.

Les auteurs tiennent à lui témoigner leur gratitude. Nous remercions également les autorités politico-administratives de la Province, ainsi que les exploitants forestiers artisanaux basés à Inongo pour leur disponibilité à participer à la réalisation de cette étude.

## Références

**Abdala, B., Lokoka, R. et Adebu, C. (2009).** « Étude de cas sur l'exploitation artisanale de bois à Kisangani et ses environs ». *Rapport d'Océan pour UICN Pays-Bas et Rainforest Foundation, Kinshasa. En ligne sur : <http://ocean-rdc.org/data/documents/2rap11.pdf> (consulté le 03 juin 2020).*

**Adebu, C. et Abdala, B. (2012).** « L'exploitation artisanale de bois et les options de développement des populations riveraines des forêts ». In C. Benneker, D-M. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G. Kimbuani, G. Lescuyer, J.C. Esuka, E. Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012), *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen : Tropenbos International*, pp. 69-86.

**AGEDUFOR (2015).** « Vers une gestion durable des forêts de la RDC ». En ligne sur <https://docplayer.fr/34068656-Agedufor-vers-une-gestion-durable-des-forets-de-la-rdc.html> (consulté le 02 mai 2020).

**Assumani, D.M., Benneker, C. et Likwandjandja, J.D. (2012).** « Sciage artisanal : Approfondir la connaissance de la chaîne de production. Étude menée dans la ville de Kisangani, Province Orientale, RD Congo ». In C. Benneker, D-M. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G., Kimbuani, G., Lescuyer, J.C., Esuka, E., Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012). *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen : Tropenbos International*, pp. 155- 180.

**Babbie, E. (2005).** *The basics of social research*, fourth edition. Belmont, CA: Thomson Wadsworth.

**Bastien, S. (2007).** « Observation participante ou participation observante? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales ». *Recherches Qualitatives* 27 (1) : 127-140.

**Begaa, Y.S. (2012).** « Impacts socioéconomiques de l'exploitation artisanale de bois sur la vie des

communautés locales du territoire d'Isangi, Province Orientale, RD Congo ». In C. Benneker, D-M., Assumani, A., Maindo, F., Bola, G., Kimbuani, G., Lescuyer, J.C., Esuka, E., Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012). *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: Tropenbos International*, pp. 118-132.

**Benneker, C., Assumani, D-M., Maindo, A., Bola, F., Kimbuani, G., Lescuyer, G., Esuka, J.C., Kasongo, E. et Begaa, S. (2012a).** *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: Tropenbos International.*

**Benneker, C., Maindo, A., Lescuyer, G. et Assumani, D-M. (2012b).** « Quelques éléments pour la révision du cadre légal de l'exploitation artisanale de bois en RD Congo ». In C. Benneker, D-M., Assumani, A., Maindo, F., Bola, G., Kimbuani, G., Lescuyer, J.C., Esuka, E. Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012). *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: Tropenbos International*, pp. 263-269.

**Bolaluembe, P.B., Belanger, L., Bouthillier, L., Kachaka, C.S.K. et Ifuta, S.N.B. (2017).** « Problématique du partage des bénéfices de l'exploitation forestière: défi de la mise en oeuvre du cahier des charges sociales dans le territoire d'Oshwe (Province de Mai-Ndombe, RD Congo) ». *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* 9 : 41-50.

**Bolanzowu, D., Omasombo, J.T., Stroobant, E., Mumbanza, J., Krawczyk, J., Laghmouch, M. et Batamba, A. (2019).** République démocratique du Congo. Mai-Ndombe : mosaï de peuples établie sur un patrimoine naturel. Bruxelles : *Musée royal de l'Afrique centrale.*

**Bonkougou, E.G. (2013).** « Analyse du cadre de la gouvernance forestière en République Démocratique du Congo dans le contexte de la REDD+ : diagnostic de base et propositions d'intervention ». *Rapport de consultance. En ligne sur : [https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Governance-RDC\\_Rapport-23jan%202013.pdf](https://www.profor.info/sites/profor.info/files/Governance-RDC_Rapport-23jan%202013.pdf) (consulté le 20 mai 2020).*



- Bracke, C., Schippers, C., Ntchandi-Otimbo, P.-A., Demarquez, B., Bonneau, O. et Doucet, J.L. (2008).** « Rendre les inventaires forestiers accessibles aux populations ». In C. Vermeulen & J.L. Doucet (éd.), *les premières forêts communautaires du Gabon* ». *Gembloux Agro-Bio Tech*, pp 57-67.
- Chevallier, R. et du Preez, M. (2012).** « Timber Trade in Africa's Great Lakes: The Road from Beni, DRC to Kampala, Uganda ». *SAIIA Research Report*. Johannesburg.
- Conseil pour la Défense Environnementale par la Légalité et la Traçabilité (CODELT) (2012).** Les codes verts: textes juridiques de la République démocratique du Congo en matière de l'Environnement et des ressources naturelles. Tome I, *textes juridiques en matière des forêts*, 2ème édition revue et augmentée. Kinshasa : CODELT.
- Dépelteau, F. (2000).** La démarche d'une recherche en sciences humaines. De la question de départ à la communication des résultats. Québec : *Les presses de l'université Laval*.
- Direction des inventaires et aménagement forestiers (DIAF) (2017).** « Liste des essences forestières de la République Démocratique du Congo ». *Guide opérationnel, série généralités-n°2*.
- Doucet, J.L. et Vermeulen, C. (2011).** « Des forêts africaines à gérer durablement ». *Le journal des Ingénieurs* 132 : 18-21.
- Durieu de Madron, L. (2004).** « L'arbitraire dans l'aménagement en zone tropicale, ses justifications et sa gestion ». *Séminaire international sur les enjeux de développement durable et aménagement développement durable et aménagement des forêts de production du Bassin du des forêts de production du Bassin du Congo*, 18-19 octobre 2004 au CIRAD, Montpellier, France.
- Esuka, A.J.C. (2012).** « La décentralisation et la gouvernance de l'exploitation artisanale de bois en République Démocratique du Congo : Aspects juridiques et financiers ». In C. Benneker, D-M., Assumani, A., Maindo, F., Bola, G., Kimbuani, G., Lescuyer, J.C., Esuka, E. Kasongo & S. Begaa (éd.) (2012). *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises*. Wageningen: *Tropenbos International*, pp. 41-59.
- FAO (2016).** « La traçabilité : Un outil de gestion pour les entreprises et pour les gouvernements. *Programme FLEGT* ». Document technique n°1. Rome. En ligne sur : <http://www.fao.org/3/a-i6134f.pdf> (consulté le 25 mai 2020).
- Forest Ressources Management (FRM) (2017).** « Services de consultation pour la maîtrise d'ouvrage délégué du PIREDD Maï-Ndombe ». Document de projet.
- Geoffrion, P. (2010).** « Le groupe de discussion ». In B. Gauthier (éd.), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données*. Québec : Presses du Québec, 5ème Édition, pp. 391-414.
- Initiative des Droits et Ressources (RRI) (2018).** « Mai-Ndombe : le laboratoire de la REDD+ bénéficiera-t-il aux peuples autochtones et communautés locales ? *Analyse des risques et impacts cumulatifs des initiatives REDD+ dans le Mai-Ndombe* ». Washington, DC
- Lescuyer, G., Cerutti, P., Tshimpanga, P., Biloko, F., Adebu-Abdala, B., Tsanga, R., Yembe-Yembe, R.I. et Essiane-Mendoula, E. (2014).** « Le marché domestique du sciage artisanal en République démocratique du Congo : Etat des lieux, opportunités, défis ». *Document occasionnel* 110. CIFOR, Indonésie: Bogor.
- Lienert, J., Schnetzer, F. et Ingold, K. (2013).** « Stakeholder analysis combined with social network analysis provides fine-grained insights into water infrastructure planning processes ». *Journal of Environmental Management* 125 : 134-148.
- Likwandjandja, J.D., Benneker, C. et Assumani, D-M. (2012).** « Les modes de négociations entre exploitants artisanaux et communautés locales sur l'exploitation artisanale de bois d'oeuvre. Etude menée dans les territoires d'Ubandu, d'Isangi, de Banalia et de Bafwasende, Province Orientale, RD Congo ». In C. Benneker, D-M. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G. Kimbuani, G., Lescuyer, J.C., Esuka, E., Kasongo & S. Begaa (éd.) (2012). *Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises*. Wageningen : *Tropenbos International*, pp 181-200.
- Maindo, A. et Kapa, F. (2014).** « La foresterie communautaire en RDC : premières expériences, défis et opportunités ». *Tropenbos International RD Congo*. Disponible en ligne sur : [www.tropenbos.org](http://www.tropenbos.org)
- Mayange, N.B. (2012).** « L'exploitation artisanale du

bois en territoire de Mambasa face aux impôts ». In C. Benneker, D-M. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G. Kimbuani, G. Lescuyer, J.C. Esuka, E. Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012), Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: *Tropenbos International*, pp. 50-68.

**Mbemba, M., Eba'a Atyi, R., de Wasseige, C., Kabuyaya, N., Bakanseka, J.M. et Molenge, T. (2009).** « Étude sur l'approvisionnement de la ville de Kinshasa en bois d'oeuvre informel ». *Rapport interne FORAF*, Kinshasa.

**Ministère de l'Environnement et Développement Durable (MEDD) (2016a).** « Arrêté ministériel n° 84/CAB/MIN/ECN-DD/CJ/00/RBM/2016 du 29 octobre 2016 pourtant conditions et règles d'exploitation des bois d'oeuvre ». Kinshasa.

**Ministère de l'Environnement et Développement Durable (MEDD) (2016b).** « Arrêté ministériel n° 85/CAB/MIN/ECN-DD/CJ/00/RBM/2016 du 29 octobre 2016 relatif à l'unité forestière artisanale (UFA) ». Kinshasa.

**Nkoy, E.D. et van Puijenbroek, J. (2012).** « La pratique de l'exploitation artisanale du bois et ses conséquences conflictuelles en territoire de Mambasa, RD Congo ». In C. Benneker, D-M. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G. Kimbuani, G. Lescuyer, J.C. Esuka, E. Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012), Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: *Tropenbos International*, pp. 87- 100.

**Observatoire de la gouvernance forestière (OGF) (2017).** « Observation indépendante de la mise en application de la loi forestière et de la gouvernance (OI-FLEG) : Les exploitants artisanaux dans les Provinces de Mai-Ndombe et Kwilu ». Rapport de mission de terrain n°10 du 06 au 23 décembre 2017. En ligne sur : <http://ogfrdc.cd/wp-content/uploads/2019/06/Rapport-mission-010-OIFLEG-OGF.pdf> (consulté le 30 mai 2020).

**Patton, M.Q. (2002).** Qualitative research and evaluation methods. 3rd edition. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

**Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H. et Stringer, L.C. (2009).** « Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management ». *Journal of Environmental Management* 90 (5): 1933-1949.

**Sabourin, P. (2010).** « L'analyse de contenu ». In B. Gauthier (éd.), Recherche sociale, 5ème édition. De la problématique à la collecte des données. Québec : *Les presses de l'université du Québec*, pp. 415-444.

**Tshimanga, P.O., Lescuyer, G., Schure, J. et Lokombe, D. (2018).** « Analyse de la chaîne de la légalité des filières de sciage artisanal et du bois énergie à Kisangani en République Démocratique du Congo ». *Tropicultura* 36 (1) : 23-32.

**Tshimpanga, P.O., Lescuyer, G., Jason, V., Adebu, A.B. et Lokombe, D. (2016).** « Utilité d'une typologie des exploitants artisanaux de bois pour contribuer à la formulation d'une politique publique en Province orientale (RD Congo) ». *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement* 20 (4) : 468-481.

## Pression anthropique sur les ressources naturelles dans le Parc National de Sena-Oura dans la Région du Mayo Kebbi Ouest en République du Tchad

Allah-asra D.C.<sup>1</sup>, Hiol. H.F.<sup>1</sup>, Foudjet. E.A.<sup>1</sup>, Houmbosso N.E.K.<sup>1</sup>, Nzakou. T.S.<sup>1</sup>

(1) Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA Forêt-Bois), Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun / e-mail : claverallahasra@gmail.com

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550331>

### Résumé

Cette étude a été conduite dans le Parc National de Sena-Oura situé dans le Département de Mayo-Dallah au Tchad entre mars et juillet 2020. Le Parc National de Sena-Oura qui abrite en son sein six (6) villages, fait l'objet de pressions anthropiques exercées sur les ressources naturelles de ce dernier. Elle s'intéresse à la caractérisation des différentes pressions occasionnées par l'homme ainsi qu'à leurs influences sur les ressources naturelles. Les différentes pressions anthropiques exercées sur les ressources naturelles du Parc National de Sena-Oura ainsi que leurs causes ont été identifiées au travers des questionnaires, entretiens et des observations réalisés avec 120 personnes réparties dans les 4 villages. Ces données ont été validées par un travail de terrain. Sept (7) pressions ont été identifiées : l'agriculture 33%, l'élevage 18%, braconnage 21%, feux de brousse 2%, la coupe de bois 16%, produits Forestiers Non Ligneux 7% et l'orpaillage 3%. Huit (8) causes de ces pressions anthropiques ont été identifiées : la pauvreté, la famine, l'infertilité des terres

cultivables, la croissance démographique, les migrations minières, la culture extensive, le taux élevé de chômage et la sous scolarisation. Tout ceci entraîne inévitablement des conséquences, en l'occurrence la conversion des terres agricoles associée au feu de brousse, la difficulté du renouvellement de la surface foliaires, la dégradation du paysage, la déforestation, la fragilisation des terres, la pollution et la diminution voire disparition de certaines espèces fauniques.

Il ressort de l'étude que la superficie forestière du Parc National de Sena-Oura de 2010 à 2020 a diminué d'environ 14 163,4 ha sur les 10 dernières années et le tarissement des mares s'élève à 66%. La superficie de la forêt galerie a régressé de 4%, celle de la savane arborée de 9%, la savane arbustive, de 6%; la savane herbeuse quant à elle a augmenté de 10%. Pour une meilleure gestion, les mesures en vue de limiter ou d'enrayer ces pressions anthropiques sur le Parc National de Sena-Oura ont été proposées.

**Mots clés :** Aires protégées, pressions anthropiques, ressources naturelles, Mayo-Dallah, Tchad

### Abstract

This study was carried out in the National Park of Sena-Oura located in Mayo-Dallah Department in Chad. It was carried out between March and July 2020. The National Park of Sena-Oura, has six (06) villages who faced anthropic pressure practiced on the latter's natural resources. It is interested in the characterization of the different pressures caused by human activities as well as their influences on natural resources. The different anthropic pressures practiced on the natural resources of the National Park of Sena-Oura as well as their causes were identified through questionnaires, interviews and observations carried out with 120 people divided in 4 villages. These data have been authenticated by fieldwork. Seven (7) pressures have

been identified: agriculture 33%, breeding 18%, poaching 21%, bush fires 2%, wood cutting 16%, Non-Wood Forest Products 7% and gold washing 3%. Eight (8) causes of these anthropic pressures have been identified: poverty, famine, infertility of cultivable land, the increase of population, mining migrations, extensive farming, high unemployment and low education rates. All of this brings consequences, in the circumstances of agricultural conversion land associated with the bushfire, difficulty in renewing the leafy surface, degradation of the landscape, deforestation, land fragility, pollution and the decrease or disappearance of certain wildlife species.

The study shows that the forest area of National Park

of Sena-Oura from 2010 to 2020 has decreased about 14,163.4 ha during the last 10 years; a drying up of ponds, percentage of 66%. The area of gallery forest has regressed by 4%, that of wooded savannah by 9%, for shrub savannah

by 6%, and that of grassy savannah have increased by 10%. For a better management, measures to limit or eradicate these anthropic pressures on the National Park of Sena-Oura have been proposed.

**Keywords :** protected areas, anthropic pressures, natural resources, Mayo-Dallah, Chad

## 1. Introduction

Dans le souci de limiter l'impact des activités de l'Homme sur les ressources biologiques, la communauté internationale s'est proposée d'intégrer dans le processus de développement, la conservation de la biodiversité. C'est ainsi que, la Convention sur la Diversité Biologique a vu le jour lors du sommet de la Terre, tenu à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992 sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies. Cette convention non seulement a popularisé le concept de biodiversité mais a fait exploser la création des aires protégées dans le monde (Gunnell, 2009) à l'instar du Parc National de Sena-Oura que l'on retrouve au Sud-Ouest du Tchad, dans le Département de Mayo-Dallah du Tchad. Comme la plupart des parcs nationaux des pays d'Afrique Centrale, le Parc National de Sena-Oura est malheureusement sujet à une pression anthropique en raison de la forte croissance démographique et un mode de vie de subsistance axé sur l'exploitation des ressources naturelles ainsi que des terres arables encore disponibles dans les aires protégées (FIDA, 2008). Pour les parties prenantes, l'implantation du Parc National de Sena-Oura représente une restriction d'accès aux ressources et un obstacle au développement économique ; elles doivent donc se tourner vers des activités illégales d'extraction et d'empiètement (Poisson, 2009). Les pressions anthropiques constituent aujourd'hui une menace d'extinction de la diversité biologique de certaines aires protégées en général et du Parc National de Sena-Oura en particulier. En effet, on constate nettement une dégradation accélérée des ressources naturelles au Tchad précisément dans le Parc National de Sena-Oura qui abrite en son sein six (06) villages qui existaient déjà avant sa création (PA/PNSO, 2009); l'enquête a été réalisée dans quatre villages. Face à ce déséquilibre écologique induit par la pression des activités humaines sur les ressources naturelles du Parc National de Sena-Oura, la caractérisation de ladite pression, l'analyse des causes potentielles et des influences provoquées sur les ressources naturelles sont nécessaires.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

Le Parc National de Sena-Oura (PNSO) est situé au Sud-Ouest du Tchad plus précisément dans la Région du Mayo Kebbi-Ouest, Département du Mayo-Dallah (figure 1). Il est partagé entre deux cantons (Goumadji et Dari) et s'étend sur une superficie de 73 520 ha. Ce parc est situé entre 8°54' et 9°60' de la latitude Nord et entre 14°34' et 14°54' de la longitude Est et est délimité au Nord-Est par le canton Goumadji, au Nord-Ouest par le canton Dari, au Sud par la République du Cameroun.

Le Parc National de Sena-Oura appartient au climat subtropical humide de type soudano-guinéen. Il possède deux saisons qui s'alternent dans l'année à savoir une saison sèche et une saison des pluies dont la durée est plus ou moins longue suivant la situation météorologique. La saison de pluie commence en avril au sud du pays et se termine en octobre; elle est caractérisée par des orages assez violents. Par sa situation géographique, le parc reçoit une pluviométrie qui oscille entre 900 et 1200 mm par an. Les précipitations sont assez élevées entre juillet et septembre. La moyenne au cours du mois de juillet atteint parfois 280 mm. Le mois de mars est le plus chaud avec une température maximale de 40,1°C et le mois d'août est le plus humide avec une température minimale de 29,9. L'amplitude thermique est 10,2°C et la moyenne annuelle des températures est de 34,61°C (Daignel, 2019). On rencontre différents types de sols (les sols ferrallitiques sur sables et argiles sableuses, les sols ferrugineux tropicaux sur sables siliceux et argiles sableuses, une juxtaposition de sols squelettiques et de sols ferrugineux tropicaux sur sables siliceux ou argileux, les sols hydro morphes à pseudogleys (Daignel, 2019). Le canton Goumadji au sud du parc renferme les Zimés (Kado), les Ngambaye et les Mousseye; le canton Dari qui surplombe tout le parc, est occupé aussi par les Zimés avec des sous-groupes comme les Dari et les Pévé. On rencontre les Peuls nomades dans certains villages. Le PNSO renferme une grande diversifiée animale. On y

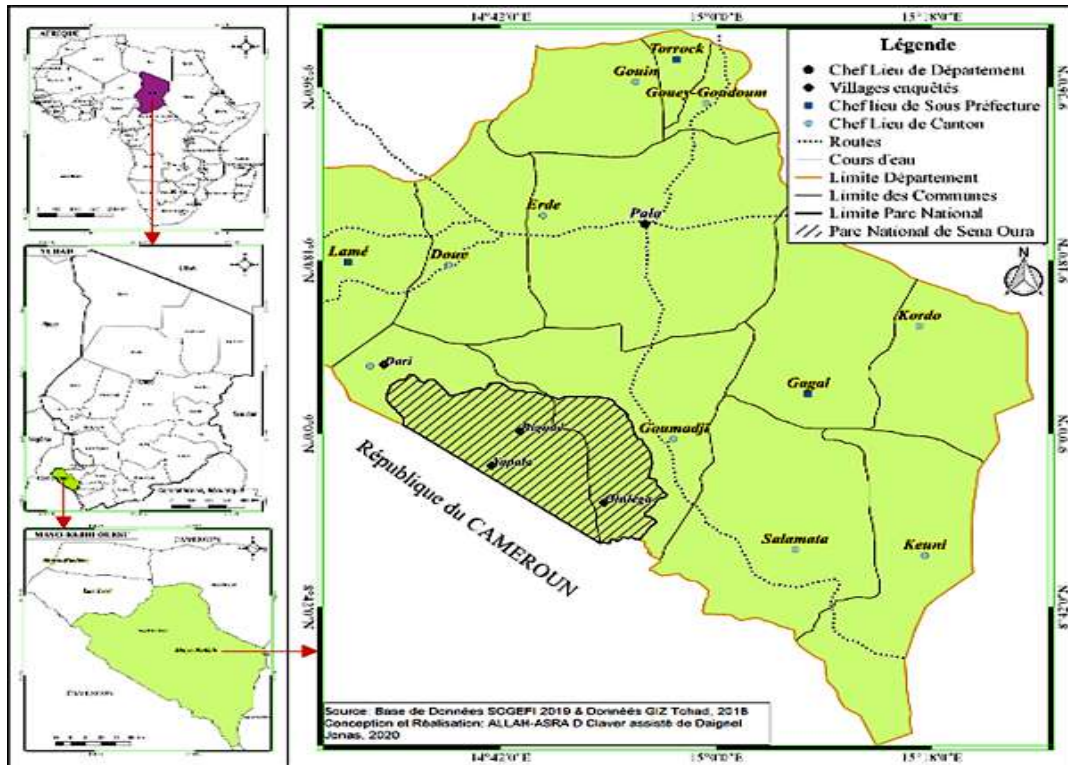


Figure 1 : Carte de localisation du Parc National de Sena-Oura

rencontre des herbivores, des carnivores, des rongeurs, des primates, des insectes, des reptiles et des oiseaux. Parmi les animaux sauvages emblématiques du parc, se trouve Eland de derby (*Taurotragus derbianus*) et l'hippocratage (*hippocratage equinus*) (PA/PNSO, (2015)).

### 2.1.2. Matériel de collecte des données

Plusieurs outils ont été mobilisés pour la réalisation de cette étude. Il s'agit d'un ordinateur portable avec les logiciels Arc Gis 10.2, Envi 4.5 qui ont facilité conjointement la réalisation des cartes, Microsoft Word pour la saisie des données et Excel 2016 pour le traitement et l'analyse des données ainsi pour le calcul des superficies d'occupation des sols du Parc National de Sena-Oura; un GPS pour l'enregistrement des coordonnées géographiques et un guide d'entretien.

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Collecte des données

Pour la réalisation de cette étude deux types de données ont été utilisées. Il s'agit des données secondaires et des données primaires. Les données secondaires ont consisté à l'exploitation de plusieurs

documents susceptibles de fournir un éclairage sur le thème d'étude. Ces données ont été collectées dans les documents notamment des articles scientifiques, des revues scientifiques, des rapports des institutions qui interviennent dans le domaine de la préservation des ressources naturelles, des rapports du Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de Pêches, l'acquisition des données satellitaires de 2010 et 2020 et internet. Les données primaires quant à elles, sont des informations recueillies directement sur le terrain auprès des populations riveraines et autres personnes ressources dans le but d'identifier les différentes causes de pressions anthropiques qui s'exercent sur les ressources naturelles du PNSO. L'identification de ces causes a consisté aux observations in situ ou directes et aux enquêtes sur le terrain par l'utilisation des guides d'entretien et des questionnaires. Au cours de l'enquête sur le terrain, le questionnaire et le guide d'entretien ont été adressés aux différentes personnes ressources pour collecter des données. Les entretiens se sont déroulés en deux phases. Dans un premier temps, un travail a été effectué avec le conservateur du Parc pour mieux affiner la méthodologie. Ce qui a permis d'avoir un premier aperçu sur l'identification

et l'état des causes des pressions anthropiques ainsi que leurs conséquences. Ensuite, les personnes ressources susceptibles de donner des informations sur les différentes pressions, causes et conséquences des activités humaines menées par les populations riveraines au sein du Parc ont été interrogées. Une fiche d'enquête abordant les aspects suivants a été réalisée : la connaissance du parc et des textes réglementant, la gestion des ressources naturelles par la population locale, le système de représentation et de perception des conséquences de pressions anthropiques sur l'environnement par les populations et les causes de l'utilisation illégale des ressources biologiques du parc par les populations riveraines. Dans un second temps, des observations directes sur le terrain, a permis de faire plusieurs sorties dans le parc pour être en contact avec le milieu afin d'identifier les différentes activités menées par les populations au sein du Parc. Les coordonnées géographiques des sites identifiés ont été relevées.

### 2.2.2. Traitement des données

Une prospection a été faite afin d'identifier les villages à l'intérieur et autour du PNSO. Les villages qui suivent ont été identifiés ; dans le canton Dari : Dari, Gomango, Sodja, Libetchogio, Bigoué, Zangativri (Demi faya) et Yapala (les cinq derniers villages sont situés à l'intérieur du parc mais ils ont des emprunts sur la zone périphérique) et le Canton Goumadji : le village Oinlega (situé dans le parc), Kouala, Koudak, Goumadji, Bara, Tchiming et Houlouk. Vu le temps accordé pour la réalisation de cette étude, il n'a pas été possible de parcourir tous les villages cités ci-dessus. C'est ainsi que quatre villages ont été choisis (deux villages par canton). Il s'agit de Gomango et Zangativri du canton Dari et de Goumadji et Oinlega du canton Goumadji. Les villages Oinlega et Zangativri (Demi faya) sont situés à l'intérieur du parc tandis que les villages Gomango et Goumadji sont situés dans la zone périphérique. Le principal

critère de choix de ces 04 villages est leur proximité avec le PNSO. Les zones périphériques s'étendent sur un rayon de 5 km environ autour de l'aire protégée. Ensuite d'autres critères tels que l'ampleur des impacts subis (délocalisation ; abandon de site sacré ou création d'un autre site sacré après délocalisation ; changement ou perturbation des rites culturels ; réalisation d'ouvrages socio-économiques (puits d'eau, école, centre de santé) ; innovation en réponse aux pressions subies, dégâts causés par les animaux sauvages) ont été considérés. Enfin, les villages ont été choisis de manière à toucher tous les deux cantons afin d'avoir des informations diversifiées. L'échantillon est composé de 120 personnes réparties dans les quatre villages (tableau 1). Les grands acteurs comme les agriculteurs, les pêcheurs, les éleveurs (nomades et sédentaires), récolteurs de miel, pêcheurs etc. ont été interrogés. Les avis des notables notamment les chefs de canton, les chefs d'initiation et les chefs de terres ont été d'une importance capitale car ils ont permis d'apprécier les jeux de pouvoir et la gouvernance traditionnelle locale (Ngaryam, 2016). Au cours de ces entretiens, l'attention a également été portée sur l'appréhension de la notion de biodiversité par les communautés locales, leurs perceptions de la conservation, leurs niveaux d'implication dans la gestion des aires protégées avec les différentes approches participatives et les différentes activités menées dans le Parc National de Sena-Oura. La taille d'un échantillon représentative d'une population étudiée est déterminée par la formule suivante :

$$n = (1,96)^2 \times N / (1,96)^2 + l^2 \times (N-1) \quad \text{et} \quad Tx = Nt/n$$

n= Taille de l'échantillon à interroger

N= Taille de l'univers investigué

Nt= Population totale

l = Largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur avec l = 0,1

Tx = Taux de sondage

Source : (Berthier, 2000)

**Tableau 1 : Villages enquêtés et taille de l'échantillon**

Villages	Population par village	Taux de sondage	Nombre de personne enquêtée	Pourcentage enquêté (%)
Gomango	1690	1/50	34	28 %
Goumadji	2300	1/50	46	38 %
Zangativri	1050	1/50	21	18 %
Oinlega	890	1/50	18	15 %
Total	5930	1/50	120	100 %

Source : RGPH2 du Tchad, 2009 et enquêtes de terrain, mai 2020

Le questionnaire a été administré tel que présenté dans le tableau 1. Le nombre des enquêtés selon les villages concernés par la gestion du PNSO est fonction de la taille de la population mère de chacun de ces villages concernés par la pression anthropique (tableau 1). Les villages Goumadji et Gomango ont une population plus importante par rapport à celle de Zangativri et de Oinlega. Cette inégalité explique les différences observées au niveau du nombre d'enquêté par village. Le traitement des données collectées a été effectué manuellement à l'aide d'une grille de dépouillement. Ce dépouillement a permis d'identifier les différentes causes des activités humaines ainsi que leurs conséquences afin de les caractériser. Les données ont été traitées dans un tableur Excel. Par la suite, certains paramètres ont été regroupés à l'aide du tableau croisé dynamique du même tableur. Ces logiciels Excel 2016 ont permis de ressortir les diagrammes et d'obtenir les effectifs et pourcentages.

### 2.2.3. Acquisition et analyse des images satellitaires

Pour caractériser l'évolution de l'occupation du sol dans le PNSO, les images satellitaires Landsat 7 ETM+ et Landsat 8 OLI prises respectivement en 2010 et en 2020 ont été acquises, traitées et analysées. Afin de s'assurer que les images aient le moins de défaut possible (nuage, ombre), les images satellitaires ont été acquises approximativement à la période de saison sèche (janvier) sur le site (<http://www.earthexplorer.com/>) de United States Geological Site Web de l'enquête (USGS). Les images satellitaires ont été traitées et analysées successivement par les logiciels de cartographie ENVI 4.5, Arc GIS 10.5 ainsi qu'avec le logiciel d'analyse statistique Excel 2016 afin de ressortir l'état d'occupation du sol et les proportions des différentes classes pour chacune de ces années. Le traitement des images

après acquisitions consistait à fusionner les bandes spectrales de chacune des images satellitaires afin d'obtenir une seule image pour chacune des périodes. Les corrections radiométrique et atmosphérique n'ont pas été appliquées car les images proposées par USGS bénéficient déjà de ces corrections.

Plusieurs étapes concourent à l'analyse des images satellitaires. Cette analyse passe tout d'abord par la production d'une image (bande en NDVI) et sa fusion avec les différentes bandes précédemment fusionnées. La suite de la procédure a consisté à faire une composition colorée (4-3-2) de l'image puis une classification non-supervisée de celle-ci. L'analyse de la signature spectrale de la zone d'étude a permis de relever la présence de 9 classes d'occupation du sol pour chacune des années. Afin d'évaluer la précision de la classification de chacune de ces images, une matrice de confusion a été automatiquement produite après la classification des différentes images et les valeurs de la précision globale ainsi que du coefficient Kappa ont permis de déterminer si oui ou non les images et les données produites reflètent la réalité du terrain pour chacune de ces dates.

## 3. Résultats

### 3.1. Identification des différentes pressions anthropiques exercées sur les ressources naturelles du PNSO et leurs causes

Il ressort de la figure 2 que des 120 personnes enquêtés, 33% des personnes identifient l'agriculture comme une pression anthropique exercée sur le Parc, 18% de personnes penchent pour l'élevage, 21% pour le braconnage, 16% de personnes affirment qu'il s'agit de la production du bois énergie, 3% disent qu'il s'agit de l'orpaillage, 2% penchent pour les feux de brousse et 7% pour la récolte des produits forestiers non ligneux.

**Tableau 2 : Pression anthropique exercée sur le Parc National de Sena Oura**

Pressions anthropiques identifiées dans le parc	Proportions des pressions	Indicateurs ou signes de pressions
Agriculture	33%	Présence de parcelle défrichée, résidus de récolte
Elevage	18%	Présence de bœuf en pâturage, et de leurs crottes
Braconnage	21%	Présence des douilles, des squelettes d'animaux sauvage
Coupe de bois	16%,	Présence de souches d'arbres
Orpaillage	3%	Présence des grands creux par des engins
Feux de brousse	2%	Observation de troncs brûlés, de traces de cendres
Produits Forestiers Non Ligneux	7%	Souche de racine déterrée

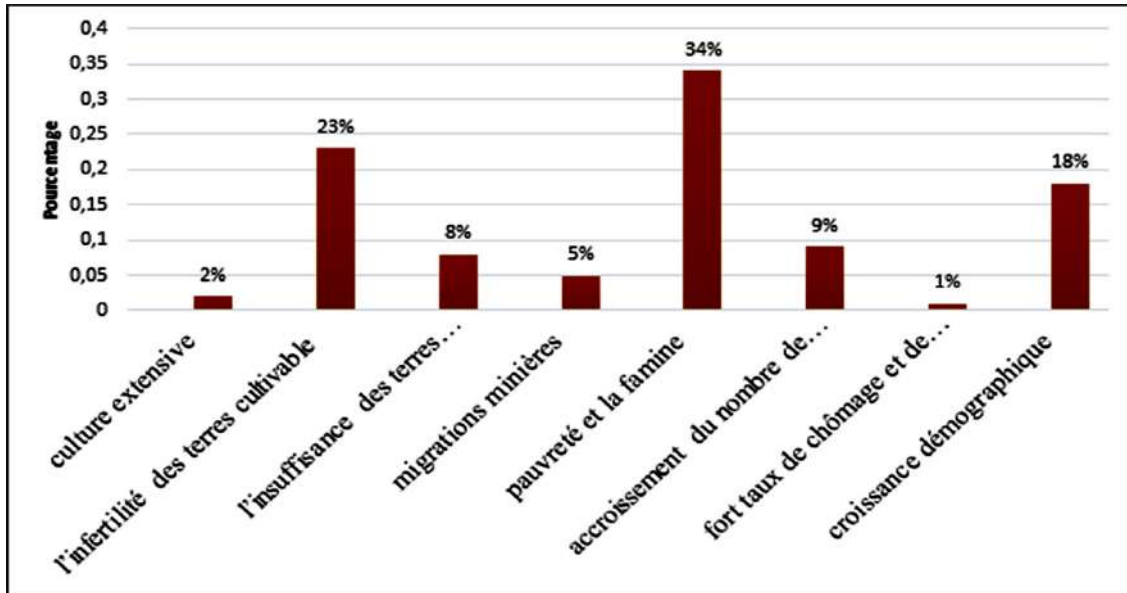


Figure 2 : Causes des pressions anthropiques dans le Parc National de Sena Oura

### 3.1.1. Typologies des pressions anthropiques dans le Parc National de Sena Oura

### 3.1.2. Identification des différentes causes des pressions anthropiques sur les ressources naturelles du Parc National de Sena Oura

Dans l'ensemble, 34% des répondants pensent que les pressions anthropiques dans le Parc National de Sena Oura sont dues à la pauvreté et la famine ; 23% pensent qu'elles sont dues à l'infertilité des terres cultivables ; 18% pensent qu'elles sont dues à la croissance démographique ; 9% pensent que la cause est l'accroissement du nombre de cheptel et le manque d'espace de pâturage ; 8% pensent que ces pressions sont liées à l'insuffisance des terres cultivables (cela peut s'expliquer par le fait que ces villages sont très proches du parc entre zéro et cinq kilomètres et cela est due à la surexploitation des terres entraînant son appauvrissement) ; 5% pensent que ces pressions sont causées par des migrations minières ; 2% pensent pour la culture extensive et 1% de personnes pensent que la cause est le fort taux de chômage et de scolarité.

La famine et la pauvreté apparaît sur cette figure 2 comme la principale cause de pression anthropique exercée sur les ressources naturelles du Parc National de Sena Oura suivi de l'infertilité des terres cultivables ; la croissance démographique et l'accroissement du nombre de cheptel et manque d'espace de pâturage.

### 3.2. Conséquences des pressions anthropiques sur les ressources naturelles du PNSO

#### 3.2.1. Conversion des terres agricoles associée au feu de brousse

Il y'a longtemps que les hommes convertissent les savanes arborées, boisées et arbustive à d'autres utilisations. La superficie forestière du PNSO de 2010 à 2020 (10 ans) a diminué d'environ 14 163,4 ha soit une baisse équivalant à peu près à la moitié de la superficie forestière totale d'aujourd'hui. Les données satellitaires indiquent qu'une grande partie de cette perte de superficie forestière est en lien avec la croissance démographique et le besoin de terres agricoles pour la culture ainsi qu'avec une exploitation des ressources forestières à des niveaux non durables. Dans le parc, les autochtones utilisent toujours le feu pour convertir les forêts pour la culture ou la gestion de la faune et de la flore sauvage. Les conséquences de la déforestation sont notamment les activités humaines qui ont des incidences directes sur le couvert forestier ; par exemple l'expansion de l'agriculture, la croissance des zones humaines, le développement des infrastructures ou les activités extractives. Les feux de brousses sont des incendies faisant parties des activités de l'homme.

#### 3.2.2. Difficulté de renouvellement de la surface foliaires et dégradation du paysage

La présence des animaux domestiques près du parc





Photo 1 : Exploitation de l'or dans le Parc National Sena Oura (Source : Parc National de Sena Oura)

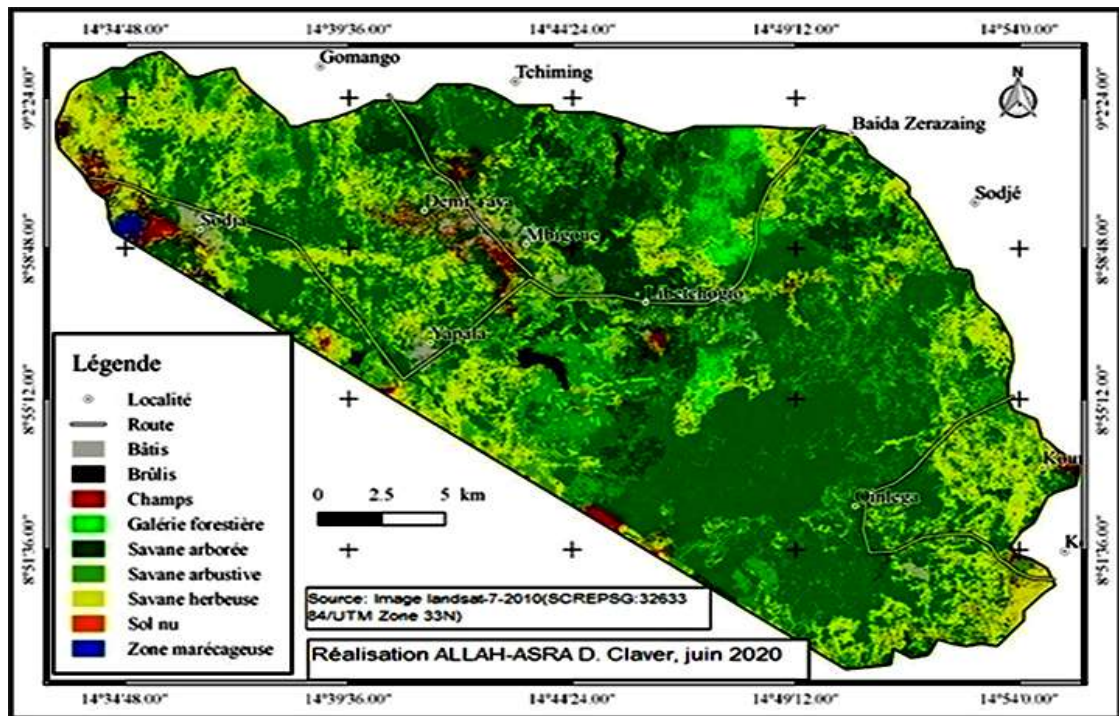


Figure 3 : Occupation du sol dans le Parc National de Sena-Oura en 2010

ou dans le parc perturbe les animaux sauvages. Les pâturages sont partagés entre les animaux sauvages et les animaux domestiques. Ces derniers peuvent transmettre leurs maladies aux animaux sauvages. Cependant l'envahissement du PNSO par les bergers transhumants, l'égavage des arbres et le package des bétails par les bergers constituent les principales menaces sur les ressources végétales. En effet, sur les parcours de transhumance, les éleveurs émondent systématiquement certaines espèces fourragères telles que *Azelia africana*, *Ficus sp* et *Acacia sibeiriana*. Cet égavage abusif abîme le paysage et diminue aussi le recouvrement global du sol.

Le caractère annuel de cet égavage fait perdre aux plantes les possibilités naturelles de renouvellement de ses surfaces foliaires et de reproduction à travers l'absence de la production des graines.

### 3.2.3. Déforestation, Fragilisation des terres et la pollution

Le phénomène de l'orpaillage est une menace capitale pour les ressources biologiques du Parc National de Sena-Oura. L'exploitation artisanale et mécanisée de l'or dans le parc et les rivières aurifères. Certaines des zones du parc telles que le village Yapala (situé à l'intérieur du parc) transfrontalier avec le

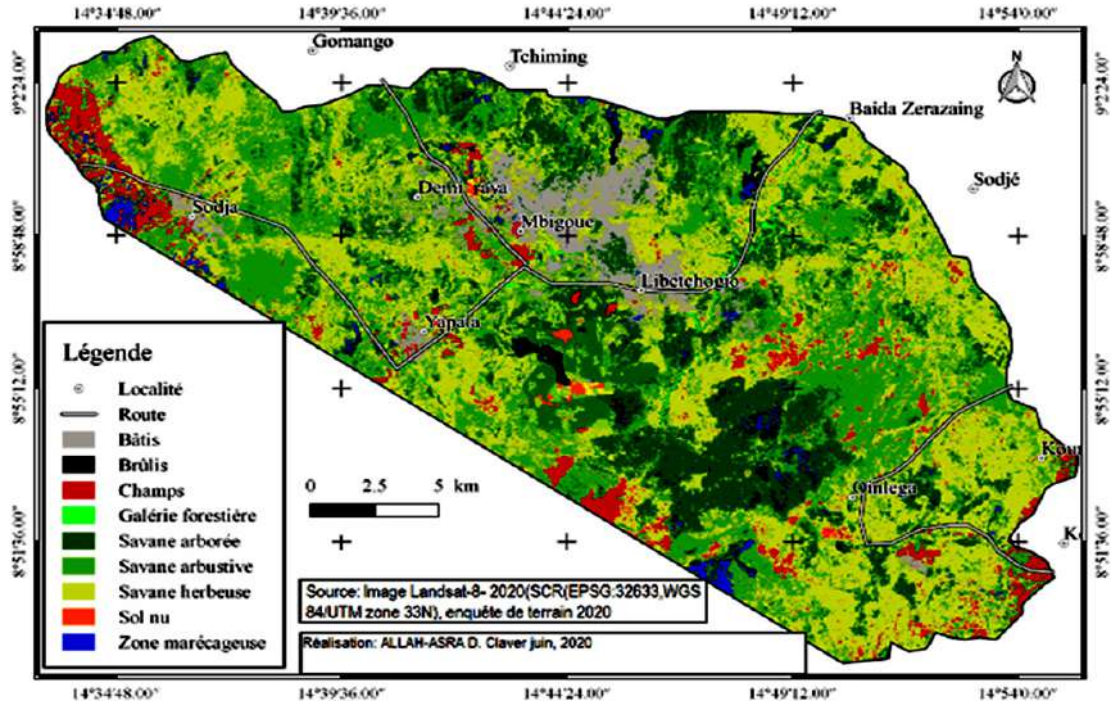


Figure 4 : Occupation du sol dans le Parc National de Sena-Oura en 2020

Tableau 3 : dynamique de l'occupation du sol en 2010 et en 2020

Classe	Superficie en 2010	Proportion en 2010	Superficie en 2020	Proportion en 2020
Forêt galerie	1 853,7	3%	1 753,2	2%
Savane arborée	11 083,3	15%	8 551,2	11%
Savane arbustive	21 310,2	29%	16 779,2	23%
Savane herbeuse	20 206,8	27%	27 373,9	37%
Zone marécageuse	2 955,3	4%	4 528,3	6%
Sol nu	2 290,3	3%	2 632,3	4%
Brulis	1 877,9	3%	1 800,2	2%
Champs	8 913,5	12%	5 413,2	7%
Bâti	3 048,6	4%	4 621,2	6%
<b>Total</b>	<b>73 539,6</b>	<b>100%</b>	<b>73 539,6</b>	<b>100%</b>

Cameroun est fortement touché par l'orpaillage. Le processus qu'utilise les orpailleurs nuit gravement car les poissons, les animaux, les carnivores et les plantes vivants dans ces zones sont contaminés ou exterminés. Ce paysage jonché de fosses abandonnées et non refermées empêche la mobilité de la faune sauvage, et constitue un danger pour cette faune qui peut se faire piéger dans ces fosses. Ainsi, la faune sauvage, en danger n'a d'autres choix que de désertter les sites d'orpaillage en raison de la destruction et de la perturbation de leurs habitats.

A cause de l'exploitation alluvionnaire, que ce soit sur les versants ou au niveau des galeries forestières, plusieurs essences sont exposées à l'exemple de : *Daniellia oliveri*, *Diospyros mespilliformis*, *Khaya senegalensis* ; ces espèces sont exploitées pour la construction des campements d'orpailleurs, soit comme bois de chauffe ou encore comme piquet de soutènement des galeries. Cette dégradation s'observe par la présence des puits miniers et en tas de terre en cours d'utilisation ou abandonnés après exploitation remarquables sur le sol ; compaction et le

lessivage des sols qui peuvent empêcher durablement la régénération spontanée voire impossible sur certains sols livrés au lessivage et à la dégradation par le processus d'extraction. La photo 1 illustrent l'exploitation de l'or dans le parc.

### **3.2.4. Diminution et disparition de certaines espèces fauniques**

La destruction des habitats naturelles est menacé sous l'effet de l'exploitation forestière ou minière, de l'agriculture intensive à laquelle s'y ajoute la surexploitation, la pollution, les espèces invasives, les maladies, ainsi que le changement climatique. Le PNSO et sa zone périphérique, vue leur position transfrontalière, sont soumis à divers types de braconnage. Les grandes, moyennes et petites antilopes sont les plus concernées. Le braconnage de la faune est pratiqué aussi bien par les populations riveraines pour la consommation et pour le troc avec les étrangers. Ce qui est un problème majeur pour la préservation des espèces animales présentes dans le parc; certains animaux sont tués pour quelques parties de leurs corps comme les défenses d'éléphants par exemple.

#### **•L'état du PNSO en 2010 2020**

les figures 3 et 4 présentent une idée sur l'état de l'évolution des écosystèmes du Parc National de Sena Ora en commençant par l'année 2010 et 2020. L'exploitation des cartes d'occupation du sol à partir de ces images a permis d'identifier le niveau de régression et de dégradation des unités de surface à travers les activités humaines.

#### **• Dynamique Occupation du sol dans le Parc National de Sena-Oura 2010 et 2020**

La dynamique de l'occupation du sol entre ces deux périodes montre que la savane arborée et la savane arbustive ont régressée respectivement de 4% et 6% au profit de la savane herbeuse qui a progressé de 10% (tableau 3). Cette situation résulte de la recherche perpétuelle des nouvelles terres propices à l'agriculture.

### **4. Discussion**

Les résultats issus de ces travaux présentent l'agriculture comme la principale pression anthropique exercée sur les ressources naturelles du Parc National Sena Ora, cette situation s'explique par le fait qu'il n'existe presque plus de lopins de terres autour du PNSO, ce qui oblige les villageois à empiéter sur le domaine du parc. Ainsi, sans

agriculture, il est impossible de survivre affirme les riverains. Pour les exploitants, la coupe serait une pression de plus faible niveau, car les forêts sont déboisées pour faire l'agriculture et l'élevage principalement. Ces résultats sont similaires à ceux des travaux menés par Fadimatou (2002) sur l'étude des impacts des utilisations des ressources naturelles dans le Parc National du Faro et sa zone périphérique où les champs agricoles ont occupé 64,4 ha de la superficie de cette aire protégée. Comme illustre la figure 2. La famine et la pauvreté comme la principale cause de pression anthropique exercée sur les ressources naturelles du Parc National de Sena Ora. Ces causes expliquent par le fait que les populations sont à la recherche des revenus agricoles de subsistance et des bénéfiques. Ce qui porte atteinte à la conservation de la nature Ces résultats corroborent ceux obtenus par Djankoua cité par Tsakem (2006). Au cours de ses travaux, ce dernier déclare que les ressources naturelles du Parc National de la Bénoué connaissent une régression due au fait que les populations riveraines sont assez pauvres et tirent l'essentiel de leurs subsistances des zones protégées. Ce qui entraîne la régression des terres réservées à la faune, la destruction du couvert végétal et la réduction des espèces animales (Tagueguim, 1999).

### **5. Conclusion**

Le souci majeur ayant animé et guidé ce travail de recherche est de contribuer à la Conservation de la diversité biologique du Parc National de Sena Ora à travers l'identifications et la caractérisation des pressions anthropiques s'exerçant sur les ressources naturelles du Parc National de Sena Ora. Plus précisément il a été question d'identifier les différentes pressions anthropiques exercées sur les ressources naturelles du Parc ainsi que leurs causes, de déterminer les manifestations de ces pressions anthropiques et de proposer des mesures durables en vue d'enrayer ou de limiter ces pressions anthropiques sur le Parc National de Sena Ora. Plusieurs pressions anthropiques sont exercées sur le Parc National de Sena Ora. Il s'agit de l'agriculture 33%, l'élevage 18%, l'orpillage 3%, les feux de brousse 2%, le braconnage 21%, la coupe de bois 16% et la récolte des Produits Forestiers Non Ligneux 7%. Diverses causes sont à l'origines des pressions anthropiques qui s'exercent sur les ressources naturelles du Parc National de Sena-Oura elles ont eu des répercussions sur ce dernier.

## Références

- Bemadjim, (2015)**. Rapport sur inventaire terrestre par échantillonnage des grands mammifères du parc national de Sena-Oura – Tchad, Pala. 40P
- Deuxième Recensement General des Populations et de l'Habitat (RGPH2), (2009)**. Résultat du RGPH2 par Sous-Préfecture de Ndjamen. Tchad. 41p.
- Daignel, J. (2020)**. Problématique de gestion du Parc National de Sena Oura, (*mémoire*) Université de Maroua Cameroun. 90,92p.
- Fadimatou, B. (2002)**. Impact des utilisations des ressources naturelles dans le parc national du Faro et sa zone périphérique. (*Mémoire*), Université de Dschang, FASA. 59p.
- FAO (2012)**. Infographie sur les forêts de notre planète : menaces et enjeux. Consultée le 10 Janvier 2020, en ligne sur <https://www.especemenacees.fr/actualites/les-forets-de-notreplanete> .
- FIDA (2008)**. Les droits collectifs des peuples autochtones sur les terres, les terroirs et les ressources naturelles. 23P.
- Gunnell, Y. (2009)**. Ecologie et société : repères pour comprendre les questions de l'environnement, Armand Colin, Paris, 415 p.
- Mbayngone, E. et Thiombiano, A. (2011)**. Dégradation des aires protégées par l'exploitation des ressources végétales : cas de la réserve partielle de faune de Pama, Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) *researchgate* n° 66(03) p187-202. Doi 10.1051 ! frut\$2011027
- Ngaryam, B. (2016)**. Problématique de la gestion durable de la biodiversité au Tchad : impact des aires protégées sur les zones périphériques – cas des parcs nationaux de Manda et Sena-Oura, (Thèse de doctorat). Université de Paris ,365p.
- République du Tchad (2009)**. Plan d'aménagement du complexe binational Sena Oura – Bouba Ndjida, N'Djamena, *Ministère de l'Environnement et de L'eau*, 196p.
- République du Tchad (2015)**. Plan d'aménagement du parc national de Sena Oura élaboré par le Ministère de l'Environnement et de L'eau et de pêche et la Direction de la conservation de la faune et des aires protégées 187p.
- Tagueguim, E. (1999)**. Anthropisation et utilisation des ressources naturelles dans les zones d'intérêt cynégétique autour d Parc National de la Bénoué. Cas du village Sakjé dans le ZIC1 *Mémoire de fin d'étude*, FASA/Uds.83p
- Tsakem, S.C. (2006)**. Contribution à l'aménagement du Parc National de la Bénoué et au Développement Rural des Zone d'Intérêt Cynégétique à Cogestion (N°1 et 4) au Nord Cameroun. *Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion des Ressources Animales et Végétales en Milieux Tropicaux*. Université de liège Belgique.68p
- Poisson, J. (2009)**. Impact de la gestion participative sur l'efficacité de conservation dans les parcs nationaux des pays sous-développés, (*Mémoire*) Université de Sherbrooke, Québec, Canada. 83p.
- République du Tchad (2019)**. Plan d'Aménagement du Parc National de Sena-Oura (20192029) élaboré par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche et la Direction de la conservation de la faune et des aires protégées 187P.
- République du Tchad (2006)**. 3ème Rapport National sur la diversité biologique, N'Djamena, *Ministère de l'Environnement et de l'Eau*, 150 P

## Imageries et cartographie du bocage en pays Bamiléké (Cameroun) : aperçu de la dynamique du paysage à Tserhem (Bandjoun), dans la Région de l'Ouest au Cameroun

Tatuebu Tagne C.<sup>1</sup>, Etouna J.<sup>2</sup>, Defo L.<sup>1</sup> et Bopda A.<sup>3</sup>

(1) Département de géographie, Université de Yaoundé I, Cameroun / e-mail : claudetagne86@gmail.com

(2) Institut National de Cartographie, Cameroun

(3) Université Le Havre, France

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550313>

### Résumé

L'accès aux imageries anciennes et aux données open sources offre aujourd'hui des perspectives intéressantes pour découvrir l'originalité du paysage de bocage bamiléké, appréhender son évolution et mener de nouvelles observations sur l'aménagement de l'espace en terroir Bamiléké au Cameroun. Cette étude s'appuie sur un croisement de sources multiples afin de comprendre l'état et l'évolution du paysage bocager. Les résultats

montrent un bocage en forte dégradation qui exprime des mutations socio-spatiales contemporaines dans la région. En effet, de 1955 à 2018, 45% des lignes de haies vives qui existaient ont été détruits à Bandjoun. Cette dégradation est liée aux facteurs comme la densification du bâti, le système agraire qui n'est plus associé à l'élevage, la recherche du bois énergie et la sécurisation foncière basée sur l'immatriculation.

**Mots-Clés** : bocage, cartographie, haie vive, paysage, terroir Bamiléké

### Abstract

Access to archive images and open source data today gives interesting perspectives to discover the originality of enclosed landscape in the bamiléké area. This helps studying the dynamic and conducting new observations on the space management of the Bamileke region in Cameroon. This study rely on the piling of multiple images sources to understand its state and evolution of the hedgerow landscape. Results

show a hedgerow in strong degradation which expresses contemporary socio-spatial mutations in the region. Indeed, from 1955 to 2018, 45% of hedges lines existing were destroyed in Bandjoun. This degradation results from factors such as the densification of buildings, the agrarian system that is no longer associated with breeding, the search for wood energy and land security based on registration.

**Keywords** : hedgerow, cartography, live hedge, landscape, Bamileke region

### 1. Introduction

Au Cameroun, chaque groupe social, par ses activités et les spécificités du milieu physique développe ou remodèle le paysage géographique. Le terroir Bamiléké dans la Région de l'Ouest, jadis fut réputé par son paysage bocager. Par la pratique des haies vives, le système agraire Bamiléké, comme celui de certains pays d'Europe occidentale (France, îles britanniques), alliait les activités agropastorales avec la conservation durable de l'environnement malgré les fortes densités de populations (Fotsing, 1994). Ce paysage bamiléké était caractérisé par la combinaison de peuplements de raphia dans les

bas-fonds, d'un maillage de l'espace cultivé sur les interfluves et de ligne de haies vives (Dizain, 1953; Hurault, 1962 ; Dongmo, 1971, Gautier 1992 et 1994). Mais, depuis quelques décennies, ce système agraire traditionnel des bamilékés s'est désorganisé progressivement (Hurault, 1970). Le paysage bocager autrefois largement entretenu et conservé s'est dégradé (Tchindjang et al., 2010 ; Njombissi Petcheu, 2015). Les haies ont beaucoup régressé, entraînant une transformation du paysage bocager. Quels sont les facteurs ayant affecté le bocage Bamiléké ? Ce constat fonde la problématique qui conduira à analyser les déterminants de cette dégradation bocagère et

se reconstruira par une cartographie dynamique. Cette dernière nécessite des données multi dates de qualité. Or, l'accès à des données multi-temporelles (Morant et al., 1995 ; Morant, 1999), multi-spectrales et l'utilisation d'une méthodologie appropriée rendent difficile ce travail. Cette étude se fonde sur l'hypothèse selon laquelle l'exploitation des cartes anciennes, des photographies aériennes, des données en ligne et un recours au terrain peuvent permettre de cartographier et d'analyser la dynamique du paysage bocager bamiléké. Pour ce faire, quelles méthodes apparaissent pertinentes pour évaluer l'état actuel des haies vives en terroir bamiléké ? L'objectif de ce travail est d'utiliser et d'exploiter les données disponibles pour comprendre l'état et l'évolution dans l'espace des formations bocagères dans une zone pilote en l'occurrence Tserhem (Bandjoun) entre 1955-2018. Après un positionnement scientifique sur les fonctionnalités du bocage et la diversité des approches d'analyse spatiale et de sa cartographie, la réflexion portera sur les sources données disponibles et leur exploitation, les résultats obtenus et une discussion qui met l'accent sur les méthodes de cartographie et d'analyse de la dynamique du paysage bocager.

Le bocage renvoie à un paysage d'enclos végétaux associés à un habitat dispersé, à un dense réseau de chemins, à un régime agraire individualiste et à une forme relativement massive et irrégulière des parcelles (Brunet, 1992). C'est donc le résultat d'une organisation particulière du terroir agricole (Baudry et Jouin, 2003). Les haies sont composées d'un mélange

d'espèces choisies en fonction de leurs valeurs productives et économiques et de leurs particularités socioculturelles. Les plantes les plus fréquemment employées en terroir Bamiléké sont le *Ficus*, l'*Oracena* et le *Dracaena* (Dongmo, 1971). Les haies les plus anciennes sont arborées. Elles caractérisent les terrains les plus anciennement occupés. Les clôtures les plus jeunes n'ont pas d'arbres et traduisent une appropriation ou une délimitation récente des unités d'occupation de l'espace (Dongmo, 1971). En plus, des arbres de la haie en terroir Bamiléké, l'arboriculture liée aux arbres fruitiers (colatiers, safoutiers, avocats, etc.) occupe une place importante dans le paysage local. Les variétés et les densités des espèces varient en fonction de l'importance que leur accorde le propriétaire de la parcelle.

Vu sur les photographies aériennes ou sur les images Google Earth, le réseau de haies apparaît comme une mosaïque serrée, continue sur les versants dans les espaces où l'habitat est dispersé, discontinue dans les zones de concentration de l'habitat et les sommets des versants. Les haies sont soit parallèles, soit perpendiculaires aux courbes de niveau. Les figures formées par les lignes de haies dans le paysage sont toutes polygonales : rectangles, carrés, trapèzes et parfois des triangles comme on peut observer sur la figure 1.

Les haies du bocage Bamiléké ont été établies grâce à un système de production agropastoral bien adapté (association petit élevage et agriculture), un habitat dispersé et un système de propriétés foncières individualistes (Hurault, 1962 ; Dongmo, 1971; Tchindjang et al., 2010). Les haies vives sont les



a) Vue sur photographie aérienne

Source : Photo N°071mission NB-32X1-1D-200. IGN 1965

B) Vue sur Google Earth (Images Airbus, 2019)

Figure 1: Aperçu du paysage bocager bamiléké (Bandjoun)

éléments qui façonnent l'organisation du terroir. Elles constituent un élément culturel dont les retombées sur le plan agricole, économique, environnemental et énergétique contribuent à l'épanouissement de la population et à la lutte contre la pauvreté (Tatuebu, 2020). À cet effet, les haies jouent un rôle multifonctionnel (juridiques, culturelles, identitaires, écologiques et esthétique, protectrice, socio-éducatif) et ces fonctions peuvent être jouées simultanément ou successivement. Les plus importantes sont leurs fonctions de limite (Diziain, 1953 ; Dongmo, 1971 ; Maury Régis, 1992 ; Vannier, 2011 ; Tchindjang et al., 2010 ; Njombissié Petcheu, 2015). Les haies périphériques de la concession, différentes des haies intérieures qui séparent les parcelles et limitent les unités d'occupation, permettent de délimiter les propriétés et les concessions des populations (Dongmo, 1971). Dans un contexte où la rareté relative de la terre et les fortes densités humaines sont à l'origine d'une compétition élevée pour le sol, les haies sont l'élément qui marquent la limite de la propriété foncière. Quand une personne acquiert une propriété, elle l'entoure aussitôt de haies pour marquer sa possession.

La production de bois de chauffage et du bois d'œuvre est une autre fonction des haies (Hurault, 1970 ; Baudry et al., 2000 ; Tchindjang et al., 2010 ; Njombissié Petcheu, 2015). Les populations bamiléké, dans le souci de ne jamais manquer de bois de chauffage plantent et entretiennent les arbres. En plus des branches mortes, elles élaguent annuellement les arbres en saison sèche (novembre-mars) pour obtenir le bois dont elles auront besoin. À l'exception des petites poches de bois sacrés que l'on trouve proche des résidences des chefs, les haies vives constituent les seules réserves de bois de feu et de bois d'œuvre dans la région.

Les haies vives jouent également un rôle anti érosif (Dongmo, 1971 ; Soltner, 1995 ; Pointereau et Bazile, 1995 ; Tchindjang et al., 2010 ; Njombissié Petcheu, 2015) dans la mesure où elles brisent la vitesse des vents, freinent le ruissellement des eaux et piègent les transports solides lorsqu'elles sont horizontalement renforcées de nervures de raphias et limitent l'érosion.

Ce sont les haies vives qui rendaient possible l'association élevage et agriculture dans cette région du Cameroun. Il s'agissait ici des "haies-enclos" (Dongmo, 1971 ; Vannier, 2011). Elles servaient à enfermer les bêtes (porcs, moutons, chèvres) dans

des enclos. Leur agencement délimitait des chemins de circulation du bétail des abords des cases aux pâturages communs des sommets. Les clôtures périphériques empêchaient les bêtes qui viendraient à sortir de leur enclos d'aller ravager les champs des voisins. Par ailleurs, les feuilles de certaines espèces d'arbres des haies concourent à l'alimentation des chèvres et moutons.

Le bocage joue un rôle socio-éducatif et culturel dans la mesure où l'entretien des clôtures constituait une des étapes indispensables de l'éducation des jeunes hommes avant le développement de la scolarisation occidentale (Tchindjang et al, 2010 ; Tatuebu, 2020). Corridor écologique (Baudry, 1985 ; Bennett, 1998 ; Burel et Baudry, 1995 ; Boissinot, 2009), le bocage joue le rôle d'abri pour bon nombre d'animaux (Boissinot et al. 2014) et d'espèces végétales (Boissinot et al. 2013 ; Lourdaï et al. 2015) et permet leur conservation. Il crée un micro-climat au niveau local et contribue à la fertilisation des sols et à l'épuration de l'eau (Blandin et Lamotte, 1988).

### **Quelques approches de l'analyse spatiale et de la cartographie du bocage**

L'analyse spatiale du paysage agricole et particulièrement le bocage et les haies intéressent de nombreux chercheurs depuis plusieurs décennies. Selon Merot et Bridet-Guillaume (2006), le nombre d'articles sur les haies en France est en très nette augmentation depuis 1995. Marguerie et al. (2003), précisent que « dans les années 1950-1960, le bocage est fortement étudié par des géographes comme Meynier, Julliard, de Planhol et Flatrès. Au Cameroun, les études relatives à ce sujet ont été réalisées par de nombreux chercheurs (Diziain, 1953 ; Hurault, 1962 ; Dongmo, 1971 ; Gautier, 1992 ; Tchindjang et al., 2010 ; Youta Happi, 2013). En Europe et en Afrique, ces chercheurs ont concentré leurs investigations sur l'origine, la description, l'évolution du parcellaire bocager et la modélisation de la diffusion du bocage (Tchawa, 2016) . Cette description se fonde sur les observations et la photo-interprétation avec l'utilisation des techniques de la stéréographie en cartographie.

Depuis l'avènement de la télédétection, plusieurs méthodes sont utilisées. On note dès les années 1980 l'utilisation des méthodes de reconnaissance du bocage par télédétection (Bariou, 1984 ; Legrand, 1986 ; Le Dû, 1995 ; Dubreuil, 1992 ; Fosting et Chaume, 1995 ; Njombissié Petcheu, 2015) qui

permettent d'étudier, de cartographier les paysages et de l'analyser par SIG (Hubert-Moy et al., 1995). Néanmoins, ces images et leurs techniques d'analyse ne permettent pas suffisamment d'extraire des réseaux de haies bocagères au regard des résolutions spatiales de certains capteurs (Morant, 1999). Ce dernier recommande de ce fait une exploitation conjointe des données satellitales et aériennes et un recours à des vérifications sur le terrain pour l'étude et la cartographie de la structure des unités bocagères. Cepraz et al. (2016), utilisent deux méthodes complémentaires : celle fondée sur les dires d'experts qui s'appuie sur des constatations de terrain et une méthode statistique qui permet de calculer l'indice de présence de l'aurole bocagère et d'obtenir les variables quantitatives, pour faire la typologie des auroles bocagères et déterminer leur état. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'analyses sur le terrain et de mesures sous SIG, grâce aux photographies aériennes. Morin et al. (2019), dans leur démarche pour caractériser et suivre qualitativement et quantitativement les haies et le bocage en France, proposent la fusion de deux bases de données (BD TOPO et le RPG) existantes pour produire la couche de haies linéaires ; ce qui permet de calculer par maille kilométrique un certain nombre d'indices des trames bocagères (densité, connectivité, etc.). La validation des résultats obtenus passe par leur comparaison à d'autres données disponibles sur les bocages et feront l'objet de consultations auprès des propriétaires sur le terrain.

Au Cameroun, les recherches sur la disponibilité des données pour la cartographie du bocage n'ont pas intéressé assez de chercheurs après les années 1980, raison pour laquelle une étude comme celle-ci se heurte au manque de disponibilité des sources de données cartographiques, à leur piètre qualité et à l'absence de méthode adéquate pour exploiter ces données. La présente étude se situe dans la perspective d'utilisation des données de sources diverses pour cartographier la dynamique du paysage bocager Bamiléké avec un questionnement central sur les sources de données à utiliser, leur accessibilité et les méthodes d'exploitation.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Le terroir Bamiléké est situé dans la Région de l'Ouest au Cameroun et se caractérise par une très forte densité de la population. Il est l'une des régions les plus peuplées du pays. Sa densité moyenne est passée de 168,72 habitants au km<sup>2</sup> en 1987 à plus de 201,69 habitants au km<sup>2</sup> en 2005 (MINEPAT, 2017). Les zones habitées, à la différence des zones de très fortes pentes, se caractérisent par une intense mise en valeur qui associe les arbres, les cultures et l'habitat.

Bandjoun, fait partie des 102 chefferies que compte le terroir Bamiléké. Il est situé au centre du pays Bamiléké, entre les 5° 16' et 5°27' de latitude Nord et les 10°12' et 20°35' de longitude Est (figure 2). Sur le plan du milieu physique, Bandjoun a un relief de plateau avec 1 400 mètres d'altitude moyenne, un

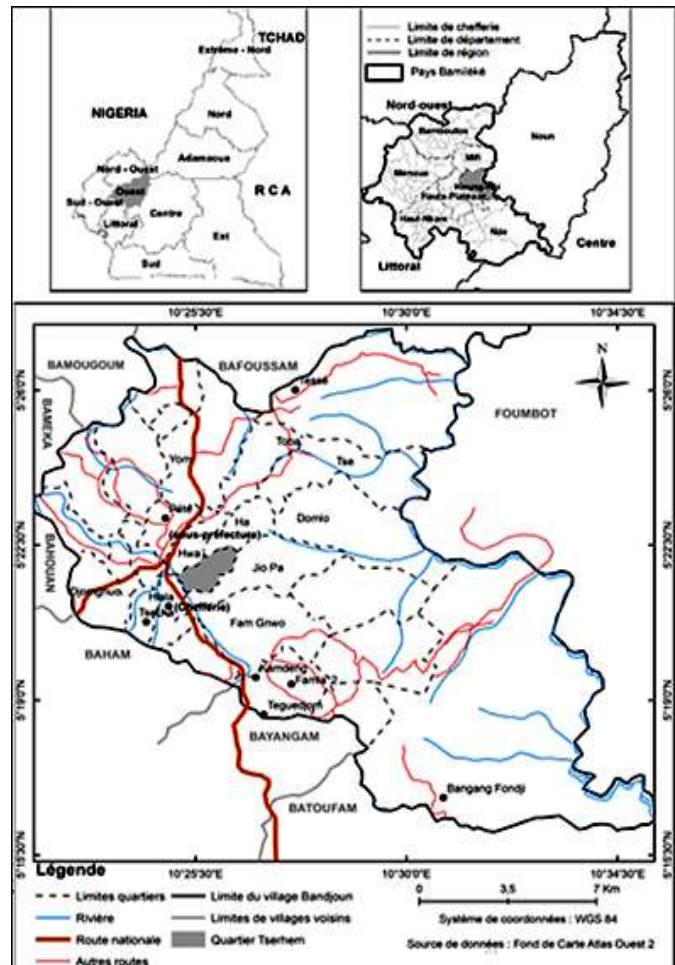


Figure 2: Localisation de la zone d'étude



climat de mousson (Suchel, 1988) et une végétation profondément modifiée par l'occupation humaine (Letouzey, 1985).

Décrit par Barbier (1983) comme la première chefferie bamiléké, Bandjoun n'a pas subi les déplacements forcés de la population liés à la guerre de l'indépendance (1960-1961) qui a désorganisé le système agraire bamiléké. En effet, cette guerre a conduit aux déplacements et regroupements forcés de la population dans plusieurs chefferies du pays Bamiléké. Ces interventions du pouvoir colonial avaient privé le bocage de la main-d'œuvre dont il a besoin (Barbier, 1983) et furent ainsi, à l'origine de l'abandon et du non entretien des haies et par conséquent, de la décadence du bocage.

Dans la chefferie de Bandjoun, l'intense activité a demeuré fidèle à l'habitat dispersé et lui a permis de continuer d'associer le petit élevage à l'agriculture (Hurault, 1970). Elle a continué à se distinguer près de deux décennies après la guerre, par la forte densité de sa population (sup. à 200 hbts au km<sup>2</sup>) et par une concentration des lignes de haies vives dans

l'espace à plus de 80% comme en témoignent les écrits et ou les illustrations sur l'occupation du terroir (Diziain, 1953 ; Hurault 1970 ; Dongmo, 1971). Mais après la crise économique de la fin des années 1980 qui a incité les populations à s'impliquer plus dans l'agriculture vivrière marchande et d'avoir besoin de plus d'espace, les haies de cette chefferie sont en diminution considérable.

Le paysage bocager de la région s'est adapté à l'évolution de la société et aux mutations des systèmes de production. En effet, le profil d'occupation spatiale du paysage bocager en terroir bamiléké tel que décrit par certains auteurs (Hurault, 1970; Dongmo, 1971 ; Gautier, 1992 et 1994; Fotsing, 1994) se caractérisait par des zones habitées marquées par la pratique de la polyculture associée au petit élevage (chèvres, porcs, volailles). L'étagement de la mise en valeur du bas du versant vers le sommet était caractérisé par trois types d'occupation bien distincts: les bas-fonds occupés par les raphiales ; les parties intermédiaires dévolus à l'habitat et aux différentes cultures (vivrières et rente) auxquelles il faut ajouter les arbres fruitiers;



**Figure 3 : Colonisation des sommets de collines par le bâti en pays Bamiléké**

(Sources : (A) Photo Auteurs, 2019 ; (B) 1964 : Photo NB-32X1-1D-200 N°087. IGN ; (C) 2018 : Google Earth



**Figure 4 : Aspect du terroir Bamiléké (Bandjoun). Diziain (1953)**

les parties supérieures des versants portaient des pâturages pour les caprins, par endroit il pouvait aussi y avoir des champs vivriers. Un dense réseau de pistes, qui existe toujours, relient les concessions et les différents habitats dispersés dans le paysage. De nos jours, avec le quasi abandon du petit élevage, la pression foncière et la rurbanisation des campagnes, les espaces jadis pâturages ou certains sommets de collines (figure 3) sont tous colonisés par le bâti et les champs (Tatuebu, 2020).

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Source des données

Les données exploitées pour cette étude sont de plusieurs types : documentaires, archivistiques, open source et observations de terrain. La disponibilité des données a permis de retenir le site de Tserhem à Bandjoun (figure 2) pour mener les recherches. La raison qui justifie ce choix est qu'il est un ancien terrain de recherche de Jean Hurault dans les décennies 1950-60. Les cartes réalisées par cet auteur font partie des données de référence de cette étude. Les données archivistiques utilisées sont de plusieurs types : la carte topographique, les cartes thématiques et les photographies aériennes.

La carte topographique de Bafoussam Id. Feuille NB-32-XI-Id à l'échelle 1/50 000 a permis d'appréhender l'occupation du sol. Elle couvre en effet la même zone que les photographies aériennes et les cartes thématiques utilisées. Carte réalisée à partir de la couverture aérienne verticale de 1949, elle est publiée



**Figure 5 : Aspect du terroir Bamiléké (Tserhem-Bandjoun). Hurault (1970)**

par l'Institut Géographique National (IGN) en 1956 et est disponible en accès libre sur internet, sur le site de l'ORSTOM devenu l'IRD.

Des cartes thématiques présentant les aspects du terroir bamiléké, particulièrement le bocage, ont été collectées dans de nombreux documents disponibles sur internet : Diziain, 1953 (figure 4); Hurault, 1970 (figure 5); Dongmo, 1971 ; Nguela, 1980. Ces documents sont en accès gratuit.

Le texte de Diziain (1953) duquel a été obtenue la figure 4 ne fournit pas la date de la couverture aérienne à partir de laquelle a été réalisée cette carte. Mais étant donné que la première couverture aérienne de la région date de 1949 et que la mission 033 A. E. F de 1950 – 51 ne ciblait que la zone de Dschang et aussi, au regard de l'année de publication de ce texte, cette carte serait obtenue à partir de la couverture de 1949. Les éléments de repère identifiés sur cette carte pour pouvoir faire la relation avec d'autres cartes de l'époque sont : la structure des haies vives, le réseau routier, les raphias dans les bas-fonds, des points de repères comme la chefferie (a) et la paroisse Sainte Thérèse (b).

La carte de Hurault (figure 5) sur l'exemple de l'organisation du terroir en pays Bamiléké a été aussi exploitée. Elle est extraite du document L'organisation du terroir dans les groupements Bamiléké publié en 1970. Elle montre les unités d'occupation du paysage et les éléments de délimitation. Cette carte à l'échelle du 1/20 000, a été réalisée à partir des photographies de la mission 017/150. A.E.F. de 1955, mais elle manque aussi de référence spatiale. Deux

autres cartes de la même zone ont été exploitées. Il s'agit de la carte réalisée par Dongmo (1971) qui est à l'échelle du 1/20000e et a été réalisée à partir de la photographie aérienne NB-32X1-1D-200 N°113 de l'IGN de 1965 et celle de Nguela (1980). La recherche sur internet a été d'une importance déterminante pour l'obtention de ces cartes anciennes. Elles sont numérisées et non dégradées.

Pour ce qui est des photographies aériennes, plusieurs missions aériennes ont permis d'avoir la couverture de l'ensemble du terroir bamiléké et de la zone d'étude en particulier (1949, 1964/65 et 1984). Des missions bien ciblées, à l'exemple de la mission 033 A. E. F de 1950-51 et de la mission: 017/150. A.E.F de 1955 ont permis d'avoir les photographies de certains secteurs. Celles utilisées dans cette étude sont les numéros 087 et 088 de la couverture aérienne de 1964-1965, réalisée par l'IGN et obtenues à l'Institut National de Cartographie (INC) de Yaoundé. Elles ont une résolution de 0,8 mètres et intéressantes pour réaliser la cartographie de l'occupation du sol (forêt, bâti, tracé des pistes, zones cultivées, etc.). Les photographies de 1984 réalisées par l'ONADEF (Office National de Développement des Forêts) n'ayant été ni numérisées ni conservées, elles n'ont pu être obtenues en raison de la dissolution de l'ONADEF, la liquidation de ses équipements et du non-transfert des archives.

Les images satellitaires récentes de très haute résolution spatiale (THRS) du capteur Airbus du 21 décembre 2018 ont été téléchargées gratuitement dans la base de données de Google Earth. Ces données ont permis de dresser la situation du réseau des haies et du paysage bocager dans la zone retenue. Une comparaison avec la situation des années 1950/1960 permet de mettre en évidence certains phénomènes tels que la croissance urbaine, l'extension du bâti, la régression des lignes de haies vives.

Une mission de terrain (trois semaines) en mars 2019 à Tserhem, dans le cadre des recherches sur les déplacements forcés des populations au Cameroun (1955-1971), a permis de parcourir les parcelles, de faire des prises de vue photographiques pour illustrer l'état du bocage et d'échanger avec une quarantaine de paysans propriétaires des parcelles sur les facteurs de dégradation des haies dans le paysage. Des levées GPS sur le terrain ont permis d'avoir des points de calage pour faciliter le géoréférencement des données anciennes.

### 2.2.2. Difficultés d'exploitation

Les « cartes » thématiques collectées n'ont aucune référence spatiale. L'échelle de ces cartes varie de l'une à l'autre. Elle est fonction de l'information transmise par l'auteur. L'hétérogénéité de ces documents (sources, dates, échelle,) est un paramètre à prendre en compte avant leur utilisation. En effet, si le géoréférencement dans le logiciel SIG (Système d'Information Géographique) à partir des points d'appuis communs identifiés (cours d'eau et intersections routières) sur le terrain et les cartes, a permis de les superposer, (cas des figures 4 et 5), d'autres cartes sont inutilisables. En effet, certaines sont des dessins réalisés à la main (figure 6) rendant de ce fait l'exploitation cartographique des haies vives qui s'y trouvaient et leur superposition dans le SIG très difficile. Elles n'ont donc pas été utilisées pour cette étude. La disponibilité des données et les possibilités de superposition dans le SIG ont ainsi permis de délimiter la zone d'étude.

Les conditions de conservation approximatives des photographies aériennes n'ont pas toujours facilité



Figure 6 : Dispersion anarchique de l'habitat et du bocage dans la chefferie Bandjoun (Dongmo, 1971)

leur exploitation. La connaissance de terrain a été parfois utile pour déterminer la référence spatiale de la photographie. De plus, elles n'ont pas été numérisées et d'autres étaient abimées par la moisissure. Par ailleurs, d'autres problèmes rencontrés lors de l'exploitation de ces photographies sont liés aux effets de rayonnement et de distorsions liées à l'angle de prise de vue. La méthode du redressement dans le logiciel SIG a permis de rectifier ces photos.

La combinaison des différentes données collectées a été très difficile en raison des systèmes de projection et de coordonnées différents ou très approximatifs d'une source à l'autre. Toutes ces différentes données (cartes, images et photos) ne permettaient pas une combinaison harmonieuse pour pouvoir extraire l'information utile. Pour contourner ces difficultés, la carte de Hurault (1970) a été retenue comme référence et les autres géoréférencées par rapport à elle. Les limites de cette dernière ont été identifiées sur la carte de Dizain (figure 4) et sur la photographie aérienne. Aussi, les éléments comme les pistes et les cours d'eau présents sur ces fonds de carte s'identifiaient bien sur l'image Google Earth de 2018. On s'est retrouvé ainsi avec des éléments relativement harmonieux pouvant se superposer. Même si les courbures sont différentes, en comparant et en rapprochant ces informations de l'image Google Earth, cela a permis de filtrer et de retenir les profils les plus vraisemblables.

### 2.2.3. Démarche d'exploitation des données

La méthode utilisée pour rendre comparables les cartes anciennes et les images numériques afin de pouvoir les intégrer dans le SIG est le scannage (résolution du scannage 500 ppp). Une fois dans le logiciel SIG, d'autres méthodes devant faciliter leur exploitation sont le redressement et le géoréférencement. Le redressement des photographies aériennes (Vuille, 1949 ; Barge et Saligny, 2015) consiste à rectifier une image oblique pour obtenir en sortie une image verticale corrigée de toutes ou de la plupart des déformations inhérentes à la prise de vue et aux distorsions causées par l'environnement. Pour le géoréférencement, la méthode polynomiale par prise de points d'appui (Barge et Saligny, 2015) a permis d'appliquer un système de coordonnées à ces cartes et photographies afin de les mettre à l'échelle. Après le géoréférencement, la carte et la photographie aérienne ont été importées dans Google Earth pour encore mieux apprécier leurs superpositions aux

images open source. L'interprétation visuelle des photographies aériennes a été ainsi complétée par une image de très haute résolution disponible dans Google Earth.

Pour cartographier le bocage de 2018 dans Google Earth, il a été nécessaire d'ajouter de nouveaux éléments, comme les lignes de haie en sélectionnant ajouter « un trajet » dans la barre d'outils de Google Earth. A la fin de la vectorisation, ces nouveaux éléments ont été exportés en fichier KML vers le logiciel SIG pour les analyses. L'outil de conversion dans le logiciel SIG permet de passer du fichier KML au Layer en ayant au préalable spécifié le système de projection.

La couche en vecteur des informations de la carte des années 1950 a été exportée vers Google Earth pour être rectifiée au regard de l'image du 21 décembre 2018 pour que les deux se superposent au mieux et que les dessins soient le plus précis possible. Les informations importées dans Google Earth au format d'origine .shp prennent le format KML. Après rectification des éléments, la couche est réexportée au format KML et convertie dans le logiciel SIG. Dans le but de créer une base harmonisée et pouvoir utiliser ces données, le choix a été fait de toutes les intégrer dans Arc GIS dans un unique système de coordonnées adapté à la région (WGS\_1984\_UTM\_Zone\_32 N). Ces différentes sources permettent ainsi d'alimenter en informations le SIG, de constituer une base de données et de la mettre "à jour" au moment désiré.

### 2.2.4. Ecueils liés au matériel de recherche

La réalisation de cette étude, s'est heurté à l'absence de données multi-dates, la mauvaise qualité des données cartographiques et photographiques anciennes disponibles et le besoin d'une méthodologie appropriée. L'acquisition des images récentes nécessite des ressources financières considérables et lorsqu'elles sont disponibles gratuitement en open source, elles ont des dates très variables pour le même territoire et de ce fait limitent leur utilisation objective. Néanmoins pour certaines localités, les données multi-dates de sources différentes peuvent être disponibles. C'est le cas de la zone retenue pour cette étude. Même si l'absence des données à des dates intermédiaires constitue la principale limite de l'étude, l'exploitation des données acquises a permis de cartographier les lignes de haie dans le paysage en 1955 et 2018 et de détecter les changements spatiaux.

### 3. Résultats

#### 3.1. Des mutations socio-spatiales comme cause principale de la dynamique du paysage bocager

L'exploitation des données collectées montre une dynamique remarquable du paysage en terroir bamiléké. L'un des facteurs à la base de cette dynamique est les regroupements forcés de la population liés à la guerre de l'indépendance (1959-1962) (Hurault, 1970 ; Barbier, 1983), qui ont entraîné

non seulement la création des camps de regroupement et de nouvelles zones de peuplement, mais surtout le non entretien et l'abandon des haies. 70% des propriétaires de parcelles rencontrés trouvent que la réduction de la main d'œuvre est la principale cause de la non édification de nouvelles haies. Pour 55%, la mutation de la vocation du foncier rural à d'autres utilisations constitue aussi un important facteur de la dynamique. En effet, les nouveaux besoins liés à la rurbanisation de ces campagnes sont à l'origine de

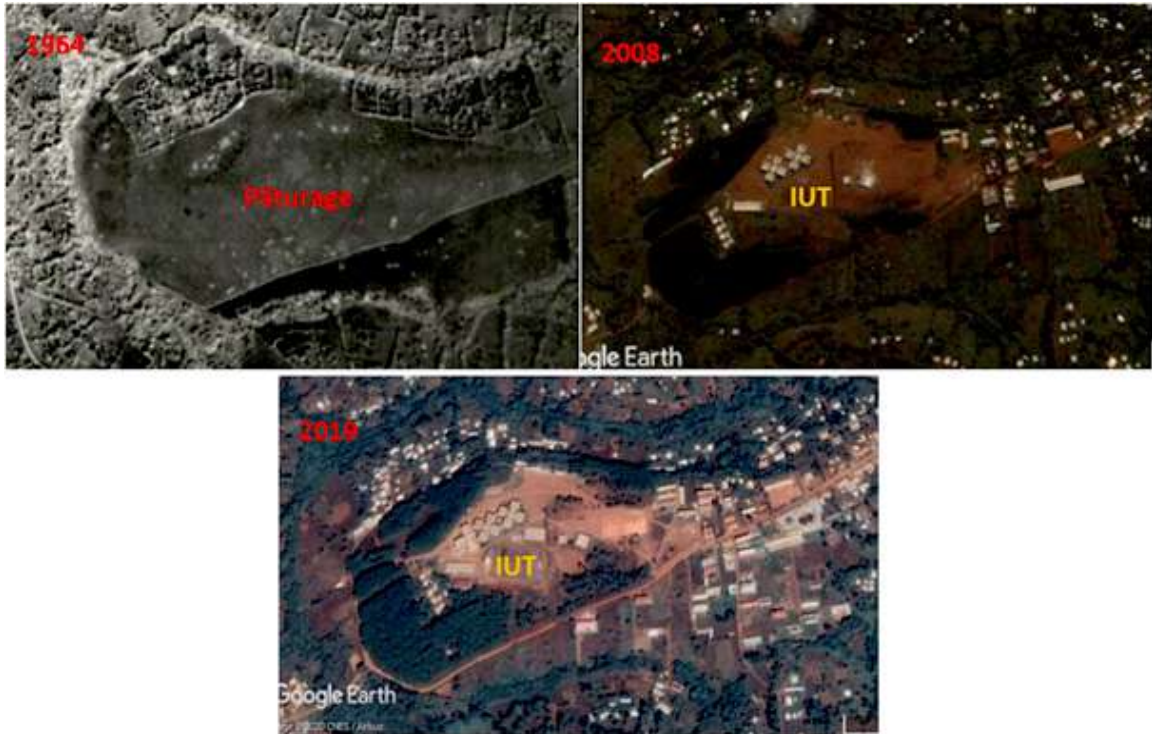


Figure 7: Aperçu des mutations spatiales liées à l'IUT Fotso Victor. Sources : 1964 : Photo NB-32X1-1D-200 N°071. IGN ; 2008 & 2018 : Google Earth

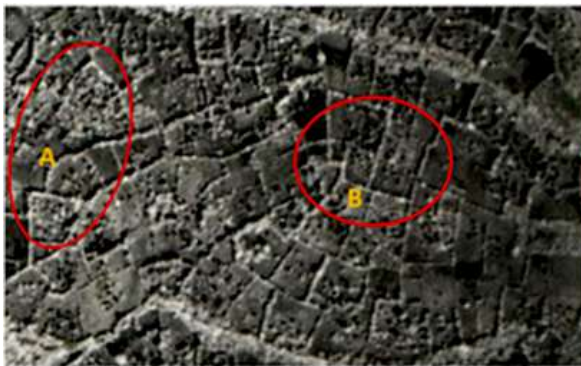


Figure 8 : Aperçu de la zone d'étude en 1965. (Source : mission NB-32X1-1D-200 N°071. IGN)



Figure 9 : Aperçu de la zone d'étude en 2018. (Source Image Google Earth 2018)

la conversion du foncier agropastoral pour l'habitat. Les émigrés construisent très souvent des résidences secondaires et ces propriétés sont marquées par les modes de sécurisation moderne que sont l'utilisation des bornes et des murs en béton. Aussi, certaines personnes qui ont assez de moyens financiers se distinguent par leurs maisons huppées isolées dans les barrières en béton. Dans la zone d'étude, en plus de ces facteurs sus-évoqués, l'installation de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) Fotso Victor (figure 7) en 1993 près de ce quartier a entraîné une expansion des mini-cités pour étudiants. Ces constructions transforment le cadre de vie, affecte l'environnement global et le paysage bocager.

Pour 51% des enquêtés, la dynamique régressive du paysage bocager est liée à l'extension spatiale de l'habitat suite à la croissance démographique. Les photographies aériennes de ce quartier en 1964 (figure 8) montrent une forte densité des lignes de haies vives dans le paysage (A et B). En 2018 (figure 9), la même localité présente une grande colonisation de l'espace par des habitations. Contrairement à la figure 8, la figure 9 présente des surfaces clairsemées

(A' et B'), avec des lignes de haies discontinues moins dominantes.

Sur le terrain, certains endroits où le bocage était présent en début des années 60 sont occupés soit par les cultures soit par le bâti. En effet, pour ce dernier, la taille des parcelles dans le passé était plus grande que de nos jours. Le partage de l'héritage familial entre les fils d'une concession débouche sur l'émiettement de la parcelle laissée par leur père. Suivant le nombre de fils, la parcelle est divisée en plusieurs lots pour satisfaire les besoins de chacun. Ces lots étant parfois de très petites superficies, les haies sont détruites pour gagner en espace pour construire la maison. Le paysage apparaît de plus en plus à certains endroits avec le bâti plus dense et des arbres isolés ou avec quelques reliques de lignes de haies. Certaines lignes de haies arborées ont disparu pour laisser place aux cultures (photo 1).

D'autres facteurs en cause de la dégradation du bocage sont : l'introduction des plantes exotiques comme l'eucalyptus, l'évolution des perceptions des haies, la recherche du bois d'œuvre et du bois de chauffage pour ravitailler les villes (Bafoussam et centre-ville de Bandjoun) et le manque d'harmonie entre les voisins. Pour ce dernier facteur, certaines personnes considèrent que la haie appartenant à leur voisin crée l'ombrage sur leurs cultures et exigent son émondage ou sa destruction. Ce qui génère des conflits. De plus, si l'une des finalités du bocage était d'allier l'agriculture et le petit élevage, le quasi abandon de ce dernier et l'amélioration des enclos ont entraîné le non-entretien et le non renouvellement des haies enclos d'où leur dégradation. En effet, dans le passé (30 ans et plus) les enclos étaient élaborés à l'aide de piquets qui devaient repousser. Ils se situaient dans les parcelles et étaient mobiles dans l'espace. Les

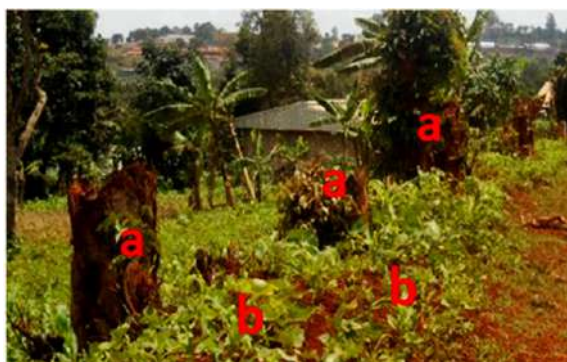


Photo 1: Souches des arbres de la haie arborée abattue



1



2

Planche 1: Aperçu de quelques facteurs de dégradation du bocage Bamiléké

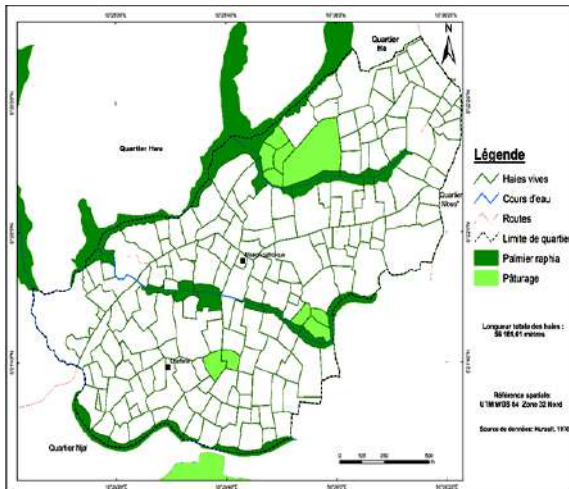


Figure 10a : Situation du bocage à Tserhem-Bandjoun en 1955

déjections des animaux de l'enclos permettaient de renforcer la fertilité du sol après sa destruction. Les piquets ayant pris des racines renforçaient les haies et arbres du paysage. Ces enclos se situent aujourd'hui autour des habitations et sont élaboré généralement avec des planches, des bambous et des piquets secs. Avec cette mutation, il n'est plus nécessaire de protéger les cultures des bêtes par les haies.

### 3.2. Dynamique spatio-temporelle du bocage entre 1955 et 2018

Les classes d'informations identifiées et vectorisées sur la carte ancienne scannée et géoréférencée sont: lignes de haies vives, raphiales, cours d'eau et pâturages (figure 10). Une évaluation à partir du SIG permet de constater que les lignes des haies en 1955 sont de 56 181,61 mètres et la surface des raphias 185 ha. Les lignes des haies représentaient plus de 75% de l'espace arboré. Elles étaient constamment entretenues par les propriétaires. Cet entretien se faisait au prix d'un travail ardu qui nécessitait une main d'œuvre importante. Selon les informations collectées sur le terrain, la main d'œuvre se recrutait chez les jeunes garçons de la famille, la confrérie et les prétendants gendres. Cette mobilisation de la main d'œuvre n'a pas résisté aux mutations sociales liées à l'exode rural et à la scolarisation.

La figure 10a permet de constater que près de 80% de l'espace était autrefois caractérisée par la présence des haies vives. Dans les points les plus élevés (sommets et collines) se dressaient des pâturages réservés à l'élevage du petit bétail (caprin). Les

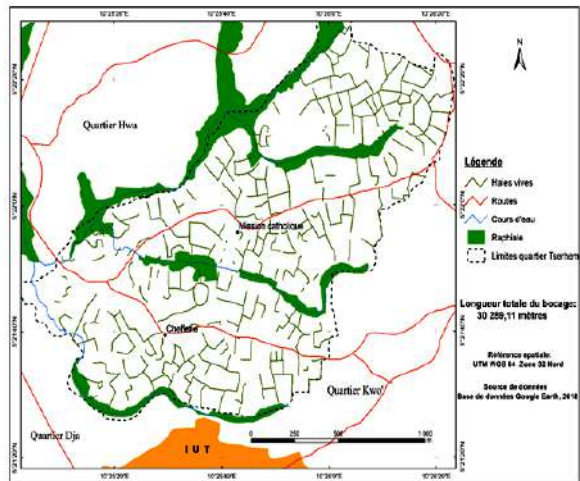


Figure 10b : Situation du bocage à Tserhem-Bandjoun en 2018

vallées et bas fond étaient dominés par les raphiales qui formaient une végétation dense le long des cours d'eau. Cette stratification s'est modifiée au regard de l'image Google Earth de 2018. La figure 10b dresse l'état du bocage de la zone en 2018. Le calcul SIG de la longueur du bocage en 2018 montre qu'elle mesure 30 289,11 mètres soit une diminution de 45% par rapport à 1955.

La cartographie de l'état du bocage en 2018 avec les images Google Earth a permis de constater une variation spatiale considérable des lignes de haies par rapport à 1955. Mais, au regard du pas de temps qui est trop grand (63 ans), cela pourrait traduire une dégradation faible au regard de l'évolution annuelle (0,71/an). En effet, entre 1955 et 2018, 19 161,47 mètres de ligne de haies vives (figure 11).

L'analyse des changements spatiaux au cours de la période retenue, permet de constater qu'il y a eu une apparition de nouvelles lignes de haies dans certains secteurs du paysage. Ceci revient à dire que la dynamique du bocage n'a pas été uniquement régressive dans toutes les parties du territoire. Il y a eu des endroits où de nouvelles haies ont été édifiées (figure 12).

Ces haies vives qui n'existaient pas en 1955 mais qui figurent sur les images en 2018 mesurent 6 998,29 mètres. Les raisons qui justifient la réalisation de nouvelles haies sont la délimitation des propriétés acquises après 1955, la création de lignes de haies en bordure de nouvelles routes ouvertes (photo 2) et l'édification des haies enclos pour le bétail pour les habitants restés attachés à l'élevage traditionnel.

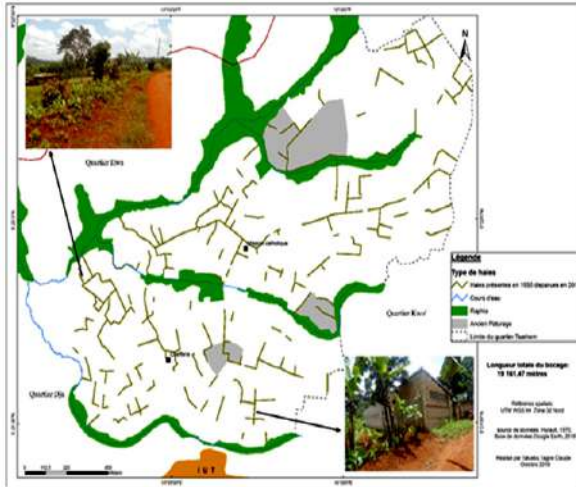


Figure 11: Haies présentes en 1955 mais disparues en 2018



Photo 2 : Nouvelle ligne de haie créée après aménagement d'une route

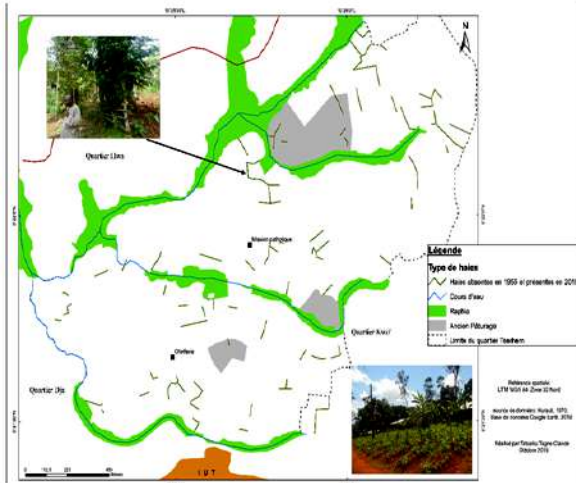


Figure 12: Haies présentes en 2018 mais absentes en 1955

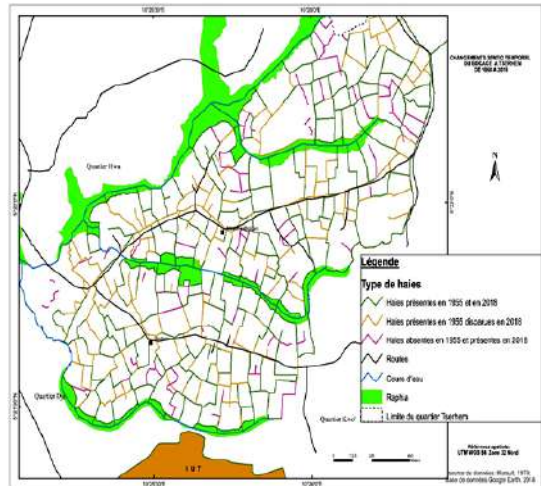


Figure 13 : Changements spatio temporels du bocage à Tserhem entre 1955 et 2018

La figure 13 permet d'observer les changements spatio-temporels du paysage bocager à Tserhem entre 1955 et 2018. On peut apprécier les endroits et les lignes de bocage qui ont été détruits ou celles qui existent depuis 1955 et celles qui ont été créés après 1955. Ainsi, les changements les plus marquant pendant cette période sont surtout la disparition de près de 20 000 mètres de haie (figure 13).

#### 4. Discussion

L'exploitation des données multi-dates permet d'étudier la dynamique du paysage, de reconstituer les faits spatiaux dans le passé comme le bâti, les routes, l'espace agricole et de constituer une base donnée. Le cas du paysage bocager de Tserhem dans

la chefferie Bandjoun de 1955 à 2018 traité dans cette étude a permis d'identifier les sources de données et d'adopter une méthode pour la cartographie du paysage. Les résultats montrent une dégradation et une diminution de 45% des lignes de haie dans le paysage pour la période d'étude. Ce constat de la dégradation est cohérent avec celui de nombreux auteurs aussi bien au Cameroun (Fotsing et Chaume 1995 ; Faha Kamdem, 1999 ; Tchindjang et al., 2010 ; Njombissie Petchu, 2015) qu'en Europe (Morant et al., 1995 ; Baudry et al., 2000 ; Ghestem et al., 2003 ; Pointereau et Coulon, 2006 ; Pradier Douet et Lemarchand, 2016). En France, Pointereau et Coulon (2006) affirment que près de 70% des 2 millions de



kilomètres de haies présents en France à l'apogée du bocage (1850-1930) ont été détruits entre 1970 et 1999 avec la recherche de compétitivité dans les systèmes de production agricoles (Prével, 2007); mais, suite à un renforcement en Europe des politiques publiques en faveur de la haie depuis la décennie 1990, un net ralentissement de la destruction des haies est observé. En terroir Bamiléké au contraire, cette étude a montré que l'abandon et le non entretien des haies suite à la guerre d'indépendance, le manque de main d'œuvre, le changement de la vocation du foncier, l'extension spatiale du bâti, et la recherche effrénée du bois d'œuvre et de chauffage sont autant de facteurs participant à la déliquescence continue du bocage. Ces facteurs correspondent à ceux obtenus par Tchindjang et al. (2010).

Les résultats de cette étude mettent en lumière les changements spatiaux du paysage bocager de Tserhem (Bandjoun) à travers la combinaison des données multi-sources et multi-dates. Les lignes de haies présentes dans le paysage en 1950 et 2018, ainsi que celles disparus ou apparues ont été identifiés. Ce travail cartographique sur le paysage bocager en terroir bamiléké contribue à enrichir ce pan des études sur le bocage de la région. La démarche utilisée a permis de confronter les résultats de la cartographie de cette étude à ceux de Morant et al. (1995) et Morant (1999) sont concordants. Cependant, le SIG qui est utilisé dans la présente et l'absence de dates intermédiaires constituent des différences avec leur étude. En effet, ces auteurs utilisent l'éditeur graphique AutoCAD pour réaliser la cartographie diachronique du bocage à partir des photographies aériennes verticales entre 1952 et 1990 dans la commune de Pleine-Fourgères en France. Cette méthode leur a permis de cartographier les éléments du paysage à ces différentes et d'inventorier les diverses transformations, notamment les éléments apparus et/ou disparus entre 1952 et 1990. Leurs résultats montrent un paysage avec un maillage très dense en 1952 et un maillage peu dense avec les éléments discontinus en 1990.

Le recours à la combinaison des données de plusieurs sources et les méthodes SIG pour l'étude du bocage donnent des résultats assez appréciables. En effet, avec l'utilisation croissante des données de télédétection pour l'étude la dynamique du paysage, Morant (1999) exploite conjointement les données satellitales et aériennes, tout en ayant un recours

à des vérifications sur le terrain pour étudier et cartographier la structure des unités bocagères. Le recours à des données de terrain en complément à la méthode statistique est également utilisé par Ceapraz et al. (2016) pour faire la typologie des auréoles bocagères et déterminer leur état.

## 5. Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'identifier les sources et exploiter les données disponibles afin de cartographier et analyser la dynamique du paysage bocager Bamiléké. Associant les ressources bibliographiques, les cartes et photographie aérienne de base (1955-1965), les données open source de 2018 et les observations de terrain, les méthodes utilisées ont effectivement permis de cartographier les changements du bocage entre 1955 et 2018 et de détecter les changements intervenus dans le paysage. Phénomène majeur pour l'emblématique paysage bocager à Tserhem et du terroir bamiléké en général, les données exploitées montrent qu'une dégradation de 45% des lignes de haies vives dans la zone en 2018 par rapport à la situation au début des années 60 en révèlent une crise avancée. En effet, de 1955 à 2018, près de 19 161 mètres de lignes de haies existantes en 1955 ont été détruites. Cette situation implique la disparition des ressources naturelles et provoque ainsi une perte regrettable de la biodiversité et de la capacité de séquestration de gaz à effet de serres. Ainsi, le travail entrepris pourrait être poursuivi par des investigations sur les impacts de cette dégradation sur le stockage du carbone et aux niveaux des composantes de l'environnement que sont la qualité de l'eau, de la composition floristique et faunique dans la zone.

## Références

- Antoine, A. et Marguerie, D. (dir.) (2007).** Bocages et sociétés, *Presses Universitaires de Rennes*, Rennes, 512 p.
- Audelan, C., Humbert, M., Lescuyer, C., Constance, De Vergnette, De La Motte et Guereau, A. (2015).** « Géolocaliser des cartes anciennes : procédure », *Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre | BUCEMA* [En ligne], Hors-série n° 9 | 2016, mis en ligne le 27 novembre 2015, consulté le 13 décembre 2016. URL : <http://cem.revues.org/14148> ; DOI : 10.4000/cem.14148
- Barbier, J.C. (1983).** Paysages Bamiléké au pluriel sur les plateaux de l'ouest du Cameroun. Yaoundé : *ISH*. 39 p.

- Barge, O. et Saligny, L. (2015).** Redressement de photos obliques, géoréférencement. *ECOLE THEMATIQUE. Géomatique, Analyse & Modélisation Spatiale en Archéologie*. 15 p
- Bariou, R., Hubert, L. et Lecamus, D. (1984).** Landsat en pays de bocage (Bretagne) une nouvelle approche régionale, *L'Espace Géographique*, Paris, tome 13, n°3, p. 233-240.
- Baudry, J., Bunce, R.G.H., Burel, F. (2000).** "Hedgerows: an international perspective on their origin, function and management", *Journal of Environmental Management*, 60, 7-22.
- Baudry, J. et A. Jouin, eds. (2003).** De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion. Paris, INRA. 435 P
- Bennett, A.F. (1998).** Linkages in the Landscape. The Role Conservation, Corridors and Connectivity in *Wildlife*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Blandin, P. et Lamotte, M. (1988).** Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe. *Bulletin d'écologie* 19 : 547-555.
- Boissinot, A., Braconnier, H., Braconnier, J.-C., Braconnier, H., Braconnier, N., Morin-Pinaud, S., and Grillet, P. (2014).** Terres de bocage : concilier nature et agriculture (*Editions Ouest-France*).
- Boissinot, A., Grillet, P., Morin-Pinaud, S., Besnard, A., Lourdais, O. (2013).** Influence de la structure du bocage sur les amphibiens et les reptiles Une approche multi-échelles. *Faune sauvage* N° 301 4e trimestre 2013
- Bonn, F. et Rochon, G. (1992).** Précis de télédétection - volume 1 : *principes et méthodes*, Québec, Presses Universitaires du Québec / AUPELF, 485 p.
- Brunet, P. (1992).** L'atlas des paysages ruraux de France, *Editions de Monza*, Paris, 200 p.
- Buffault, A. (2009).** La haie bocagère du Pays de la Vallée de Montluçon et du Cher, un patrimoine à entretenir et à préserver. 164 p
- Burel, F., Baudry, J. (1995).** Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landsc. Urban Plan.* 33, 327-340. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)02026-C](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)02026-C).
- Ceapraz, I.L., Marraccini, E., Dulaurent-Mercadal, A., Lacheré, A., Lombart, M.-C., Rava, S. et Combaud, A. (2016).** Typologie des auréoles bocagères en milieu rural Cas d'étude de la communauté de communes de la région de Bapaume.
- Dizain, R. (1953).** Le facteur de l'expansion Bamiléké au Cameroun. In: *Bulletin de l'Association de géographes français*, N°235-236, 30e année, Mai-juin 1953. pp. 117-126
- Dongmo, J.L. (1971).** L'aménagement de l'espace rural en pays Bamiléké (Ouest-Cameroun). *Thèse pour le doctorat de troisième cycle en géographie*. Université de Lille I. 213 p et annexes 33 p
- Douet, M. et Lemarchand, F. (2016).** « Du bon usage du bocage : la haie bocagère au cœur des enjeux de développement durable », *Belgeo* [En ligne], 4 | 2016, mis en ligne le 31 décembre 2016, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/19436> ; DOI : 10.4000/belgeo.19436
- Dubreuil, V. (1992).** Typologie des paysages ruraux de l'Ouest de la France à partir de classifications d'images du satellite NOAA/AVHRR, *Norvois, Poitiers*, tome 39, n°155, p. 283-296.
- Faha, Kamdem, G. (1999).** Dynamique des paysages dans une zone densément peuplée: Cas de Bandjoun, *Mémoire de Maîtrise de géographie*, Université de Yaoundé I, 129p.
- Fotsing, J.M. (1994).** « Évolution du bocage Bamiléké : exemple d'adaptation traditionnelle à une forte démographie », *Bull. Pédol. FAO*, 70 : 293-307.
- Fotsing, J.-M. et Chaume, R. (1995).** Les paysages Bamiléké : une approche multi-échelles du bocage à partir des images Landsat et SPOT, *Photo-Interprétation*, Paris, Éditions ESKA, volume 33, n°2, p. 75-79 et pp. 111-115.
- Gautier, D. (1992).** Haies Bamiléké et systèmes de production : l'exemple de la chefferie Bafou (Ouest Cameroun), *Les Cahiers de la Recherche Développement* n° 31,65-78.
- Gautier, D. (1994).** Fondements naturels et sociaux d'un bocage tropical : l'exemple Bamiléké. Paris, 13 p.
- Ghestem, A., Vilks, A. et Pradier, I. (2003).** Contribution à l'étude botanique des haies de la Creuse et de la Haute-Vienne. Essai de synthèse phytosociologique. *Annales Scientifiques du Limousin*, 14, 29-52.
- Hinsley, S., Bellamy, P. (2000).** The influence of hedge structure, management and landscape context

on the value of hedgerows to birds: a review. *J. Environ. Manage.* 60,33-49. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0360>.

**Hubert-Moy, L., Cotonnec, A., Gouery, P. (1995).** Extraction du réseau bocager à l'aide de données satellitaires Landsat Thematic Mapper. *Application à un bassin versant en Bretagne Centrale, Photo-Interprétation*, 4, 258-263.

**Hurault, J. (1970).** L'organisation du terroir dans les groupements Bamiléké. In: *Études rurales*, n°37-39, pp. 232-256; doi : 10.3406/rural.1970.1525 [http://www.persee.fr/doc/rural\\_0014-2182\\_1970\\_num\\_37\\_1\\_1525](http://www.persee.fr/doc/rural_0014-2182_1970_num_37_1_1525)

**Le Dû, L. (1995).** Images du Paysage. Télédétection, intervisibilité et perception - L'exemple des Côtes-d'Armor, *Thèse de Doctorat de Géographie, Equipe COSTEL, Département de Géographie et Aménagement de l'Espace*, Université Rennes 2 Haute-Bretagne, 334 p.

**Legrand, L. (1986).** Caractérisation des paysages agraires en Bretagne par données satellitaires Landsat - Mise en évidence de zones à risque vis-à-vis de la sécheresse, *Thèse de Doctorat de 3ème cycle de Géographie, Equipe COSTEL, UER de Géographie et Aménagement de l'Espace*, Université Rennes 2 Haute-Bretagne, 278 p. et annexes.

**Letouzey, R. (1985).** Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500 000 *Région afro-montagnard et étage submontagnard. P 27-62 avec groupement N° 104 à 135.*

**Lourdais, O., Dupoué, A., Boissinot, A., Grillet, P., Guiller, G., Morin, S. (2015).** La haie : un habitat essentiel à la conservation des reptiles dans les paysages agricoles. *Faune sauvage N° 308 3e trimestre 2015*

**Marguerie, D., Antoine, A., Thenail, C., Baudry, J., Bernard, V., Burel, F., Catteddu, I., Daire, M.-Y., Gautier, M., Gebhardt, A., Guibal, F., Kergreis, S., Lanos, P., Le Coeur, D., Le Du, L., Merot, P., Naas, P., Ouin, A., Pichot, D., Visset, L. (2003).** Bocages armoricains et sociétés, genèse, évolution et interactions, in Muxart, T., Vivien, F.-D., Villalba, B., Burnouf, J. (Eds), *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*, Paris, Elsevier, 115-131.

**Maury, Régis (1992).** La genèse des paysages agraires en France. La Touraine en est-elle une synthèse ? In: *Norois*, n°153, Janvier-Mars 1992. pp. 5-27.

**MINEPAT (2017).** Élaboration du schéma national d'aménagement et de développement durable du territoire du Cameroun : secteurs économique et dynamiques spatiales, *Rapport diagnostic-version définitive*, 608p.

**Merot, P. et Bridet-Guillaume, F. (2006).** Les bocages armoricains : repères sur l'évolution des thèmes de recherche depuis les années 1960.

**Morant, Ph. (1999).** Contribution de la télédétection pour l'analyse et la cartographie du paysage bocager armoricain, *Ingénieries – EAT – N° 18 juin 1999 – p 61 à 71*

**Morant, Ph., LE Hénaff, F. et Marchand, J.-P. (1995).** « Les mutations d'un paysage bocager : essai de cartographie dynamique », Mappemonde, Montpellier, *GIP RECLUS*, n°1, p. 5-8.

**Morin, S., Commagnac, L., Benest, F. (2019).** Caractériser et suivre qualitativement et quantitativement les haies et le bocage en France, *Revue Science Eaux & Territoires, Ressources en eau, ressources bocagères*, numéro 30, 2019, p. 16-21.

**Njombissie, Petcheu, I.C. (2015).** Contribution des savoir-faire locaux à la préservation de la biodiversité et au développement durable: cas du bocage et des forêts sacrées du Bamiléké central. *Thèse de doctorat, département de géographie*, Université de Yaoundé 1.

**Pointereau, P. et Bazile, D. (1995) :** Arbres des champs ; Haies, alignements, prés vergers ou l'art du bocage ; Pour protéger, restaurer et gérer les arbres « hors la forêt », *Editions Solagro*, Toulouse, 139 p.

**Pointereau, P. et Coulon, F. (2006).** La haie en France et en Europe : évolution ou régression, au travers des politiques agricoles. *Premières rencontres nationales de la haie champêtre AUCH - 5, 6 et 7 octobre 2006.*

**Soltner, D. (1995).** L'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et le cadre de vie rurale, *Collection Sciences et techniques agricoles*, 10ème Edition, Angers, 207 p

**Suchel, J.B. (1987).** Les climats du Cameroun. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Bordeaux III, France. 04 volumes, 1186 p.

**Tatuebu, Tagne, C. (2020).** Utilisation des archives et des données en ligne pour la détection des changements du bocage dans l'Ouest-Cameroun : cas du secteur Tserhem (Bandjoun). *Mémoire de*

Master, Département de géographie, Université de Yaoundé 1. 101p

**Tchawa (2016)**. Contribution à la modélisation de la diffusion spatiale du bocage des hautes terres de l'ouest. In : Ngo Balepa, Au. S.S., Moupou, M., Mougoué, B., Nji Fogwe, Z. et Tchawa, P. (coord. Sc.) Pour une Géographie rurale de l'action, *Mélanges en hommage au Professeur Joseph Elong*, pp. 393-410, Editions Clé, Yaoundé, ISBN : 978-9956-0-9370-0.

**Tchindjang, M., Kamdem, P. et Njombissie, Petchu, C.I. (2010)**. De la déliquescence du paysage bocager dans l'ouest-Cameroun ou le reflet d'une crise foncière sur fond de profondes mutations socio-spatiales. In *Regards multidisciplinaires sur les conflits fonciers et leurs impacts socio-économico-politiques au Cameroun*. 12 p.

**Vannier, C. (2011)**. Observation et modélisation

spatiale de pratiques agricoles territorialisées à partir de données de télédétection : *application au paysage bocager*. Géographie. Université Rennes 2. 310 p

**Vuille, E. (1949)**. La photographie aérienne au service de la cartographie. 13 p

**Watteaux, M. (2005)**. « Sous le bocage, le parcellaire... », *Études rurales*, 175-176 | 2005, 53-80.

**Wiens, J.A. (2009)**. Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation. *Landsc. Ecol.* 24, 1053–1065. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9284-x>.

**Youta, happi (2013)**. Le paysage de bocage à l'Ouest Cameroun entre destruction, adaptation et reboisement. *Revue de Géographie du Cameroun, Revue Internationale de Géographie. Nouvelle série*, Volume1, numéro 1 : 5-31, ISSN 0254-3982 (Publié en décembre 2013) .pp 33-52

# Dynamique et services des écosystèmes agroforestiers autour d'une aire protégée en République du Cameroun

Djiongo Boukeng E.J.<sup>1</sup>, Khasa D.<sup>2</sup>, Tientcheu Avana M.L.<sup>3</sup>

(1) **Etablissement** : Université Laval, Faculté de Foresterie, de géographie et de géomatique, Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Canada / email : jose-elvire.djiongo-boukeng.1@ulaval.ca

(2) **Directeur de thèse** : Professeur titulaire, Faculté de Foresterie, de géographie et de géomatique, Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Canada

(3) **Co-Directrice** : Professeur titulaire, Faculté d'agronomie et des sciences agricoles, Département de foresterie, Université de Dschang, Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550301>

## 1. Objectif Général (OG)

Déterminer la diversité floristique ligneuse des systèmes agroforestiers (SAF) autour du Parc National de Bouba Ndjidda (PNBN) et leur potentiel à stocker du carbone dans un contexte de paiements pour des services environnementaux.

## 2. Objectifs spécifiques (OS)

**OS1** : analyser la dynamique spatio-temporelle d'occupation du sol du PNBN ainsi que les facteurs déterminants des changements.

**OS2** : déterminer les caractéristiques structurales ainsi que les usages des espèces ligneuses des systèmes agroforestiers.

**OS3** : évaluer les stocks de carbone des systèmes agroforestiers autour du PNBN.

## 3. Hypothèse Principale

Cette recherche postule que les facteurs démographiques

déterminent l'évolution et la structure des SAF qui, en fournissant des services écosystémiques, permettent de réduire la dépendance des populations envers les aires protégées (AP).

## 4. Méthodologie

La méthodologie utilisée s'est articulée autour de trois grandes étapes : (1) la classification des images satellitaires, (2) la collecte et l'analyse des données floristiques et dendrométriques, (3) la collecte des échantillons de biomasse et de sols pour l'évaluation des stocks de carbone.

### 4.1. Zone d'étude

Cette étude a été menée au PNBN et sa zone périphérique située dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Créée en 1947, sa superficie est d'environ 700 000 ha y compris les Zones d'Intérêts Cynégétiques 10, 11, 12, 17, 20, 21, 23 qui l'entourent (figure 1). La localité de Bouba

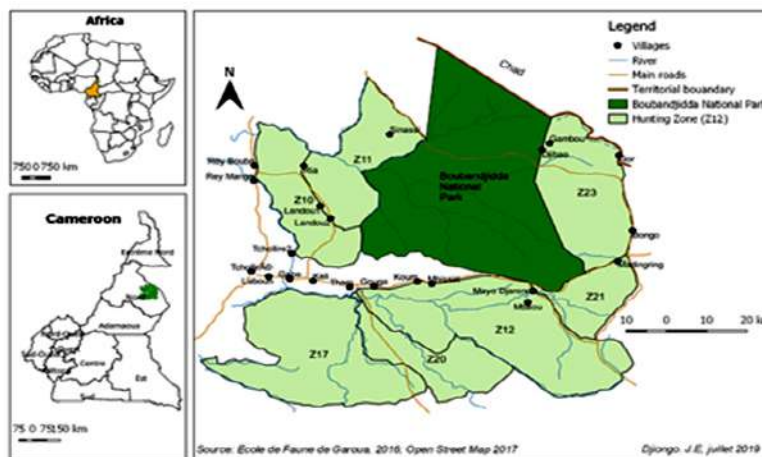


Figure 1: Localisation du parc national de Bouba Ndjidda et sa zone périphérique

Ndjidda reçoit entre 800 et 1250 mm de précipitations par an; les mois les plus pluvieux étant août et septembre; la moyenne annuelle des températures est de 28°C (Station météorologique de Garoua, 2017). Les sols sont en général ferrugineux tropicaux lessivés ou une combinaison de sols ferrugineux et hydromorphes (Brabant, 1972). Sur le plan phytogéographique, la végétation à l'intérieur du parc est composée d'espèces caractéristiques de la zone soudanienne qu'on retrouve dans les savanes arborées, les forêts galeries, les forêts claires sèches, sur les montagnes et affleurements rocheux. Autour du PNB, on retrouve les savanes arbustives, les champs de cultures et les jachères forestières (Ministère des Forêts et de la Faune, 2010). La population des trois communes (Tcholliré, Madingring et Rey Bouba) autour du parc est caractérisée par une grande diversité ethnique issue des groupes autochtones et des migrants estimée à 260 149 en 2016 (RGPH, 2010). La culture et l'élevage sont les principales activités pratiquées de manière extensive dans la zone.

#### 4.2. Classification des images

À partir des images Landsat 4-5 (TM) du 24 novembre 1990, Landsat 7 (ETM+) du 17 novembre 1999 et Landsat 8 (OLI/TIRS) du 23 novembre 2016, les cartes d'occupation du sol ont été réalisées suivant la méthode de classification supervisée par maximum de vraisemblance MLC (Maximum Likelihood Classifier). Les logiciels GRASS 7.2.2 (équipe de développement GRASS, 2017) et QGIS 3.0 (équipe de développement du système d'information géographique quantique, 2018) ont été utilisés pour le traitement des images numériques et l'intégration des résultats avec d'autres sources de données géographiques, respectivement. Sur la base des informations issues de l'interprétation analogique, de notre connaissance du PNB et de sa périphérie, et des enquêtes de terrain, les douze classes initialement retenues ont été affinées puis reclassées en huit classes principales (bâti, sols nu ou peu végétalisés, champs, savane herbeuse, savane arborée, forêt claire, forêt saxicole, forêt galerie).

#### 4.3. Collecte des paramètres floristiques, structuraux et ethnobotaniques

Les données ont été collectées dans les villages autour du PNB d'août à octobre 2016. Des entretiens semi-structurés avec les agriculteurs et des visites de terrain ont permis d'identifier les pratiques agroforestières dans la zone. Sur les 28 villages adjacents au parc, 13 ont été échantillonnés (taux d'échantillonnage de 46%). Sur la base des statistiques des actifs agricoles obtenues auprès des délégations d'arrondissement du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, environ 30 % des agriculteurs

de chaque village ont été échantillonnés pour l'étude (George et Christopher, 2019). Les données recueillies ont été vérifiées lors de discussions de groupe avec une moyenne de 15 agriculteurs dans chaque village. Les principales informations recherchées ont porté sur les types de cultures pratiquées, les espèces d'arbres conservées ou plantées dans son exploitation, les principales composantes du système, le nombre de strates, les principales espèces dominantes dans chaque strate, les cultures associées, les aménagements spatiaux et temporels réalisés et les espèces animales introduites dans les champs. Des visites de terrain ont ensuite été effectuées avec l'agriculteur pour identifier les espèces ligneuses observées et corroborer les informations de l'entretien. Trente-sept parcelles d'échantillonnage (50 m x 50 m), totalisant 8,5 ha ont été mises en place suivant les directives décrites par Froumsia et al. (2012) et Wala et al. (2005). Dans chaque parcelle d'échantillonnage, nous avons identifié et mesuré le diamètre des arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) était supérieur à 5 cm. Les usages des espèces ligneuses ont été évalués à travers des enquêtes ethnobotaniques (Clinquart, 2010) au cours d'entretiens semi-structurés et des groupes de discussion.

#### 4.4. Collectes des données pour l'évaluation des stocks de carbone

Les données ont été collectées dans quatre types de SAF identifiés par Djiongo et al. (2020) autour du PNB, à savoir les jardins de cases (JC), les haies vives (HV), les plantations éparses (PE) et les jachères (JA). L'évaluation des stocks de carbone a porté sur toutes les composantes du système : le sol, la biomasse aérienne ligneuse, la biomasse racinaire, les racines, la litière et les juvéniles et herbacées. L'échantillonnage a été réalisé dans les mêmes parcelles que celles utilisées pour la collecte des données floristiques et structurales. Soit des parcelles carrées de 50 m x 50 m (Takimoto et al., 2008). Aux quatre extrémités de chacune de ces parcelles, des sous-parcelles de 1 m x 1 m, 0,5 m x 0,5 m et 0,2 m x 0,2 m ont été installées respectivement pour la collecte des données des juvéniles et herbacées (espèces ligneuses de diamètre < 5 cm et herbacées non ligneux), de la litière et des racines (diamètre  $\geq 2$  mm). L'inventaire de toutes les espèces ligneuses de diamètre  $\geq 5$  cm a été effectué dans ces parcelles. La biomasse des espèces ligneuses inventoriées a été estimée par la méthode non destructive en utilisant des équations allométriques pour convertir les variables collectées sur chaque arbre en biomasse (Picard et al., 2012). En revanche, la méthode destructive a été utilisée pour l'estimation de la biomasse des juvéniles et herbacées, de la litière et des racines. Pour la détermination des stocks de carbone du sol, nous avons utilisé des échantillons composites à partir d'échantillons de sol prélevés à l'aide d'une tarière dans

une sous parcelle de 20 cm x 20 cm et à des profondeurs variables soit 0-20 cm, 20-60 cm et 60-100 cm (Das et Chaturvedi, 2008). Ainsi, 15 échantillons ont été collectés par parcelle soit 5 échantillons pour une même profondeur. Au total, 464 échantillons de sol ont été collectés et acheminés au laboratoire de la SP-IRAD de Yaoundé où nous avons déterminé leur teneur en carbone en suivant le procédé de « dosage du carbone organique par oxydation sulfochromique » (Walkey and Black, 1934). Pour la densité apparente, le sol non remanié a été prélevé à l'intérieur d'un cylindre de densité (Heuscher et al., 2005).

#### 4.5. Analyse des données

Pour rendre compte de la diversité ligneuse des SAF, nous avons dressé une liste floristique générale des espèces ligneuses inventoriées et réalisé une analyse qualitative pour regrouper ces espèces, en genres et familles botaniques. Le système de classification Angiosperm Phylogeny Group (APG) III (Bremer et al., 2009) a été utilisé. L'analyse de la composition structurelle a été réalisée en comparant les classes de diamètre des arbres en termes de distribution. Les données recueillies ont également été utilisées pour calculer la surface terrière, la densité relative, la fréquence relative et la dominance relative. Pour rendre compte de la structure horizontale, les arbres inventoriés ont été regroupés selon leur diamètre en classes d'amplitude de 10 cm, une dernière classe regroupant les arbres de plus de 60 cm de diamètre. Sur la base d'une combinaison de données floristiques et structurelles, nous avons également calculé l'indice de valeur d'importance (IVI) (Cottam et Curtis, 1956) et la valeur de l'indice de famille (FIV) des espèces d'arbres. Les espèces identifiées ont été classées dans les catégories de la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Les paramètres ethnobotaniques suivants proposés par Houehanou et al. (2016) pour analyser les données ethnobotaniques ont été calculés : 1) Valeur d'usage (UV) de Phillips et Gentry (1993) modifiée par Rossato et al. (1999), utilisée pour évaluer l'importance d'une plante dans une communauté ; 2) Indice d'importance culturelle (IIC) (Tardío et Pardo-de-Santayana, 2008), utilisé pour évaluer l'importance d'une espèce dans une catégorie d'utilisation. Les stocks de carbone totaux estimés de tous les pools (espèces ligneuses + litière + juvéniles et herbacées + racines + radicelles + sol) pour chaque SAF ont été convertis en tonne CO<sub>2</sub> équivalent en utilisant le ratio 44/12 (soit 3,67) qui correspond au rapport CO<sub>2</sub>/C. Cette valeur a été ensuite utilisée pour évaluer la valeur monétaire de ces systèmes en utilisant la valeur du service écologique estimée à 10 \$ US/t eq.CO<sub>2</sub> (Hamrick et al., 2015; Ramstein et al., 2019).

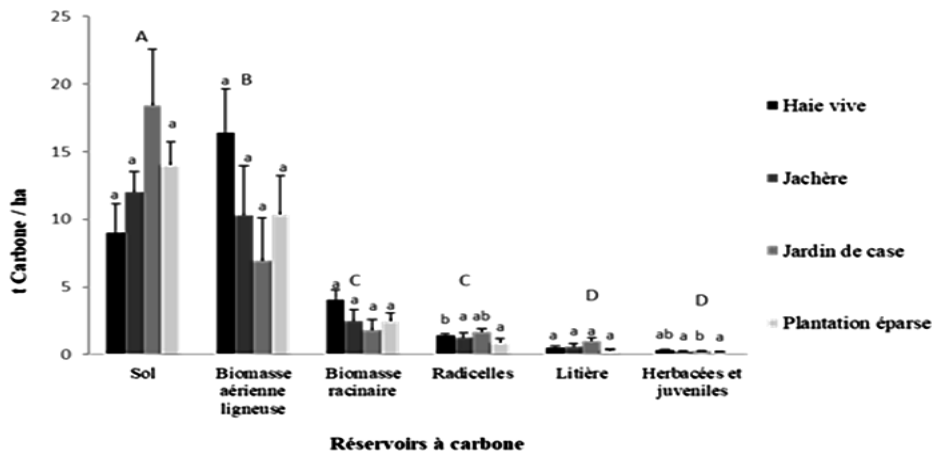
## 5. Résultats

### R1 : Évolution du couvert végétal et des autres unités d'occupation du sol entre 1990 et 2016

Entre 1990 et 1999, les infrastructures, les champs de culture, les savanes herbeuses, les savanes arborées et la forêt saxicole sont les unités d'occupation du sol qui ont connu une évolution progressive. Après la forêt saxicole, les champs de culture ont connu la plus forte augmentation de superficie, passant de 15 322 ha en 1990 à 24 455 ha en 1999 pour un taux d'accroissement global de 59,6%. En revanche, la forêt claire et la forêt galerie ont connu une regression avec des taux annuels de +4,9% et +11,6%, respectivement. Le couvert végétal a connu une perte d'environ 6 000 ha, soit un taux de regression annuel de +0,1%. Entre 1999 et 2016, les changements progressifs les plus importants ont concerné les sols nus et les champs de culture, avec des taux de croissance annuels moyens de 14,6% et 3,4%. En 17 ans, la forêt claire est le type de végétation qui a perdu la plus grande superficie (31 300 ha) avec un taux global de 43,2%. En général, la couverture végétale totale a diminué de 82 000 ha pour un taux d'expansion annuel de +0,8% au profit des champs.

### R2 : Caractéristiques floristiques, structurales et usages des espèces ligneuses des systèmes agroforestiers

Les jardins de cases, les haies vives, les plantations éparées, et les jachères sont les SAF identifiés autour du PNB. Ces SAF sont pluri strates et à arrangement spatial interstitiel (arbres dispersés dans les parcelles de cultures), à l'exception des haies vives qui sont mono strates et à arrangement spatial mixte (arbres alignés à la périphérie de l'espace alloué aux cultures agricoles, et quelques-uns dispersés dans le champ). L'inventaire a identifié 420 arbres appartenant à 50 espèces, 42 genres et 23 familles. La richesse en espèces était plus élevée dans les jachères (32 espèces) et les plantations éparées (31 espèces) par rapport aux haies vives (8 espèces) et aux jardins de case (9 espèces). L'indice de Shannon a montré une différence significative entre les haies vives (0,16) et les jachères (1,15) (test de Wilcoxon,  $p < 0,05$ ), mais pas avec les autres SAF (Kruskal-Wallis,  $2 = 8,7$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,03$ ). La famille la plus abondante dans les quatre types de SAF était celle des Fabaceae, suivie par la Burseraceae dans les jardins de cases et les Combretaceae dans les plantations éparées. En termes d'IVI, *Acacia Polyacantha* (218,8) était dominant dans les haies vives, suivi de *Commiphora kerstingii* (85,7) dans les jardins de cases. En ce qui concerne le statut de conservation de l'UICN, environ 90% des espèces trouvées dans les SAF n'ont pas encore été évaluées pour leur statut



Les valeurs partageant une même lettre minuscule (entre les systèmes au sein de chaque pool) et ceux partageant une même lettre majuscule (entre les pools au sein de chaque système) ne sont pas significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; moyenne  $\pm$  erreur standard, test LSD,  $n = 37$

**Figure 2: Stocks de carbone moyen des systèmes agroforestiers de la périphérie du Parc National de Bouba Ndjidda.**

de conservation. *Vitellaria paradoxa*, que l'on trouve dans les jardins de cases et dans les plantations éparées, et *Khaya senegalensis*, que l'on trouve uniquement dans les plantations éparées, sont classés comme des espèces vulnérables, tandis que *Detarium microcarpum* et *Isoberlinia doka* font partie de la catégorie des préoccupations mineures. La densité des arbres dans les SAF variait de 180 tiges/ha à 29 tiges/ha dans les haies vives et les plantations éparées, respectivement. Il n'y avait pas de différences significatives entre la densité des arbres dans les jachères, les jardins de cases et les plantations éparées, contrairement aux haies vives et aux autres SAF (test de Tukey,  $p < 0,05$ ). *Vitellaria paradoxa* a montré l'UV la plus élevée et a été suivi par *Acacia polyacantha*, soulignant ainsi l'importance de ces espèces pour les communautés par rapport aux autres espèces. L'IIC le plus élevé a été enregistré pour *Anacardium occidentale* pour son approvisionnement alimentaire. La relation entre les SAF, les catégories et les types d'utilisation a révélé que dans les jachères, les ligneux étaient récoltés principalement pour le bois de chauffage (78,5%) et la nourriture (52,7%), tandis que dans les plantations éparées et les jardins de cases, la recherche d'ombre par le bétail et les humains était prioritaire, avec respectivement 92,2% et 78,3% des citations. Les préférences à conserver les espèces ligneuses varient d'un agriculteur à l'autre en fonction de l'utilisation.

### R3. Stocks de carbone des systèmes agroforestiers de la zone périphérique du Parc National Bouba Ndjidda

Globalement au sein des SAF, les stocks de carbone suivent le gradient décroissant : sol > biomasse aérienne

ligneuse > biomasse racinaire > radicelles > litière > juvéniles et herbacées, sauf dans les HV où les stocks de carbone dans la biomasse aérienne ligneuse étaient plus élevés (figure 2).

En additionnant les valeurs moyennes des stocks de carbone de chaque pool et pour chacun des systèmes, les SAF de notre étude contiennent des stocks de carbone totaux de  $31,9 \pm 7,3$  t C/ha ;  $30,6 \pm 6,3$  t C/ha ;  $28,3 \pm 3,7$  t C/ha ; et  $26,9 \pm 4,9$  t C/ha respectivement pour les HV, les JC, les PE, et les JA. Cependant, dans l'ensemble il n'y avait pas de différence entre les stocks de carbone totaux des SAF étudiés. Les stocks de carbone du sol représentaient 31 à 59% du carbone total dans les SAF. En termes de paiement pour service environnementaux, les stocks de carbone totaux des SAF correspondent en termes de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) évité dans l'atmosphère à 117,0 t/ha pour les HV, 112,3 t/ha pour les JC, 104 t/ha pour les PE et 98,7 t/ha pour les JA. La valeur financière des stocks de carbone des SAF va décroissante des HV (1170 \$ US/ha), JC (1 123 \$ US/ha), PE (1 040 \$ US/ha), et enfin les JA (987 \$ US/ha). Les espèces *Ficus glumosa* et *Acacia polyacantha* sont celles qui contribuaient le plus au stock de carbone soit respectivement 52% (7,1 t C/ha) et 1,6 t C/ha (12%).

### 6. Discussion

L'analyse spatio-temporelle de l'occupation des sols dans la PNB et sa périphérie a montré une régression des formations végétales naturelles de 13,4% (forêt claire, forêt galerie, forêt saxicole, savane arborée et savane herbeuse) en 26 ans au détriment de la couverture anthropique, à savoir les champs de culture, les sols nus et les infrastructures, dont la surface a été multipliée



par quatre. La recherche de nouvelles terres arables pour nourrir une population en perpétuelle croissance pourrait justifier l'augmentation au fil des ans des espaces anthropiques. Les effets combinés des facteurs démographiques, socio-économiques (agriculture, pâturages, récolte du bois énergie, feux de brousse, braconnage, etc.) et climatiques pourraient expliquer les changements observés. La dominance des Fabaceae peut s'expliquer par le fait que la famille possède des espèces taxonomiquement très diverses et aux usages multiples. Cela reflète l'importance de cette grande famille pour le bien-être des populations, mais cela pourrait aussi s'expliquer par la classification utilisée dans cette étude. Avec la classification APG III utilisée dans la présente étude, la famille Fabaceae comprend des taxons précédemment regroupés dans les familles Mimosaceae, Caesalpiniaceae et Fabaceae dans le système de classification traditionnel. Les différences observées entre les jachères, les jardins de cases et les plantations éparses en termes de paramètres de diversité pourraient s'expliquer par le niveau d'intervention humaine ainsi que par les pratiques agricoles utilisées dans chaque type de système. Ainsi, la diversité ligneuse plus élevée dans les jachères pourrait être liée à l'intervention humaine réduite qui aurait pu favoriser une meilleure régénération naturelle de certaines espèces, ajoutée à la préservation d'arbres sélectionnés pendant la dernière période de culture. La densité des arbres était plus élevée dans les haies vives et plus faible dans les plantations éparses. Cette densité élevée reflète le niveau de concurrence entre les arbres des haies vives pour l'accès à la lumière en raison de la situation géographique (zone soudano-sahélienne), mais aussi de l'activité humaine. Dans ce système, les agriculteurs intensifient délibérément la densité des tiges des arbres pour empêcher les animaux de pénétrer dans leurs exploitations. Ainsi, le choix des espèces d'arbres à inclure dans ce type de système dépend de leur statut compétitif. Les résultats de notre étude démontrent qu'au niveau épigé, les stocks de carbone des HV sont supérieurs à ceux des autres systèmes. Ceci pourrait s'expliquer en plus du fait que nous avons tenu compte des arbres dispersés sur l'espace alloué aux cultures, par la forte densité des tiges d'arbres au niveau de la haie. De plus les arbres dans les PE, les JC et les JA sont régulièrement émondés pour des besoins de fourrage ou de bois énergie, alors qu'au niveau de la haie vive, les tiges d'arbres doivent être maintenues serrées pour éviter les incursions du bétail. Au niveau hypogé, les stocks de carbone des JC étaient supérieurs à ceux des trois autres SAF. Les JC sont en effet des systèmes agroforestiers complexes, caractérisés par une diversité d'espèces, de structure et de mode de gestion. Les apports de fumure

organique et de compost dans ces systèmes comme le font fréquemment les paysans dans notre zone d'étude contribueraient à accroître la productivité primaire nette d'une part (Vandermeer, 1989) et la minéralisation d'autres parts et donc une plus grande restitution de matière organique notamment dans les 50 premiers cm du sol (Saha, 2008). Certains SAF constituent des réservoirs à carbone dont l'équivalent CO<sub>2</sub> peut être commercialisé dans un contexte de changements climatiques. Même si l'objectif premier de l'agriculteur n'est pas la vente du carbone, les bénéfices écologiques générés par les SAF à travers la commercialisation de l'équivalent CO<sub>2</sub> constituent un incitatif financier pour l'introduction ou l'intensification des arbres dans les pratiques agraires ou les SAF existants.

### 7. Recommandations

Développer des filières de transformation et commercialisation des produits forestiers non ligneux, notamment celui du karité (*Vitellaria paradoxa*) et de l'Anacarde (*Anacardium occidentale*). Cela passe par un encadrement accru et de proximité des agriculteurs, qui pourraient en plus des bénéfices productifs des SAF, améliorer leurs revenus dans le cadre des projets de Réduction des Emissions provenant du Déboisement et de la Dégradation des Forêts et ceux des paiements pour services environnementaux.

### 8. Conclusion

L'adoption et la pratique des SAF innovants et résilients, basés sur l'intensification des pratiques actuelles pourraient apporter une contribution essentielle à la gestion durable de cette AP. Pour être productifs, et rentables, les SAF devraient être écologiquement et économiquement intensifiés à travers la domestication des espèces socialement valorisées par les populations afin d'accroître leur diversité et leur densité en champ et ainsi augmenter leur production pour le bien-être des populations et la conservation du PNB. L'étude suggère que de tels systèmes soient promus et intensifiés pour accroître leur capacité à fournir lesdits services pour les systèmes socio-écologiques autour des aires protégées soudano-sahéliennes connues pour leur forte vulnérabilité à la pression anthropique.

**Mots clés :** *Dynamique spatio-temporelle ; Parc National de Bouba Ndjidda; Systèmes agroforestiers; Stocks de carbone; Changement climatique; Cameroun.*

**Thèse de doctorat, soutenue par visioconférence le 18 novembre 2020, à l'Université Laval, Canada.**

## Contribution à la mise en œuvre d'une mesure de compensation du Plan de Gestion Environnemental et Social du projet Nachtigal amont : inventaire des plantes aquatiques dans le Parc National du Mpem et Djim en République du Cameroun

Donfack R.<sup>1</sup>, Foudjet E.A.<sup>2</sup>, Ghogue J.P.<sup>3</sup> et Kenfack S.<sup>3</sup>

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

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

(3) **Encadreurs Professionnels** : Cabinet environnementale Green connexion international / Yaoundé Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550273>

### 1. Objectif Général (OG)

Réaliser l'inventaire de la flore aquatique du Parc national du Mpem et Djim afin de compenser l'impact du projet de Nachtigal sur la biodiversité.

### 2. Objectifs spécifiques (OS)

**OS1** : Etablir une liste détaillée des plantes aquatiques du PNMpD et déterminer leur statut de conservation ;

**OS2** : Extraire de la liste les espèces prioritaires à risque et déterminer les caractéristiques du milieu dans lequel elles se développent ;

**OS3** : Etablir le degré de compensation réalisé dans le PNMpD.

### 3. Hypothèse Générale

L'inventaire des plantes aquatiques du PNMpD compensera de façon notable l'impact du projet Nachtigal sur la biodiversité aquatique du fleuve Sanaga.

### 4. Hypothèses Spécifiques

**H1** : Parmi les espèces de plantes aquatiques répertoriées dans le PNMpD, certaines sont importantes du point de vue de la conservation;

**H2** : On retrouve dans le PNMpD les espèces prioritaires à risque qui se développent dans les conditions normales;

**H3** : Certaines plantes aquatiques du PNMpD permettent de compenser de manière efficace la biodiversité aquatique impactée par le projet de Nachtigal

### 5. Méthodologie

#### 5.1 Zone d'étude

Le PNMpD est situé dans la région du Centre, département du Mbam et Kim, arrondissement de Yoko. Il s'étend entre la latitude 5°09'51" Nord, et la longitude 11°43'59" Est et couvre une superficie de 97 480 ha. Il est presque entièrement délimité par les fleuves Mpem et le Djim, qui sont des affluents du Mbam dans le bassin de la Sanaga (Unknow, 2012).

#### 5.2. Collecte des données

##### - Prospection et identification botanique

Du fait de l'inaccessibilité de la zone d'étude aux moyens de déplacement rapide et facile (voiture; pirogue) aussi bien terrestre que dans l'eau, des kilomètres de distance ont été parcouru à pied afin de pouvoir faire la collecte des données sur les sites successibles d'avoir une diversité importante des plantes aquatiques. La présence des chutes et rapides ont été un critère de choix car ce sont des milieux particuliers, susceptibles d'héberger une végétation fondamentalement différente (les Podostemaceae). C'est ainsi que la collecte des données primaires s'est faite sur 14 sites d'environ 1 km chacune à savoir : 6 sites dans Mpem; et 8 dans le Djim. Les coordonnées géographiques étaient enregistrées dans chacun de ces sites en utilisant le GPS. Nous avons procédé à une identification visuelle améliorée par une loupe de poche des espèces au niveau du lit des fleuves et des berges. Pour chacun des échantillons botaniques observés, les informations suivantes ont été consignées dans une fiche de collecte de données

préparée à cet effet, à savoir : Son nom scientifique; sa forme biologique et son habitat écologique. Les différentes espèces de plantes qui n'ont pas pu être identifiées ont été récoltées, étiquetées et conservées pour une identification ultérieure par les experts de l'herbier National.

#### - Mesure des paramètres physicochimique

Lorsque des espèces prioritaires à risque étaient rencontrées, les conditions hydrauliques où elles étaient présentes étaient également quantifiées. A minima, les mesures suivantes étaient prises : la turbidité grâce au turbidimètre ; le pH grâce au testeur de pH professionnel ; la température de l'eau et la température ambiante ont été mesurées grâce à un thermomètre intégré à l'Anémomètre.

Des échantillons d'eau ont été prélevés à une profondeur de 30 cm pour les analyse ex situ (Au laboratoire The wastewater research units /UYI) afin de déterminer des paramètres tels que la conductivité et les TDS.

#### 4.3 Analyse et traitement des données

Une fois toutes les plantes identifiées les différentes données récoltées ont été séparément saisies, traitées et analysées sur un ordinateur portable à l'aide du logiciel EXCEL et les coordonnées géographiques de chaque site d'étude ont été directement utilisées pour l'établissement des cartes sur un ordinateur portable à l'aide du logiciel QGIS.

### 6. Résultats

#### R1: Liste détaillée des plantes aquatiques du PNMpD et leurs statuts de conservation

**R1.1:** liste détaillées des plantes aquatiques du PNMpD : Sont présentes dans le PNMpD 243 espèces réparties dans 177 genres et 68 familles. 76 espèces étaient des herbacées ; 75 des lianes; 56 des arbres; 33 des arbustes et enfin 3 des palmiers.

Sur l'ensemble des sites inventoriés : 01 seule famille a été recensée sur le lit des deux fleuves 11 familles dans les marais et 56 familles au niveau des berges.

**R1.2: statut de conservation** : Sur un total de 243 espèces, 02 espèces sont en danger critique d'extinction (CR), 03 en danger (EN), 06 vulnérables (VU), 03 quasi menacées (NT), 203 préoccupation mineure (LC), 04 données insuffisantes (DD), 22 non évaluées (NE) selon la liste rouge de l'UICN. Ce qui nous indique que 11 (2CR +3EN+6VU) espèces sont menacées soit 5%.

#### R2: Espèces prioritaires à risque et caractéristiques du milieu dans lequel elles se développent.

**R2.1:** Espèces prioritaires à risque identifiées dans le PNMpD : Parmi les 11 espèces menacées du PNMpD, 02 espèces prioritaires à risque à Nachtigal ont été identifiées notamment *Ledermanniella sanagaensis* et *Ledermanniella thalioidea*.

#### R2.2: Caractéristiques du milieu aquatique

Paramètres	Mpem	Djim
Température de l'eau (°C)	32,35 ± 4,85	27,6125 ± 0,48
pH	7,7 ± 0,15	7,5 ± 0,07
Turbidité (ntu)	7,37 ± 0,81	3,135 ± 0,33
Température de l'air (°C)	34,15 ± 5,95	31,0875 ± 1,20
Conductivité de l'eau (µS/cm)	268,1 ± 46,76	204,65 ± 2,38
TDS (mg/l)	150,37 ± 17,19	97,9875 ± 1,65

#### R3: Le degré de compensation réalisée dans le PMNpD

Après une analyse comparer des espèces importantes du point de vu de conservation à Nachtigal et au PNMpD, il ressort que : Du point de vue des espèces prioritaires à risque (à compenser), 02 espèces (PNMpD) sur 05 (Nachtigal) ont été trouvées. Soit un pourcentage de compensation spécifique de 40%; Du point de vue des espèces menacées, 11 espèces (PNMpD) sur 05 (Nachtigal) ont été trouvées soit un pourcentage de compensation Brute 220%.

### 6. Conclusion

Au terme de cette étude, les résultats nous révèlent une grande diversité des plantes aquatiques dans le PNMpD cependant, 5% de ces espèces sont menacées, mais restent conservées dans leur habitat naturel. Seulement deux espèces prioritaires à risque ont été identifiées pour l'instant et elles se développent dans de bonnes conditions. On note une faible compensation spécifique, mais une très forte compensation brute. Ce qui implique de mettre à l'actif du gain net de la biodiversité les neuf (09) autres espèces menacées identifiées dans le PNMpD.

Cette étude révèle d'importantes informations pouvant servir dans la mise en place du plan d'aménagement et de gestion du PNMpD.

### 7. Recommandations

Fournir les moyens financiers nécessaires pour la

réalisation des inventaires complémentaires sur les sites qui n'ont pas été prospectés et à différentes saisons de l'année ; Mettre en place un plan d'aménagement et procéder au suivi écologique du Parc ; Eviter de pratiquer la pêche clandestine dans les rivières et l'agriculture intensive aux alentours du Parc national du Mpem et Djim

**Mots clés :** *Plantes aquatique ; Biodiversité ; Impact; Compensation.*

**Mémoire de Master Professionnel en Etude d'Impact Environnemental soutenu le 25 Août 2021 au CRESA Forêt-Bois en République du Cameroun**

# Étude des pratiques et de performance de la CCAA en matière environnementale et de développement durable : réduction de l’empreinte carbone

Tchamba M.<sup>1</sup>, Foudjet E.A.<sup>2</sup> et Atangana Kouna A.<sup>3</sup>

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

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

(3) **Encadreurs Professionnels** : Cadre supérieur à la Cameroon Civil Aviation Authority / Yaoundé Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5550234>

## 1. Objectif Général (OG)

L’objectif principal de ce travail est de réduire globalement l’empreinte carbone de l’Autorité Aéronautique Civile du Cameroun (CCAA).

## 2. Objectifs spécifiques (OS)

**OS1** : Faire un état des lieux des pratiques en matière d’environnement et de développement durable au sein de la CCAA.

**OS2** : Faire une analyse des dépenses énergétiques et de la gestion des déchets au sein de la CCAA.

**OS3** : Proposer des axes stratégiques pouvant favoriser les bonnes pratiques en matière de protection de l’environnement et de développement durable.

## 3. Hypothèse Générale

Certains processus et activités de la CCAA augmentent son empreinte carbone.

## 4. Hypothèses Spécifiques

**H1** : L’état des lieux de la CCAA révèle que les aspects environnementaux sont faiblement pris en compte dans les achats et projets.

**H2** : L’organisation administrative actuelle dans cette entreprise n’est pas adaptée à un concept de développement durable.

**H3** : la restructuration de l’organisation administrative et le plan d’actions correctrices proposées après diagnostic des comportements sur l’environnement sont capitales pour promouvoir le développement durable au sein de cette entreprise.

## 5. Méthodologie

### 5.1 Zone d’étude

La CCAA est un établissement public basé à Mvan dans les locaux de la base aérienne. Elle est située entre le 3° 83’6’’ latitude Nord et 11° 52’05’’ longitude Est. Localisée dans la Région du Centre, Département du Mfoundi, Arrondissement de Yaoundé 4.

### 5.2. Méthodes de collecte des données

La collecte des données primaires s’est effectuée essentiellement sur la base des observations directes au siège de l’entreprise; un questionnaire a été élaboré et des entretiens ont été menés avec des personnes ressources. Le questionnaire a été diffusé à 213 employés via la plateforme de googleforms et plus de 40% de chaque catégorie socioprofessionnelle des employés l’ont rempli.

Les données secondaires ont été collectées dans la bibliothèque du CRESA Forêt-Bois, la bibliothèque de la CCAA et sur internet.

### 5.3. Méthode d’analyse des données

Les données collectées sur le terrain ont été analysées au travers des méthodes d’évaluation de la performance en matière de développement durable et leur traitement a été présenté sous formes de tableaux, graphiques et camemberts découlant du formulaire administré en ligne via Googleforms.

## 6. Résultats

**RI.1.** Suivant l’évaluation de la grille d’analyse de développement durable, la performance de la CCAA sur la dimension écologique présente une situation problématique (30%), alors que la dimension sociale

présente une situation satisfaisante (76%); sur la dimension économique, la situation est perfectible (51%).

**R1.2.** Dans le fonctionnement quotidien de la CCAA, il y a 104 climatiseurs répartis en trois classes de puissances (1 200 w, 2 000 w et 2 500 w), 127 réglettes de 36 w installées dans les bureaux et 20 lampes LED de 60 w dans les couloirs. Tous les climatiseurs sont de la technologie « Tout ou Rien » qui consomment 30% plus d'énergie que les climatiseurs de la technologie « Inverter ». De plus, 97% sont au réfrigérant R22 qui a un impact négatif sur la couche d'ozone contrairement au R410a dont le pouvoir d'action sur la couche d'ozone est nul.

**R1.3.** Le principal déchet est le papier estimé à 12 kg en moyenne/jour. Par ailleurs, il y a d'autres déchets à l'exemple des déchets plastiques et alimentaires dont la masse totale est d'environ 3 kg en moyenne et 25l respectivement par jour.

**R2.1.** Plus de 90% des employés allument à leur arrivée dans leurs bureaux et les luminaires restent en fonctionnement jusqu'à ce qu'ils rentrent. De manière générale, ce qui peut justifier ce constat est le mauvais éclairage des pièces. D'autre part, les climatiseurs ne sont pas utilisés uniquement à des fins de confort thermique, mais également pour résoudre des problèmes de mauvaises odeurs, ce qui implique une utilisation prolongée des climatiseurs et laisse penser que les pièces ne sont pas bien aérées. Le constat global est que l'architecture de construction des pièces et les habitudes du personnel sont les principales causes de consommation élevée d'énergie au siège de la CCAA.

**R2.2.:** L'absence d'outil de collaboration sur la modification des documents numériques est à l'origine de la consommation excessive de déchets papier. Plus de 85% des employés ont recours à des impressions pour des notes de services et d'information. Plusieurs employés se plaignent de devoir réimprimer plusieurs fois le même document uniquement pour des modifications mineures ; de tels cas auraient été évités sur une plateforme de collaboration avant impression. En outre, ces multiples réimpressions sont en contradiction avec le fait que plus de 85% des employés affirment que le développement durable est important.

**R2.3.** En utilisant les données d'enquête sur le comportement du personnel et les informations techniques sur les climatiseurs et luminaires, une

estimation de l'empreinte carbone a été déduite des dépenses énergétiques en une année 84 580,14KgCO<sub>2</sub>e et 3 346,38KgCO<sub>2</sub>e.

Un procédé similaire a également permis d'avoir une estimation de l'empreinte carbone produite par les déchets 949 375 KgCO<sub>2</sub>e. Cependant, la conclusion demeure la même : la CCAA peut réduire significativement ces deux indices d'empreinte carbone.

**R3.1.** Se rassurer de choisir la meilleure technologie pour minimiser la consommation énergétique des climatiseurs, et préconiser l'usage des éclairages écoresponsables (basse consommation, beaucoup de lumens et faible impact environnemental) à l'exemple des ampoules LED.

**R3.2.** Intégrer des outils internes à la CCAA pour les modifications collaboratives des documents à produire dans les processus de traitement des dossiers. Une telle démarche vise à réduire la masse des déchets papiers. Par ailleurs, il est également nécessaire d'appliquer une politique de recyclage des déchets de toutes sortes (papier, plastique, alimentaire) ; par exemple, les confier à une société spécialisée dans le recyclage.

**R3.3.** Intégrer une politique de développement durable dans toutes les activités et projets de la CCAA et veiller à leur application. En effet, dans cette étude on constate un contraste entre la sensibilité du personnel au développement durable et l'application réelle des mesures nécessaires pour une meilleure protection de l'environnement ; le personnel semble conscient de l'importance du développement durable et émet le vœu de faire appliquer les protocoles adéquats, mais de manière générale n'applique pas les bonnes pratiques dans ce sens.

## 7. Recommandations

### Sur le plan de la climatisation

- *Préconiser une technologie moins consommatrice d'énergie.*

Choisir la technologie « inverter » pour avoir une économie d'énergie de 30%. En effet si on passe à cette technologie avec 30% d'énergie gagnée, avec une réduction de 30% des émissions de CO<sub>2</sub>.

Voici ce qu'on aura en appliquant 30% du résultat obtenus précédemment

- 122 579 kWh et on aura gagné 286 02 d'énergie.
- 25 374,04 kgCO<sub>2</sub> eq et on aura gagné 59 206 d'émission de CO<sub>2</sub>.

- Donc un gain 3 183 165 FCFA de gagné chaque année.

*- Réfrigérant très peu polluant*

Choisir désormais les climatiseurs au réfrigérant R410a ou alors au R32 ceux pour le moment disponible sur le marché camerounais et qui auraient des effets peu nocive sur la couche d'ozone pour une entreprise qui est en train de prendre une allure écoresponsable.

*- Tenir compte du rapport bilan de puissance/ salle à climatiser*

Pour une meilleure optimisation de l'énergie, il serait important de se focaliser sur un bilan de puissance chaque fois qu'on veut remplacer un climatiseur. En effet une climatisation est fonction de plusieurs paramètres et surtout les équipements qui y sont et entre moins de 06mois on peut avoir affaire à cette variation. Pour donc éviter les problèmes d'inconfort il faudra faire un bilan de puissance.

**Sur le plan de l'éclairage, préconiser l'utilisation des LED**

Aujourd'hui, les systèmes d'éclairage à base de LEDs ont fait une entrée remarquable dans le marché de l'éclairage, avec une progression impressionnante. On peut avoir plus d'éclairage dans une pièce et la durée de vie est bien plus importante que les autres luminaires.

Si on veut même rester avec le même fournisseur des néons fluorescents installés on peut avoir des puissances inférieures. Donc pour le modèle TL-D 36W/54-765 1SL du T8 fluorescent de 36 w avec 2 500 lumens, on peut le remplacer avec un 16w avec le même nombre de lumens ou alors, utiliser une technologie au LED bien meilleur qu'avec un éclairage conséquent.

En changeant les LED on sera à 1 308,13 d'émission de gagné donc un pourcentage de 37,35% de réduction de CO<sub>2</sub> et un coût de 473 962 FCFA de gagné annuellement sur les 20 w économisés.

**Sur le plan de la gestion des déchets, préconiser le traitement des documents à plusieurs en intranet**

En effet, un intranet optimise les échanges au sein d'une entreprise et permet un gain en terme de productivité et d'efficacité. Grâce à une infrastructure rationalisée, les services internes sont tout le temps accessibles, en réseau et de n'importe quel endroit ou n'importe quel poste de travail.

De plus, pour des soucis de confidentialité ce réseau

est à prioriser car c'est un réseau local et donc seuls les intervenants auront accès à leur information.

*- Recycler les déchets*

- Faire le tri à la source des différents déchets produits en disposant des unités spécifiques de récupération de tous rebus de papier et carton. Ce processus permettra qu'à la longue, on puisse sous-traiter avec des prés collecteurs pour les autres déchets.

*- Intégrer une politique de recyclage*

Une fois les déchets séparés, l'entreprise pourra se rapprocher des recycleurs et avoir à leur proposer leur matière première contre des petites récompenses ou motivation en bénéficiant de leur service de recyclage.

Ne connaissant la quantité de déchet ne pouvant être produite par jour nous ne pouvons estimer le pourcentage de réduction.

**Sur le plan de l'administration, mettre en place les projets de construction du nouveau du nouveau siège**

Le secteur de la construction est globalement responsable de : 30% de toutes les émissions de gaz à effet de serres en Europe dans le monde, 40% de la consommation mondiale d'énergie, 40% de la consommation des ressources naturelles, 40% de la génération de déchets (en volume) (Acker et al., 2011). Ainsi pour ce projet de construction en étude il faudra:

- prioriser le matériau à propriété isolante à l'instar de la brique de terre stabilisée au ciment qui est actuellement l'isolant le plus utilisé au Cameroun: L'isolation thermique permet de minimiser la consommation d'énergie nécessaire à maintenir la température requise donc contribue à l'efficacité énergétique. En effet le dépouillement du questionnaire a montré qu'en saison pluvieuse près de 25% employés trouvaient qu'il fait chaud ; Ainsi il permettra aux employés de la CCAA de se servir de la propriété de conservation de température et éviter l'utilisation de la climatisation.

- Améliorer l'architecture du bâtiment en optimisant l'éclairage naturelle afin d'éviter un gaspillage des luminaires.

- Intégrer la prise en compte du développement durable dans tous les processus,

- Intégrer les aspects environnementaux dans les Dossiers d'Appels d'Offres;

- Dans les achats des équipements consulter la fiche

technique et regarder les indications para port à la pollution sur la couche d'ozone.

- Adapter l'organisation au développement durable.
- Participer aux activités de reforestation pour compenser les émissions que nous n'avons pas pu réduire
- Penser à passer à un mix d'énergie (énergie hybride), énergie d'ENEO combiné au système d'énergie solaire.

**Mots-clés** : *empreinte carbone, Economie d'énergie, bonne pratique environnementale, développement durable.*

**Mémoire de Master Professionnel en Economie et management de l'environnement soutenu le 24 juillet 2021 au CRESA Forêt-Bois en République du Cameroun.**



## L'Adéquation Formation/Emploi dans le Bassin du Congo

*La formation au cœur*



*de la gestion durable*

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



**DES COMPÉTENCES...  
ET DES RESSOURCES**



**UN BASSIN DE COMPÉTENCES POUR LA CONSERVATION  
ET LA SAUVEGARDE DES RESSOURCES**

### **Coopération Allemande – Biodiversité COMIFAC : Des experts de la conservation forestière réunis à Kigali pour discuter de l'avenir des Aires protégées et de la Faune sauvage d'Afrique Centrale”**

27 septembre 2021

Le 27 Septembre 2021, s'est tenue la cérémonie d'ouverture de la douzième réunion du Sous-groupe de Travail Aires Protégées et Faune Sauvage de la COMIFAC. Présidée par la Ministre de l'Environnement de la République du Rwanda, Dr Jeanne d'Arc Mujawamariya, cette rencontre organisée par la COMIFAC est appuyée par le Projet régional GIZ d'appui à la COMIFAC dans le cadre du Programme ECOFAC IV de l'Union Européenne, et l'UICN dans le cadre du Programme BIOPAMA.

Cette douzième réunion du Sous- Groupe de Travail sur les Aires Protégées et la Faune Sauvage de la COMIFAC (SGTAPFS), se tiendra du 27 Septembre au 1er Octobre 2021 dans la capitale rwandaise, avec pour objectif principal la validation de deux études dont l'une portant sur l'harmonisation et l'amélioration des cadres législatifs et institutionnels relatifs à la gestion de la Faune et des Aires Protégées (SGTAPFS) et l'autre sur les opportunités de labellisation des Aires Protégées d'Afrique centrale. Ce sera tout aussi l'occasion pour les pays membres de la COMIFAC de présenter l'état des lieux des aires protégées et de la faune sauvage de leurs territoires respectifs. Y prennent part, les membres du SGTAPFS à savoir: les Directeurs en charge de la faune et/ou des aires protégées et/ou les responsables des agences nationales des parcs nationaux des pays de l'espace COMIFAC, des experts du Secrétariat Exécutif de la COMIFAC, les Coordinateurs Nationaux COMIFAC et des représentants des partenaires au développement (Union Européenne, GIZ, UICN, WWF, TRAFFIC).

S'exprimant à l'occasion, M. Martial Nkolo, Directeur du Programme gestion durable des forêts du Bassin du Congo de la GIZ a déclaré : « Les aires protégées qui représentent aujourd'hui près de 15% du Bassin du Congo, sont indispensables pour sauvegarder les espaces les plus remarquables du point de vue de la biodiversité. Cet effort de conservation doit être renforcé. Travailler ensemble sur ces sujets, c'est prévenir des conflits futurs, mutualiser les acquis et les moyens.», a-t-il déclaré. Fort est de remarquer que la récente publication de l'Etat des Aires Protégées d'Afrique centrale montre que le réseau sous-régional

comprend actuellement 206 aires protégées occupant environ 799 000 km<sup>2</sup>, toutes catégories confondues, ou 14,8% des terres et 5,0% de la zone économique exclusive marine des pays d'Afrique centrale.

Tel que souligné par le Secrétaire Exécutif Adjoint de la COMIFAC, M. Chouaibou Nchoutpouen : « Les forêts du bassin du Congo sont en passe de devenir le premier poumon vert de la planète terre après les fortes déforestations enregistrées ces dernières années dans le bassin Amazonien », il rappelle de ce fait, le rôle prépondérant du Bassin du Congo dans un contexte planétaire de réchauffement climatique accéléré. En effet, les récentes estimations des chercheurs du Global Forest Watch (GFW) font état de ce que les forêts du bassin du Congo, séquestrent 600 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> de plus qu'elles n'en émettent par an. Leurs moyennes d'émissions et d'absorption atteignant respectivement 530 millions et 1,1 milliard de tonnes de carbone.

Dans le cadre de la mise en œuvre de son Plan de convergence, le Secrétariat Exécutif de la COMIFAC a entrepris avec le concours de l'UICN à travers le Programme BIOPAMA, deux études à savoir : (i) l'étude sur l'Harmonisation et l'amélioration des cadres législatifs et institutionnels relatifs à la gestion de la Faune et des Aires Protégées dans les 10 pays membres de la COMIFAC et (ii) l'étude relative aux opportunités de labellisation des aires protégées d'Afrique Centrale. Tout en saluant l'initiative de ces deux études commanditées par la COMIFAC, la Ministre rwandaise de l'Environnement, Dr. Jeanne d'Arc Mujawamariya a souligné que ces travaux vont permettre non seulement d'améliorer les législations mais aussi de mobiliser des ressources en faveur de la gestion des aires protégées. Félicitant le renforcement des relations entre le Rwanda avec la COMIFAC, Mme. La Ministre rwandaise de l'environnement, a émis le souhait de voir cette coopération se densifier : « Nous souhaitons que cette coopération se renforce davantage de manière à faire face aux enjeux émergents qui pourraient fragiliser les efforts déjà consentis pour la conservation et la gestion durable de la biodiversité dans l'espace COMIFAC ».

### Le Congrès mondial de la nature de l'UICN 2020

22 septembre 2021

Dans un monde émergeant de la pandémie de COVID-19, le Congrès mondial de la nature de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a mis en évidence avec succès la double crise existentielle à laquelle la planète est confrontée: le changement climatique et l'effondrement de la biodiversité. Le Congrès, premier événement environnemental majeur à se dérouler dans un format hybride (en modes présentiel et virtuel), a attiré près de 6 000 participants inscrits sur place, à Marseille, en France, et 3 500 participants en ligne. Il a suscité une attention politique considérable, avant les réunions importantes tenues dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et de la Convention sur la diversité biologique (CDB) qui auront lieu dans les mois à venir.

Les points saillants du Congrès comprenaient:

- L'organisation réussie d'une réunion complexe et chargée dans le respect des mesures de précaution sanitaires;
- Des contributions importantes des peuples autochtones, des jeunes, des autorités locales et du secteur privé, notamment lors des quatre sommets organisés le premier jour du Congrès;
- Une impressionnante cérémonie d'ouverture, englobant un discours du Président français Emmanuel Macron s'engageant fermement en faveur de la conservation;
- Le Manifeste de Marseille, le principal document final, qui souligne que l'humanité a atteint un point de basculement et que la fenêtre d'opportunité permettant de répondre à ces urgences liées au climat et à la biodiversité est en train de se rétrécir;

et;

- L'adoption de 28 résolutions sur un éventail de questions de conservation et de développement durable.

Outre les décisions prises lors du Congrès, 109 résolutions et recommandations avaient été adoptées par vote électronique par les membres de l'UICN en octobre 2020. Les résolutions qui ont suscité débat et/ou attention significatifs comprenaient:

- Pour le changement climatique, la création d'une Commission sur le changement climatique, ainsi que la promotion de solutions intégrées sur ses liens avec la biodiversité ;
- Pour la biodiversité, l'intégration de contributions au prochain Cadre mondial pour la biodiversité post-2020 (GBF);
- Pour les droits, la reconnaissance et le soutien des droits et des rôles des Peuples autochtones et des communautés locales (PACL) dans la conservation, ainsi que la protection des défenseurs de l'environnement ;
- Pour l'océan, la protection des écosystèmes des grands fonds par un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins et l'action en faveur de la biodiversité dans les zones situées au-delà des juridictions nationales ;
- Pour la santé, la promotion de l'approche «Une seule Santé» et le traitement des facteurs de perte de biodiversité en vue de protéger la santé humaine, animale et environnementale et de prévenir les pandémies; et
- Le renoncement à la «Doctrine de la Découverte» pour redécouvrir le souci de la Terre Mère.

### 5DW: La conférence sur les forêts tropicales se met d'accord pour protéger les forêts

14 septembre 2021

Le bassin du Congo est le 2e plus grand massif forêt tropicale du monde. Lors d'une conférence qui s'est tenue à Berlin ce 07 septembre 2021, dix pays africains riverains se sont engagés à renforcer la protection des forêts et la sylviculture durable.

Avec des représentants de dix pays, dont le Cameroun, le Tchad, la République du Congo et la République démocratique du Congo, le ministre fédéral du Développement, Gerd Müller, s'est mis d'accord, lors

de la conférence de Berlin sur les forêts tropicales, sur des mesures de protection renforcées pour la deuxième plus grande forêt tropicale du monde. Müller a également demandé un « New Deal » pour la protection des forêts.

#### Arrêter l'incendie

« Nous devons immédiatement arrêter l'incendie et la destruction des forêts », a déclaré le ministre.

Il a attiré l'attention sur le fait que la destruction des forêts tropicales par l'incendie, par exemple en Amazonie, en Indonésie, ou dans le bassin du Congo, représente 11% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>.

Le bassin du Congo est la deuxième plus grande forêt tropicale après la forêt amazonienne. Toutefois, les experts estiment qu'il ne restera plus de forêt tropicale dans le bassin du Congo d'ici 2100. L'Allemagne soutient le processus de protection de la forêt tropicale africaine par le biais de l'initiative forestière centrafricaine CAFI, a déclaré M. Müller. L'objectif est de protéger et de restaurer 127 millions d'hectares de forêts d'ici 2030 - « c'est trois fois la taille de l'Allemagne ».

### **Impliquer les populations autochtones**

Selon Müller, les mesures de protection comprennent des chaînes d'approvisionnement transparentes pour le bois de la région et des alternatives économiques pour les personnes. En outre, la population autochtone, considérée comme le « gardien des

forêts », est étroitement impliquée.

Le ministère du Développement est en train d'assumer la présidence tournante du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo. Mardi, les pays africains participants du bassin du Congo ont signé la déclaration de protection de la forêt tropicale. En échange d'efforts accrus des pays, des Pays comme l'Allemagne s'engagent à renforcer le soutien aux nations forestières tropicales d'Afrique centrale.

**Création d'un Fonds du patrimoine naturel mondial**  
Le ministère du Développement avait déjà créé en mai 2021 le Fonds du patrimoine mondial de la nature. D'ici 2030, un stock de capital d'un milliard de dollars devrait être mis en place pour permettre le financement de base de 30 des principales réserves naturelles. Le Fonds sera alors la plus grande fondation au monde pour la protection de la nature. L'Allemagne a débloqué un financement de démarrage de 100 millions de dollars.

## **Le Sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement des pays membres de la Commission Climat du Bassin du Congo prévu à la fin du mois de septembre, préparé par les Ministres-CBCC**

*14 septembre 2021*

Au nom de Son Excellence Monsieur Denis SASSOU-N'GUESSO, Président de la République du Congo, Président de la CCBC, le Premier Ministre, Chef de Gouvernement, Anatole Collinet MAKOSSO, a ouvert ce jeudi 2 septembre 2021, les travaux du segment des Ministres entrant dans le cadre des préparatifs du sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement des pays membres de la Commission Climat du Bassin, lequel définira la position commune de l'Afrique à la COP 26.

A l'approche du deuxième Sommet, et de la prochaine CoP qui se tiendra à Glasgow, le plan d'investissement, le mécanisme financier et le schéma de gouvernance du Fonds Bleu pour le Bassin du Congo étant définis, le processus de recrutement de la banque de développement étant engagé, l'heure est au bilan, a indiqué le Premier Ministre, Chef du

Gouvernement dans son mot d'ouverture.

Cette réunion a été ainsi l'occasion pour les Ministres, d'échanger sur l'ensemble des points qui feront l'objet de l'ordre du jour du deuxième sommet de la CCBC.

Les conclusions de ce sommet définiront la position de l'Afrique à la Cop 26; le combat de lutte contre le changement climatique et pour le développement durable étant placé au cœur de l'action de la Commission Climat du Bassin du Congo et du Fonds Bleu pour le Bassin du Congo.

Après les travaux de haut niveau, Madame Arlette SOUDAN-NONAUT, Ministre de l'Environnement, du Développement Durable et du Bassin du Congo, coordonnatrice technique de la CCBC, a procédé, au nom du Premier Ministre, Chef du Gouvernement, à la clôture de de cette réunion ministérielle.

### La transition agro-écologique des agricultures du Sud

**Auteurs : François-Xavier Côte, Emmanuelle Poirier-Magona, Sylvain Perret, Philippe Roudier, Bruno Rapidel, Marie-Cécile Thirion**

*Editeur : Éditions Quae ; Nombre de pages : 368 ; DOI : 10.35690/978-2-7592-2822-5 ; Publication date : 2019*

Sécurité alimentaire, emplois, transition écologique des modes de production et de consommation... L'agro-écologie pourrait être l'une des solutions pour répondre aux défis à venir de l'humanité. Inscrite dans les 17 Objectifs du développement durable, elle nécessite un engagement de tous. Pour satisfaire les besoins alimentaires et économiques des communautés rurales et urbaines en croissance, répondre à des consommateurs de plus en plus exigeants, préserver les ressources naturelles et s'adapter au changement climatique, il devient urgent

de produire différemment. Au cours des dix dernières années, le Cirad et l'AFD ont conduit des expériences de transition agro-écologique avec les producteurs, chercheurs, professionnels du développement et décideurs de nombreux pays du Sud. Ils livrent leurs réflexions sur l'avenir de l'agro-écologie comme moyen pour les agricultures du Sud de s'adapter aux changements globaux et analysent les conditions de réussite de la transition agro-écologique.

La version anglaise de ce titre, *The agroecological transition of agricultural systems in the Global South*.

### Changement climatique et agricultures du monde

**Auteur : Emmanuel Torquebiau**

*Editeur : Éditions Quae ; EAN : 9782759222995 ; Date de Publication : 2015*

Depuis quelques années, et à l'approche de la 21e Conférence des parties des Nations unies sur le changement climatique qui se tiendra à Paris fin 2015, le nombre de publications, congrès et autres conférences sur le changement climatique est en croissance exponentielle. Pourtant, il est un domaine où demeurent encore de nombreuses incertitudes. Dans les zones rurales tropicales, les modélisations prévoient de multiples dérèglements mais les tendances ne sont pas claires alors que le constat de l'impact du changement climatique sur les populations les plus pauvres est souvent alarmiste.

Comment satisfaire la sécurité alimentaire tout en s'adaptant au changement climatique et en l'atténuant ? Quelles sont les principales menaces pesant sur les agricultures du Sud ? Comment les agriculteurs du Sud répondent-ils à ces menaces ? Quelles sont les propositions de la recherche agronomique ? Quelles sont les voies encore inexploitées ?

Les recherches en cours nous interpellent. Elles

couvrent un immense champ scientifique et montrent que des solutions existent, aussi diverses que de nouvelles pratiques agronomiques, la gestion de l'eau, le recyclage des résidus agricoles, le diagnostic des maladies émergentes ou les paiements pour services écosystémiques. Notre compréhension des mécanismes financiers et politiques qui sous-tendent les négociations climatiques internationales est indispensable pour penser avec les agriculteurs des options concrètes de réponse aux enjeux du climat tout en répondant aux exigences du développement durable.

Ce livre, dense, précis mais facile à lire, regroupe les expériences de plusieurs dizaines de chercheurs et agents de développement de toutes disciplines. Il est destiné aux chercheurs, aux étudiants et au grand public averti.

Ce livre est également disponible en anglais sous le titre *Climate Change and Agriculture Worldwide* auprès des éditions Springer - [www.springer.com](http://www.springer.com)

### Protection agroécologique des cultures

**Auteurs : Jean-Philippe Deguine, Caroline Gloanec, Philippe Laurent, Alain Ratnadass, Jean-Noël Aubertot**

*Editeur : Éditions Quae ; EAN : 9782759224104 ; Date de Publication : 2016*

Comment concilier la protection des cultures vis-à-vis des ravageurs et des maladies avec la durabilité

socioéconomique, écologique, environnementale et sanitaire des agroécosystèmes ? Face aux limites

## Suggestions de Lecture

---

du système actuel, comment assurer la transition des techniques de lutte préconisées et établies par la protection intégrée des cultures, vers la protection agroécologique des cultures ou PAEC, cette méthodologie innovante de gestion des peuplements d'un agroécosystème ?

À partir d'une présentation des principes de l'agroécologie et de leur application à la protection des cultures, complétée d'une revue critique de l'évolution de celle-ci, cet ouvrage analyse plusieurs expériences participatives réalisées en vraie grandeur, dans différents contextes. Il en tire des recommandations concrètes pour l'ensemble des systèmes de cultures tempérés et tropicaux, véritables clés de cette transition agroécologique recherchée.

Les contributions des 56 auteurs, d'horizons variés, traduisent le besoin et les attentes de la communauté scientifique et agricole. Leur expérience dans la recherche, l'enseignement, la formation et le transfert en milieu producteur, ainsi que la rigueur de leur raisonnement scientifique, donnent à l'ouvrage sa profondeur et son originalité. Ils en font un support d'information actualisé pour les professionnels et d'enseignement pour les étudiants en agronomie, protection des cultures, gestion de la biodiversité ou agroécologie.

Ce livre est également disponible en anglais sous le titre *Agroecological Crop Protection* auprès des éditions Springer - [www.springer.com](http://www.springer.com)

### Un défi pour la planète - Les Objectifs de développement durable en débat

**Auteurs : Patrick Caron, Jean-Marc Châtaigner**

*Éditions Quae; Nombre de pages : 466 ; Date de Publication : 2017*

« Transformer les vies tout en préservant la planète », telle est l'ambition des 17 Objectifs de développement durable (ODD), cadre d'action à l'échelle planétaire adopté par tous les pays membres de l'ONU en septembre 2015. Universels, les ODD s'adressent autant aux pays du Nord qu'aux pays du Sud et concernent à la fois l'économie, le développement des sociétés et la protection de l'environnement.

Lutte contre la pauvreté, égalité entre les sexes, accès de tous à une énergie propre et à une éducation de qualité, bonne santé et bien-être, villes durables, consommation et production responsables... c'est à un profond changement de modèle que nous invitent les ODD. Cette transformation passe par un dialogue renouvelé entre science, société et politique, et entraîne des mutations majeures dans les rapports Nord-Sud.

Proposant une analyse critique de chacun des 17 Objectifs, de leurs interactions et des contradictions dont ils sont aussi porteurs, cet ouvrage réunit une soixantaine d'auteurs d'horizons divers : responsables d'institutions scientifiques, chercheurs, experts, acteurs du développement... Cette approche plurielle offre différentes clés de lecture et met en avant l'importance de la recherche pour comprendre les enjeux des ODD, mesurer l'avancement de leur mise en œuvre et concevoir, en lien avec la société, des solutions innovantes.

Accessible à un large public, il apporte un éclairage inédit, à la fois critique et documenté, sur les grands défis de l'Agenda 2030 pour le développement durable..

### Piloter la fertilisation du palmier à huile

**Auteurs : Bernard Dubos, Xavier Bonneau, Albert Flori**

*Editeur : Éditions Quae ; Nombre de pages : 88; Date de Publication : 2020*

Guide d'aide à la conception de la fertilisation des plantations de palmier à huile, cet ouvrage expose dans un langage clair comment définir dans chaque plantation les recommandations d'engrais qui prennent en compte les spécificités de chaque site. Les auteurs présentent les principes d'interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux, principalement les folioles, en tenant compte de l'influence des facteurs

propres à chaque plantation (âge, matériel végétal, climat, sol). Ils détaillent comment on détermine expérimentalement les teneurs de référence en éléments minéraux spécifiques de la plantation et les règles d'échantillonnage pour suivre l'état nutritionnel de la plantation. La priorité est donnée aux faciès (sol, matériel végétal) les plus spécifiques des surfaces plantées plutôt qu'à une représentation moyenne

## Suggestions de Lecture

---

des parcelles. Ce guide explique comment créer des barèmes de fertilisation pour atteindre les teneurs foliaires optimales tirées de l'expérimentation, et confronter ces données à des informations issues des systèmes d'information géographiques. Ce système d'aide à la décision est conçu pour être valable dans toutes les situations. Au-delà de l'optimisation économique de la fertilisation, les préoccupations

environnementales sont prises en compte : la santé des sols et l'efficacité de l'absorption doivent être intégrées dans la stratégie de fertilisation en optimisant les pratiques culturales pour l'application des engrais et la gestion de la matière organique. Ce guide est illustré par de nombreux exemples issus des essais dans des conditions variées de sol, de climat et de matériel végétal en Afrique et en Amérique latine..

### Le palmier à huile en plantation villageoise

**Auteur : Jean-Charles Jacquemard**

*Editeur : Éditions Quae; Publication : 2013 ; Nombre de pages : 160*

L'huile de palme reste la première source de corps gras végétal sur le marché mondial, la culture du palmier à huile est donc au cœur du développement des pays de la ceinture tropicale. La filière agro-industrielle du palmier à huile repose en grande partie sur des plantations villageoises : plus de 50% des surfaces plantées dans plusieurs pays (Cameroun, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Sierra Leone, Thaïlande), plus de 40 % en Malaisie et en Indonésie. Cet ouvrage complète « Le palmier à huile », publié en 2012 dans cette même collection et du même auteur, et s'adresse plus particulièrement aux planteurs de palmier à huile des plantations villageoises. Il fournit les bases de l'installation et du développement de la palmeraie, tout en restant en accord avec les objectifs d'un

développement durable. Il est organisé en 44 fiches couvrant tous les aspects : pré-pépinière, pépinière, création de la plantation, jeunes cultures, plantation en rapport, récolte des régimes, principaux accidents (maladies, ravageurs, nutrition). Des préconisations essentielles à la sécurité sont enfin rappelées. Ainsi, cet ouvrage constitue une référence pour les itinéraires techniques du palmier à huile, quel qu'en soit le mode d'exploitation.

Rédigé dans un langage clair, très précis et abondamment illustré par des schémas et des photos, cet ouvrage est surtout destiné aux planteurs, aux agents d'encadrement, aux formateurs et aux décideurs de projets villageois de cette filière.

### Agricultures familiales et mondes à venir

**Auteur : Jean-Michel Sourisseau**

*Editeur : Éditions Quae; EAN : 9782759221417 ; Nombre de pages : 360 ; Date de Publication : 2014*

Que sont les agricultures familiales ? Quels peuvent être leurs rôles face aux défis de la planète et leurs contributions à un développement durable et plus équitable ?

Mode d'organisation dominant de l'agriculture, en particulier dans les pays du Sud, l'agriculture familiale est aussi une agriculture de demain. Les Nations unies, en décrétant 2014 « Année internationale de l'agriculture familiale », placent cette forme de production au centre des débats sur le développement agricole. Ceux-ci sont souvent réduits à une opposition entre l'essor d'une agriculture de firme, soi-disant performante parce que relevant de processus industriels de production de masse destinée aux marchés, et le maintien d'une agriculture

familiale fondée sur la proximité entre famille et exploitation. Les auteurs de cet ouvrage souhaitent enrichir ces débats pour dépasser les stéréotypes, souvent exprimés en termes de « agricultures de petite taille, de subsistance, paysanne... ».

Les résultats de la recherche démontrent la formidable adaptabilité des agricultures familiales et leur capacité à répondre aux grands enjeux de demain, mais n'occulent pas pour autant leurs limites. Aux niveaux national et international, les auteurs interrogent les choix de société et de trajectoire de développement, ainsi que les rôles que l'agriculture devra y jouer. Ils plaident pour un réengagement des politiques publiques en faveur des agricultures familiales des pays du Sud et soulignent l'importance

## Suggestions de Lecture

---

de prévoir des actions ciblées et adaptées aux spécificités du caractère familial des modèles agricoles. Mais ils insistent surtout sur le besoin de dépasser des logiques strictement sectorielles, en plaçant les agricultures familiales au cœur d'un projet économique et social plus large.

Cet ouvrage, issu d'un travail collaboratif conduit

par le Cirad, consacre trois décennies de recherches sur ce sujet. Il intéressera les chercheurs, enseignants et étudiants, et les acteurs des instances nationales et internationales liées au développement des pays du Sud.

Ce livre est également disponible en anglais sous le titre *Family Farming and the Worlds to Come* auprès des éditions Springer - [www.springer.com](http://www.springer.com)

### Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière

**Auteurs : Marion Gosselin, Yoan Paillet**

*Editeur : Éditions Quae; EAN : 9782759226702 ; Nombre de pages : 160*

Pourquoi et comment intégrer l'écologie et la biodiversité dans la gestion forestière ? Comment savoir ce qu'il faut préserver ? Comment concilier production et protection ?

Sept ans après la première édition de ce guide pratique, les forêts de France métropolitaine font face à des évolutions rapides du climat et des pratiques sylvicoles, en particulier la récolte par arbre entier associée au développement de la filière bois-énergie. Parallèlement, des connaissances scientifiques nouvelles en lien avec ces évolutions permettent de nourrir la réflexion et d'actualiser les actions proposées pour maintenir la biodiversité et garantir les capacités d'adaptation de la forêt.

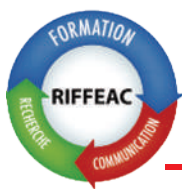
L'ouvrage s'est également étoffé d'éléments sur l'évaluation économique de la biodiversité et des pratiques associées, ainsi que d'informations

concernant les aides financières ou fiscales en matière de gestion forestière.

Les recommandations s'articulent en deux ensembles cohérents d'actions individuelles à l'échelle de la propriété (fiches 1 à 16) et d'actions collectives à l'échelle de territoires plus vastes (fiches 17 à 20). En début d'ouvrage, des clés de cheminement aideront le lecteur à se repérer par rapport à l'objectif de gestion poursuivi ou au type d'intervention sylvicole envisagé.

Cet ouvrage s'adresse aux professionnels de la forêt et des espaces naturels, mais également aux propriétaires forestiers publics et privés qui y trouveront des éclairages utiles sur la manière de mieux prendre en compte l'écologie dans la gestion de leur forêt.





Revue Scientifique et Technique

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

## DIRECTIVES AUX AUTEURS

### Généralités

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

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

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

### Types d'articles

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

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

### Éditorial

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

### Articles scientifiques (estampillés Article Scientifique)

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

### Notes techniques et Rapports d'Étape (estampillés)

## Directives aux Auteurs

---

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

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

### Explications portant sur les publications antérieures

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

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

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

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

### Dépôt de manuscrits scientifiques et techniques

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

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

### Structure de l'article

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

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

### Subdivisions

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

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

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

### Résumé

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

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

## Directives aux Auteurs

---

### *Introduction*

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

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

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

### *Matériel et Méthodes (Material and Methods)*

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

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

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

### *Résultats*

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

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

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

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

### *Discussion*

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

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

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

### *Conclusion*

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

## Directives aux Auteurs

---

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

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

### Remerciements

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

### Bibliographie

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

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

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

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

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

Quelques exceptions s'appliquent :

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

privilégiées) doivent être cités dans le texte entre parenthèses;

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

Quelques points spécifiques à surveiller :

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

### Les illustrations

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

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

### Les résumés

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

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

### Divers

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

## Directives aux Auteurs

---

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

### Processus de soumission

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

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

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

### Permission de reproduire

Dans tous les cas où le manuscrit comprend du matériel (par ex., des tableaux, des figures, des graphiques) qui sont protégés par un copyright, l'auteur est dans l'obligation d'obtenir la permission du détenteur du copyright pour reproduire le matériel sous forme papier et électronique. Ces accords doivent accompagner le manuscrit proposé.

### Droit d'auteur

La propriété intellectuelle et les droits d'auteurs sur le contenu original de tous les articles demeurent la propriété de leurs auteurs.

Ceux-ci cèdent, en contrepartie de la publication dans la revue, une licence exclusive de première publication donnant droit à la revue de produire et diffuser, en toutes langues, pour tous pays, regroupé à d'autres articles ou individuellement et sur tous médias connus ou à venir (dont, mais sans s'y limiter, l'impression ou la photocopie sur support physique avec ou sans reliure, reproduction analogique ou numérique sur bande magnétique, microfiche, disque optique, hébergement sur unités de stockage d'ordinateurs liés ou non à un réseau dont Internet, référence et indexation dans des banques de données, dans des moteurs de recherche, catalogues électroniques et sites Web).

Les auteurs gardent les droits d'utilisation dans leurs travaux ultérieurs, de production et diffusion à l'intérieur de leurs équipes de travail, dans les bibliothèques, centres de documentation et sites Web

de leur institution ou organisation ; ainsi que pour des conférences incluant la distribution de notes, d'extraits ou de versions complètes. La référence de première publication doit être donnée et préciser le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, mention de la revue, la date et le lieu de publication.

Toute autre reproduction complète ou partielle doit être préalablement autorisée par la revue, autorisation qui ne sera pas indûment refusée. Référence doit être donnée quant au titre de l'article, le ou les auteurs, la revue, la date et le lieu de publication. La revue se réserve le droit d'imposer des droits de reproduction.

### Avant de soumettre – « Check list »

La liste ci-dessous permet de valider si l'ensemble des éléments des Directives aux auteurs ont été prises en compte avant la soumission du manuscrit à la rédaction. Il s'agit d'une liste sommaire, veuillez-vous référer aux Directives aux auteurs pour tous les détails.

Veuillez-vous assurer que l'ensemble des éléments ci-dessous sont présents dans le manuscrit :

Pour l'auteur principal désigné comme personne contact :

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

Tous les fichiers ont été soumis électroniquement et contiennent :

- Les mots-clés;
- Les figures;
- Les tableaux (incluant les titres, la description et les notes de bas de page).

Autres considérations

- Les sections sont correctement numérotées;
- La grammaire et l'orthographe des manuscrits ont été validées;
- Le format et l'ordre de présentation des références sont conformes aux Directives aux auteurs;
- Toutes les références mentionnées dans le texte sont listées dans la section « Bibliographie » et vice-versa;
- Le copyright a été obtenu pour l'utilisation de matériel sous le copyright en provenance d'autres sources (incluant le web).



Revue Scientifique et Technique

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

## AUTHORS GUIDELINES

### General matters

The Network of Environmental and Forestry Training Institutions of Central Africa (RIFFEAC), Technical Partner of the Central Africa Forests Commission (COMIFAC), has launched a scientific and technical magazine called “*Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*”, aiming at curbing the lack of communication tools on the sustainable forest development of the Congo Basin.

The first goal of this half-yearly magazine is to give a unique and gathering tool of communication as far as actors in the forest sector of the Grand Congo Basin are concerned. It gives opportunity to researchers and professionals of the forest sector to present the results of their works and expertise in all the aspects and phenomena which lie hidden in the forest along with the stakes of its use. This magazine also stands as a unique broadcasting tool of news concerning constant technical and scientific improvements, knowledge development, and significant activities realized in the Congo Basin. Furthermore, it gives room for announcing and broadcasting big events and remarkable action in link with the world tropical forests. Editorials will give the opportunity to state the principles of valorizing resources. Generally speaking, the magazine allows one to put in relationship several levels of intervention in order to:

- Broadcast new scientific and technical knowledge acquired in the Congo Basin,
- Boost Research and Development in the sub-region,
- Disseminate Research and Development Projects going on in diverse forestry regions of the Congo Basin,
- Promote transfer of knowledge between various researchers and dealers,
- Disseminate improved expertise in the sub-region,
- Inform people on the improvement of scientific and technical matters in the tropical forest topics at the global level.

### Type of papers

*To facilitate the proof-reading of your submitted paper, would you please first of all give us 3 names with their*

*qualifications, institutions and e-mail of well known experts capable to analyze and appreciate your paper, then write at the beginning of your submitted paper the figure and the title corresponding to the research purpose between the 20 themes below:*

- (1) Agroforestry; (2) Agro-Ecology; (3) Forest management; (4) Biology conservation; (5) Forest Biotechnology; (6) Climate Change; (7) Forest law; (8) Forest Ecology; (9) Forest Economy; (10) Environmental Economy; (11) Communal and Autochthonous forestry; (12) Forestry Genetics and Genomics; (13) Forest Hydrology; (14) Forestry Pathology and Entomology; (15) Pedology and Fertility of tropical soils; (16) Sampling of environmental phenomena; (17) Science and Wood Technology; (18) Sylviculture ; (19) Fauna and protected areas; (20) Fish-breeding and Fishery.

### Editorial

Papers of general interest matching with the editorial contents describing precise stake of the sub-region or presenting a point of view in allied areas are welcome. The document should be short. Actors, students, researchers and teachers of the sub-region of the Congo Basin will have priority in the choice of the editorial of each issue. Your paper should not exceed 500 words.

### Scientific papers (stamped as scientific papers)

Scientific papers examined by experts of the field of research covered by the magazine or detailed abstracts of PhD thesis or Master degree are welcome. The topic can deal with state of research or a analytical literature survey results on a scientific or technical subject. Scientific papers should be original and never published elsewhere before.

*Technical Notes and Stage Reports (stamped respectively as Technical Notes and Stage Reports) (are not considered as scientific papers, technic or technology innovation).*

Technical notes are shorts texts which show synthesized and vulgarized research results or a synthesis of

## Authors Guidelines

---

literature survey, transfer of technologies, knowledge and know how. These manuscripts are examined by experts of the field of the concerned research and are not considered as scientific paper or stage report.

### *Explanations concerning previous papers*

The scientific and technical magazine called “Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo” reserves the copyright of any paper published. Papers published in that magazine could not be published elsewhere.

The scientific and technical magazine called “Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo” considers that a paper cannot be published if all or part of the contain :

- Is under expertise for publication or is published in another magazine or as a chapter of a book;
- Is under expertise in view to be publish after being presented at a scientific conference;
- As been displayed on internet and accessible to everyone.

The scientific and technical magazine advises the authors not to submit such a paper for publication, preventing the author or authors to be disqualified for next submitted papers.

### **Deposit of scientific and technical manuscripts**

A letter of presentation should go along with the MICROSOFT WORD version of your manuscript with the following inquiries on the paper and the authors :

- The manuscript constitutes an original work which is not under expertise for publication, totally or partially in another magazine;
- All the authors have read and certified the manuscript;
- Names, addresses, telephone numbers, telecopy and e-mail of authors are available;
- Strong commitment of the authors, stipulating that the manuscript has not been totally or partially proposed for publication under any shape whatsoever and will never be so if published in our magazine.

### **Body building of the paper**

The paper should be presented as follows:

- Abstract (with keywords)
- Résumé (avec mots clés)
- 1. Introduction

- 2. Material and Methods
- 3. Results
- 4. Discussion
- 5. Conclusion
- Acknowledgement (optional)
- Abbreviations and acronyms (optional)
- References

### *Subdivisions*

The paper submitted should be divided into sections clearly defined and numbered (ex. : 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc.). Abstract is not included in the numbering of the sections.

**IMPORTANT :** The submitted document should display the numbering of all the lines to enable appraisers to allow you to report on the lines where they have observations to make. These numbers will be later on cancelled by us during the edition of the magazine if your paper as been accepted for publishing. A PROOF will therefore be sent to you for last corrections before printing. The PROOF should be sent back to us 5 (five) days after reception and inclusion of your last corrections. Your paper should not exceed 15 pages under MICROSOFT WORD spacing 1.5, Times New Roman, height 12 pts.

This is what is expected in any section mentioned above:

### *Abstract*

Abstract is an autonomous section which describes the problematical and comments lightly the key elements of the methodology and the research results. It should put emphasis on results and conclusion and briefly indicates the far reaching effect of the work done (improvement of knowledge, potential applications, etc.). Abstract is a very important section of the paper because it is there that the reader makes his decision to continue reading or to quit. Shortenings are prohibited in this important section.

At the last reading of the document, the author should be able to give answers to the following questions:

- Is the abstract efficient?
- Is it built only with items included in the document?
- Is the far reaching effect of the study well indicated?

### *1. Introduction*

Introduction should summarize pertinent researches in order to give room to a context and explain if necessary if the research results of this work are

## Authors Guidelines

---

contested. Author should provide a concise literature survey of the problematical, while avoiding to deliver too much detailed literature survey or an exhaustive summary of research results quoted. The objectives of the research work are quoted, followed by hypothesis and general experimental design or method used.

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does introduction link the contents to the problematical treated?
- Is the objective clearly explained?
- Are the scientific arguments used limited to the objective and the study undertaken?

### 2. Material and Methods

The author specifies here how the data have been collected and how the analysis have been conducted (laboratory analysis, statistics tests and types of statistics analysis). The method used should be accurate and able to give sufficient details for that research to be repeated. Method already published should be indicated by references (in this case, only pertinent modifications should be described).

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the method described suitable to give answer to the question raised?
- Does the sampling suitable?
- Are equipments and material sufficiently described? Does the paper describing clearly the type of data registered and the type of measurement?
- Are there enough inquiries to repeat this research?
- Does the detail of the method clear enough to permit to master the design of the research and to state on the validity of the results?

### 3. Results

Results should be clear and accurate making evident certain results brought out in the tables. Avoid duplication of data in the document, figures and tables. The contents should guide the reader towards focal facts which bring light on the results. These should be clearly established in a logical order. Interpretation of the results should not have room in this section (this is kept for the section entitled : discussion).

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the analysis correctly done ?

- Does the statistical analysis well done ? Do the results correctly reported?
- Do the results matching with the questions and hypothesis made?

### 4. Discussion

This section deals with the meaning of the results of the work done, without repeating them. Each paragraph should start with its the main idea. Avoid quoting strongly the published literature or making too deep discussions. The author should show the weakness of the method proposed if necessary.

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Are Elements brought in this section consolidated by the results of the study and are they reasonable?
- Does the discussion explain clearly how the results are linked to the research hypothesis and to previous researches ?
- Does the discussion consolidate hypothesis or contradict previous theories?
- Are they some weakness in the methodology? If yes, what has been suggested to solve the problem?
- Does the whole discussion pertinent and coherent?
- Does the speculation limited to what is reasonable?

### 5. Conclusion

Main conclusions of the study can be presented in a short section named « Conclusion ».

At the final reading of the submitted manuscript, the author should be able to answer the following questions:

- Does the work suitable with the problematical and the objectives of the project?
- Does the conclusion explain how the research contributes to the improvement of scientific knowledge?
- Is it an opportunity for applications, new research or recommendations for application?

### Acknowledgement

The authors acknowledge here institutions which brought financial support and people who helped them during research (for example, giving a logistical help, helping to write the manuscript or help to read the submitted paper, etc.).

### References

References are the whole documents quoted in the text, and displayed in alphabetical order according to



## Authors Guidelines

---

the bibliographic norms of styles citations from APA (American Psychological Association) 2010, 6<sup>th</sup> edition.

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

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

For several authors, they must be quoted as follows:

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

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

Some few exceptions are applied:

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

*Some specific points to be checked:*

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

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

### Illustrations

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

### The summaries

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

### Miscellaneous

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

### Submission Procedure

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

**Mr Kachaka Kaiko Sudi Claude**

**Chief Editor and Regional Coordinator of RIFFEAC**

**e-mail : [redaction@riffec.org](mailto:redaction@riffec.org)**

The telephone number and the email of the first author should be clearly indicated on all the correspondences sent to RIFFEAC.

### Agreement to reproduce

At any case where the manuscript uses material (for ex., tables, figures, graphics) protected by a copyright, the author is obliged to obtain an agreement from the owner of the copyright before reproducing the material on paper print or electronic support. These agreements should be attached to the submitted manuscript.

### Transfer of copyrights

The intellectual property and the copyrights on

## Authors Guidelines

---

the original content of all the publication remain their author's own. They give way, in exchange for publication in the journal, an exclusive license to first publication to produce and disseminate, in any language, for any country, together with other articles or individually and on all media known or future (including, without limitation, printing or photocopying on physical media with or without binding, analog or digital reproduction on magnetic tape, microfilm, optical disk, accommodation on storage units linked computers or not to a network including the Internet, reference and indexing databases in search engines, electronic catalogs and websites).

The authors retain the rights to use in their future work, production and dissemination within their work teams, in libraries, documentation centers and websites of their institution or organization; as well as for conferences including the distribution of notes, extracts or full versions. The first publication reference must be given and specify the title of the article, the name of all authors, mention of the journal, date and place of publication.

Any full or partial reproduction must be authorized by the review, authorization will not be unreasonably withheld. Reference should be given as to the title of the article, the author or authors, journal, date and place of publication. The journal reserves the right to impose copyright.

### **Before submission – « Check list »**

The list below allows one to be certain that the set of elements of the authors Guidelines has been taken into consideration, before submitting the manuscript. This list is indicative; please do refer to the authors guidelines for more details.

Be sure that the set of the following elements are present in the manuscript:

For the first author designated has contact person:

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

All the files have been submitted under electronic support and contain:

- Keywords
- Figures
- Tables (including titles, descriptions etc.).

### **Other considerations**

- Sections are correctly numbered
- Grammar and spelling of manuscript have been validated.
- The format and the presentation of the references follow the authors guidelines;
- All the references mentioned in the manuscript are listed in the section "references" and vice-versa;
- The copyright has been obtained for use of material belonging to other research works including those from the web sites.



**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).

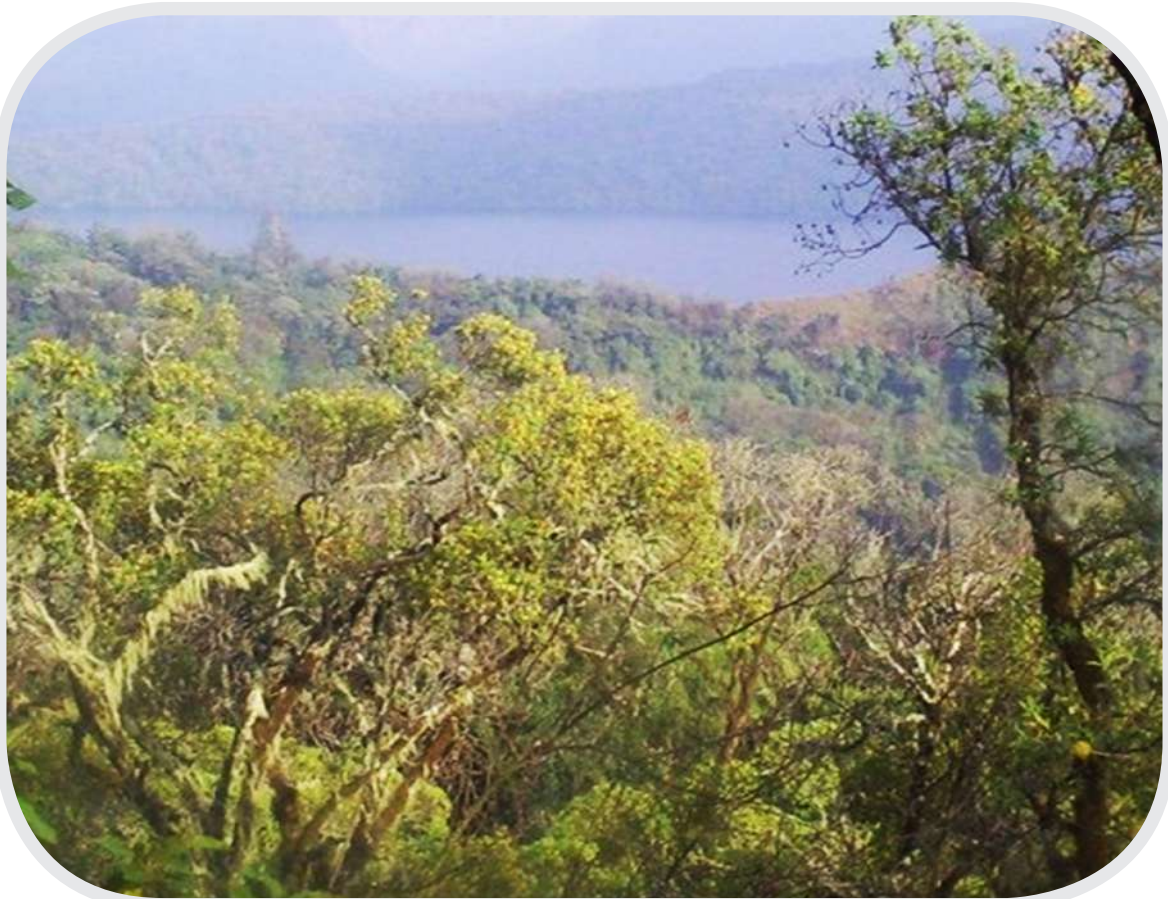
3. Au 31 octobre 2013, le portefeuille du FFBC dispose de 41 projets, soit : i) 15 projets de la société civile approuvés à l'issue du 1<sup>er</sup> appel à propositions lancé en 2008 ; ii) 36 projets approuvés à l'issue du second appel à propositions lancé en décembre 2009, dont 23 projets gouvernementaux et 13 projets de la société civile.

4. Afin de mieux répondre aux sollicitations de ses donateurs, le FFBC a élaboré : i) son manuel simplifié de procédures d'approbation des projets ; ii) son manuel simplifié de procédures de décaissements qui entrera en vigueur à partir des prochains appels à propositions. Toutefois, les leçons additionnelles tirées de cette première phase opérationnelle porteront entre autre sur : i) l'accompagnement technique de proximité en faveur de ses bénéficiaires membres de la société civile, au regard de leurs capacités limitées en matière de gestion des projets et de la maîtrise des règles et procédures de la Banque ; ii) la diligence accrue en terme de traitement des besoins exprimés par les donateurs. Le FFBC s'active de ce fait pour donner une réponse satisfaisante à ces différents écueils. Aussi, le FFBC a initié la révision de son cadre logique ainsi que le renforcement des capacités de son Secrétariat, en vue de mieux répondre aux défis opérationnels et de ce fait contribuer plus efficacement à l'atténuation des effets liés aux changements climatiques et à la lutte contre la pauvreté en milieu rural.

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



**AFRICAN DEVELOPMENT  
BANK GROUP**



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