



Revue Scientifique et Technique

ISSN 2409-1693 / eISSN 2412-3005

# Forêt & Environnement

Bassin du Congo

Revue Internationale Semestrielle

Avril 2022

Volume 18





# Commission des Forêts d'Afrique Centrale

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

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

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



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

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

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

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



### EQUIPE DE REDACTION

#### Rédacteur en Chef

KACHAKA SUDI KAIKO Claude

#### Chargé de la Publication

FOGAING Jr Roméo

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

FOUDJET Amos Erick

#### Secrétaire de Rédaction

NKWINKWA Désirée

#### Maquettiste

FOTOS 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

Le bassin du Congo est en voie de devenir le dernier grand puits de carbone de forêts tropicales de la planète, à cause des tendances observées récemment dans la dégradation des forêts tropicales en Amazonie<sup>1</sup> et en Asie du Sud-Est. Il est donc opportun de sauver le « dernier poumon du monde », si je peux emprunter le titre du documentaire de Yamina Benguigui<sup>2</sup>. A cet effet, les pays de la sous-région ont saisi les différentes opportunités qui se sont présentées en 2021 pour faire du plaidoyer en faveur d'un financement extérieur plus conséquent de la gestion durable de ce biome forestier unique<sup>3</sup>. Les nouvelles actions de plaidoyer se distinguent des actions précédentes par un style d'accroche qui devrait interpeller, non seulement les principaux destinataires du message, à savoir la communauté internationale, mais aussi les autres parties prenantes, comme ceux de la recherche et de la formation qui nous concernent ici.



**Dr. Jean-Claude NGUINGUIRI**

*RIFFEAC Chairman of the Board of Directors (2007-2016)  
Forestry Officer, Social Forestry Team, Forestry Division,  
Food and Agriculture Organization of the United Nations*

L'évolution de la rhétorique dans les discours politiques apparaît nettement dans l'approche privilégiée par la délégation de la République démocratique du Congo (RDC) qui avait fait du slogan « la RDC, pays-solution », son mantra à la COP26 de la CCNUCC qui a eu lieu à Glasgow du 31 octobre au 13 novembre 2021. Ce slogan ne doit rien au hasard. Le caractère de « pays solution » a été défendu en invoquant l'important massif forestier qu'abrite la RDC ainsi que les tourbières de la Cuvette Centrale, son potentiel énergétique représenté par le dense réseau hydrographique, mais aussi sa richesse en minerais stratégiques indispensables à la transition écologique. Cette formule choc s'inspire d'un concept récemment popularisé, celui des « solutions fondées sur la nature »<sup>4</sup> pour faire face au changement climatique

1. 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>

2. "Le Dernier Poumon du Monde" de Yamina Benguigui (France), documentaire projeté dans la sélection "Canal+ fait son cinéma" du festival du Film Francophone d'Angoulême 2019.

3. Entre 2008 et 2017, le bassin du Congo n'a reçu que 11 % des flux financiers internationaux destinés à la protection et à la gestion durable des forêts dans les zones tropicales, contre 55 % pour l'Asie du Sud-Est et 34 % pour l'Amazonie (<https://www.jeuneafrique.com/1258572/societe/cop-26-150-millions-de-dollars-pour-le-bassin-du-congo/>).

4. Le concept de solutions fondées sur la nature a été introduit à la fin des années 2000 par la Banque mondiale et l'UICN pour souligner l'importance de la conservation de la biodiversité pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Ce concept a fait l'objet d'une grande attention lors de la COP 25 de la CCNUCC, tenue à Madrid en décembre 2019, après la demande du Secrétaire général des Nations

## Editorial

---

et à d'autres défis de société, tels que les objectifs de développement durable. Cette démarche n'est pas propre à la RDC ; elle a été au centre des actions de plaidoyer menées en septembre 2021 au Congrès Mondial de la Nature par la COMIFAC, ses pays membres et partenaires qui ont appelé la communauté internationale à une coordination des actions pour un flux financier adéquat pour la préservation des écosystèmes et tourbières du Bassin du Congo, en tant que solution rentable fondée sur la nature<sup>5</sup>. En ce qui concerne les tourbières de la Cuvette Centrale en particulier, celles-ci sont souvent présentées comme une « solution fondée sur la nature »<sup>6</sup>. Elles s'étendent en RDC et en République du Congo sur 145 000 kilomètres carrés et constituent la plus grande étendue de tourbières dans les tropiques. Elles représentent ainsi l'un des écosystèmes les plus riches en carbone de la planète et piègent 30 milliards de tonnes de carbone<sup>7</sup>. Ces efforts de plaidoyer n'ont pas été infructueux ; à la COP 26 de la CCNUCC, un groupe de 12 donateurs internationaux s'est engagé à apporter une contribution financière s'élevant à au moins 1,5 milliard de dollars sur les quatre prochaines années pour soutenir la protection et la gestion durable des forêts du bassin du Congo.

Le fait de reconnaître que les forêts du bassin du Congo sont au cœur des « solutions fondées sur la nature » ne devrait pas nous faire perdre de vue un autre aspect essentiel, celui de l'opérationnalisation de ce concept, en général, et de son opérationnalisation dans le secteur forestier, en particulier. Cette question a été abordée lors de la session consacrée au rôle des forêts et des arbres pendant le XXV<sup>e</sup> Congrès mondial de l'IUFRO, à Curitiba au Brésil du 29 Septembre au 5 Octobre 2019 et aussi à bien d'autres occasions. En dépit de la volonté politique, l'opérationnalisation de ce concept demeure un processus inachevé. Il est donc urgent de s'interroger sur l'opérationnalisation de ce concept dans le contexte du bassin du Congo, en général, et l'apport éventuel de la recherche et de la formation, ou mieux des institutions membres du RIFFEAC, en particulier. En ce qui concerne la recherche, une telle réflexion a été déjà initiée par ailleurs, notamment par le Collectif de ministres de l'environnement et de chercheurs pour la défense du bassin du Congo<sup>8</sup>. Le RIFFEAC, en tant que partenaire technique de la COMIFAC, ne devrait pas rester en marge de cette nouvelle dynamique. Tout en faisant sienne les conclusions du Collectif de ministres de l'environnement et de chercheurs pour la défense du bassin du Congo, sa contribution pourrait s'articuler autour de trois piliers complémentaires :

---

*Unies d'accorder plus d'intérêt politique sur le pouvoir des « solutions fondées sur la nature » pour lutter contre le changement climatique, faite pendant le Sommet des Nations Unies sur l'action pour le climat tenu le 23 septembre 2019.*

5. <https://pfbc-cbfp.org/actualites-partenaires/Voix-BC.html>

6. « Les tourbières, une formidable solution fondée sur la nature », est l'intitulé d'un panel qui s'est tenu le 5 juillet 2021 avec la facilitation du CIFOR

7. Dargie, G. C., Lewis, S. L., Lawson, I. T., Mitchard, E. T., Page, S. E., Bocko, Y. E., & Ifo, S. A. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo basin peatland complex. *Nature*, 542(7639), 86-90. doi:10.1038/nature21048

8. Les conclusions ont été publiées par Jeune Afrique le 30 octobre 2021. <https://www.jeuneafrique.com/1258572/societe/cop-26-150-millions-de-dollars-pour-le-bassin-du-congo/>

---

## Editorial

---

- Le premier pilier renvoie à la production des données pour venir à bout du ventre mou de l'Afrique centrale. En effet, l'Afrique centrale a été l'une des deux seules régions du monde à ne pas disposer de données suffisantes pour permettre au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) d'évaluer les tendances passées en matière de chaleur extrême en 2021. Le RIFFEAC et ses institutions membres ont la possibilité de jouer leur partition ici aux côtés d'autres institutions de recherche et de formation universitaires.
- Le second pilier a trait au développement des produits normatifs qui font défaut pour l'opérationnalisation du concept de « solutions fondées sur la nature » dans les politiques, stratégies et programmes nationaux. En collaboration avec la COMIFAC, le RIFFEAC pourrait aider à produire des lignes directrices de la COMIFAC.
- Le troisième pilier se rapporte à l'innovation, en mettant au point des « techniques agro-forestières durables » en vue de contribuer à la transition vers des approches agro-écologiques et écoforestières de production et d'exploitation des ressources plus respectueuses de l'environnement pour lutter contre la déforestation causée par l'agriculture itinérante sur-brulis, le bois énergie, les plantations agro-industrielles, l'exploitation forestière, l'urbanisation et promouvoir l'économie circulaire.

Les articles publiés dans ce volume de la Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo montrent que les institutions membres du RIFFEAC participent déjà de manière disparate aux piliers ci-dessus énumérés. Le positionnement du RIFFEAC dans cette nouvelle dynamique, avec une stratégie claire et un plan d'action réaliste, est le premier défi à relever. Le RIFFEAC a un avantage comparatif certain sur lequel il peut s'appuyer pour jouer sa partition avec succès.

**Dr. Jean-Claude NGUINGUIRI**

**RIFFEAC Chairman of the Board of Directors (2007-2016)  
Forestry Officer, Social Forestry Team, Forestry Division,  
Food and Agriculture Organization of the United Nations**

## COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

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

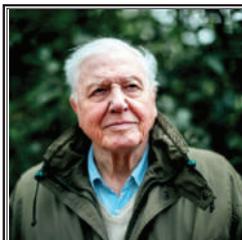
N°	Noms et Prénoms	Titre	Institution
29	<b>MOUTOU PITTI</b> <i>Rostand</i>	HDR ; Professeur des Universités	Polytech Clermont Ferrand - Institut Pascal (UCA-CNRS-SIGMA), Université Clermont Auvergne, FRANCE <b>e-mail : rostand.moutoupitti@uca.fr</b>
30	<b>MOUSAMBOTE</b> <i>Jean-Marie</i>	Maître de Conférences (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	<i>LEVANG Patrice</i>	Directeur de Recherche IRD	Unité Mixte de Recherche Gred Montpellier, FRANCE <b>e-mail : levang.patrice@ird.org</b>
44	<i>RIERA Bernard</i>	HDR (CNRS)	Muséum National d'Histoire Naturelle, FRANCE <b>e-mail : riera@mnhn.fr</b>
45	<i>SONKE Bonaventure</i>	Professeur des Universités	Ecole Normale Supérieure, Université de Yaounde I, CAMEROUN <b>e-mail : bsonke_1999@yahoo.com</b>
46	<i>TABOPDA WAFO Gervais</i>	Professeur Titulaire	Université d'Orléans, France <b>e-mail : gervais.tabopda@design.gatech.edu</b>
47	<i>TALLA Pierre Kisito</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Sciences / Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tpierrekisito@yahoo.com</b>
48	<i>TCHATAT Mathurin</i>	Maître de Recherche	Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), CAMEROUN <b>e-mail : mathurintchatat@yahoo.fr</b>
49	<i>TCHEBAYOU Sébastien</i>	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	<i>TCHEHOUALI DEFODJI Adolphe</i>	Maître de Conférences des Universités (CAMES)	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BENIN <b>e-mail : tchehoua@yahoo.fr</b>
51	<i>TCHEKOTE Hervé</i>	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	<i>TCHINDJANG Mesmin</i>	Maître de Conférences des Universités	Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines Université de Yaoundé I, CAMEROUN <b>e-mail : mtchind@yahoo.fr</b>
53	<i>TCHOUNDJEU Zacharie</i>	Maître de Recherche	Higher Institute of Environmental Sciences, CAMEROUN <b>e-mail : z.tchoundjeu@cgiar.org</b>
54	<i>TSAGUE Louis</i>	Maître Assistant des Universités Membre du Conseil Scientifique et Technique du RAPAC	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, CAMEROUN <b>e-mail : tsaguel@yahoo.fr</b>
55	<i>TUMWESIGYE Wycliffe</i>	Senior Lecturer	Kitabi College of Conservation and Environmental Management, RWANDA <b>e-mail : wtum2012@gmail.com</b>
56	<i>ZAPFACK Louis</i>	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

<i>EDITORIAL</i>	<b>P. 3-5</b>	<i>NOTES TECHNIQUES</i>	
<i>COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</i>	<b>P. 6-7</b>	<i>Analyse fonctionnelle de la chaîne de valeur de la crevette géante d'eau douce (Macrobrachium sp) du Parc Marin des Mangroves en RDC</i>	<b>P. 53-62</b>
<i>COMITE DE LECTURE</i>	<b>P. 7-11</b>	<i>SYNTHÈSES DE THÈSES ET DE MÉMOIRES</i>	
<i>ARTICLES SCIENTIFIQUES</i>		<i>Evaluation des mesures du PGES après la construction du barrage hydroélectrique de Mekin dans les villages Mekin, Nyabizou et Awoan</i>	<b>P. 63-66</b>
<i>Selective logging and shifting cultivation practices significantly reduce ectomycorrhizal inoculum potential of humid forest soils of South Cameroon</i>	<b>P. 13-25</b>	<i>NOUVELLES</i>	<b>P. 68-77</b>
<i>Effect of put in defense in the restoration and rehabilitation of plant cover in Oranie Region (Algeria)</i>	<b>P. 26-31</b>	<i>SUGGESTIONS DE LECTURE</i>	<b>P. 78-84</b>
<i>Effets des cultures associées de légumineuses sur la production du bananier plantain au Sud-Ouest de la République Démocratique du Congo (RDC)</i>	<b>P. 32-40</b>	<i>DIRECTIVES AUX AUTEURS</i>	<b>P. 85-89</b>
<i>Effet de la distance et de superficie cultivable sur les pratiques de chasse villageoise autour de la Pendjari en République du Bénin</i>	<b>P. 41-52</b>	<i>AUTHORS GUIDELINES</i>	<b>P. 90-94</b>



**Sir David Attenborough**

Rédacteur Scientifique, Ecrivain et Naturaliste britannique

« Le seul moyen de sauver un rhinocéros est de sauver l'environnement dans lequel il vit, parce qu'il y a une dépendance mutuelle entre lui et des millions d'autres espèces d'animaux et de plantes. »



## Selective logging and shifting cultivation practices significantly reduce ectomycorrhizal inoculum potential of humid forest soils of South Cameroon

Onguene A.N.<sup>1</sup>

(1) Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), /Nature-Environment Cameroon (NEC)/Cameroun Nature-Environnement (CNE) / email: nereeo678@yahoo.fr

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391482>

### Abstract

Ectomycorrhizal (ECM) associations are key biological engineers of soil biodiversity in temperate, boreal and tropical humid forests. They play key roles in ecological functioning, fungal diversity, worldwide economy, food provisions and carbon sequestration. Yet, they are threatened by rampant man-made disturbances. Hitherto, little information and few data are available on effects of selective logging and shifting cultivation practices in tropical forests on ECM inoculum potential (ECMIP). ECMIP was investigated in rainforest patches of South Cameroon and assessed in intact soil cores, by baiting two ecologically dissimilar tree species, *Tetraberlinia bifoliolata* and *Afzelia bipindensis*. ECMIP's assessment was carried out by fractional ECM colonization rate and mushroom surveys. It was only in undisturbed ECM forest clumps that nearly most ECM fungal morphotypes and more than 150 putative ECM fruitbodies were recorded. There were strong fungal

specificity differences in ECM fungal compositions among ECM forest clumps. While native *Amanita* and *Russula* fungi were abundant and frequent in "Ekop" forest clumps, they were virtually absent in *Gilbertiodendron dewevrei* forest clumps. Both selective logging and shifting cultivation practices completely eliminated soil ECM inoculum and ECM fruitbodies. *Afzelia bipindensis* seedlings were colonized only in soils from the vicinity of ECM conspecific adult trees. *Tetraberlinia* seedlings were strongly colonized only in soils from ECM forest clumps. Seedlings of both tree species differed in fungal ECM colonization patterns owing to fungal specificity. Lack of ECMIP in soils from forestry practices and significant reduction of soil ECMIP in shifting cultivation practices adversely affect the conservation of soil ECMIP. Conservation of ECM forest clumps is recommended for ecologically sound forest management of tropical humid forests of the Congo Basin.

**Mots clés :** *Afzelia bipindensis*; Forest clumps; Fungal specificity

### Résumé

Les associations ectomycorhiziennes (ECM) sont des ingénieurs biologiques clés de la biodiversité des forêts tempérées, boréales et humides. Elles jouent des rôles clés dans le fonctionnement écologique, la diversité fongique, l'économie mondiale, l'approvisionnement alimentaire et la séquestration du carbone. Cependant, elles sont menacées par des perturbations humaines rampantes. Jusqu'ici, peu d'informations et de données sont disponibles sur les effets des pratiques de coupe sélective du bois et d'agriculture itinérante sur brûlis sur le potentiel ectomycorhizien des sols (PECM) de forêts tropicales. Le PECM a été investigué le long de parcelles des forêts tropicales du Sud Cameroun et évalué à partir des carottes de sol intactes, en piégeant deux espèces d'arbres écologiquement dissimilaires, *Tetraberlinia bifoliolata* and *Afzelia bipindensis*. Le PECM a été évalué par la colonisation fractale ECM et des inventaires de carpophores fongiques. C'est seulement

dans des peuplements forestiers ECM (PFE) que presque tous les morphotypes et plus de 150 carpophores ECM putatifs ont été collectés. Une forte spécificité fongique a été observée dans les compositions fongiques ECM entre les PFE. Alors que les espèces d'*Amanita* et de *Russules* étaient abondantes et fréquentes dans les PFE à «Ekop», elles étaient virtuellement absentes dans les PFE à *Gilbertiodendron dewevrei*. Les deux pratiques de coupe sélective du bois et d'agriculture itinérante sur brûlis ont complètement éliminées le PECM et les carpophores ECM. Les semis d'*Afzelia bipindensis* n'ont été colonisés que dans les sols proches d'arbres adultes conspécifiques. Les semis de *Tetraberlinia* ont été fortement colonisés uniquement dans les sols des PFE ectomycorhiziens. Les semis des deux espèces ont différé dans les modes de colonisation ECM fongique en raison de la spécificité fongique.

*L'absence de potentiel ectomycorhizien dans les sols provenant des pratiques coupe sélective de bois et sa forte réduction dans les sols provenant de l'agriculture itinérante sur brûlis ont négativement affecté la*

*conservation des PECM des sols. La conservation des peuplements forestiers ECM est recommandée pour la gestion écologiquement viable des forêts tropicales humide du Bassin du Congo.*

**Keywords :** *Azelia bipindensis; Peuplements forestiers équiennes ; Spécificité fongique*

## 1. Introduction

Sustainable functioning of tropical rain forest ecosystems depends on key ecological and biological processes that maintain soil fertility. These include carbon sequestration and organic matter decomposition, nutrient mineralization, carbon and water cycling and recycling, foraging and macrofungal grazing activities, and mycorrhizal activities. Mycorrhizae improve access to low available soil nutrients and water, and increase root resistance to soil pathogens for almost all terrestrial plants (Smith and Read, 1997; Bâ et al., 2012). Such key processes might be altered by deforestation resulting from logging and agricultural practices, if they lead to changes in species composition and disappearance. Decline in species richness of mycorrhizal fungi and a decrease in abundance of mycorrhizal propagules have been linked to changes in above-ground species diversity and altered ecosystem functioning (Perry et al., 1990; Janos, 1996). Yet, data on the impact of changes in land uses on mycorrhizal populations and dynamics remain scarce from tropical humid forests.

Mycorrhizal associations form the most widespread symbiotic relationships between roots of most vascular plants and both Basidiomycota and Ascomycota phyla of soil fungi (Smith and Read, 1997; Alexander and Selosse, 2009). Mutual fungal and plant partners benefit from each other from these mycorrhizal associations (Bâ et al., 2014; Jourand et al., 2014). The mutualistic fungi (Mycobiont) colonize the root system of a host plant, providing increased nutrient and water absorption capabilities and root bioprotection against soil pathogens while the plant (Phytobiont) provides the fungus with carbohydrates formed from photosynthesis and a secure habitat within the root cortex. Several other benefits have been reported viz. increased nitrogen uptake in Legumes, uptake of organic substrates by *Gnetum* lianas, alleviation of salt stresses, tree regeneration in Ultramafic soils and forest rehabilitation facilitation (Jourand et al., 2014; Onguene and Kuyper, 2003; Tambe, 2014).

Out of 7 types of mycorrhiza, the ectomycorrhizae predominate on forest trees and *Gnetum* lianas

(Alexander, 1989; Amaranthus, 1998; Onguene and Kuyper, 2001; McGuire et al., 2013; Tambe, 2014). In past literature, it was thought that ECM associations prevailed merely in temperate and boreal forests. Recent findings revealed that ECM associations are widely distributed along the tropical humid forest corridor, from South-East Asia to the Neotropics, passing through the Congo Basin (Baohanta et al 2014; Sanon et al., 2014; Onguene et al., 2018). They occur as “islands” in “ocean” of arbuscular mycorrhizal (AM) forests forming either monodominant or oligo-dominant grooves where they significantly contribute to forest basal area. Such ECM forests have been denoted in East, South, South-East and South-West regions of Cameroon, in Gabon and the “Forêt Claire” of the Miombo in RD Congo (Newbery et al., 1988; Buyck et al., 1994, 1996; Hart, 1995; Onguene et Kuyper, 2001, 2012; Eyi et al., 2011; Bâ et al., 2012; De Kesel et al., 2017, Kaumbu et al., 2022). In such settings, ECM associations are threatened by rampant deforestation due to illegal mining, climate change, selective logging and shifting cultivation practices.

In Northern hemisphere, selective logging or partial forest removal is the practice of cutting down a few species of trees while leaving the rest of the forest more or less intact and unharmed. In tropical forestry practices, it consists of harvesting isolated and selected valuable timber tree species above a threshold stem diameter with official prescriptions designed to maintain the forest cover density. Consequently, the forest is damaged with skid trails and woodlot parks devoid of vegetation for dozens of years. Although selective logging has a far less impact on forest processes than deforestation, selectively logged sites experience higher rates of forest fires, tree fall, changes in microclimate, soil compaction and erosion among other ecological impacts on soil and plant biodiversity and ecosystem functioning (Baar et al., 1999; Barlow et al., 2016; Khabarov et al., 2016).

Shifting cultivation is a form of family agriculture, used especially in tropical Africa, in which a small

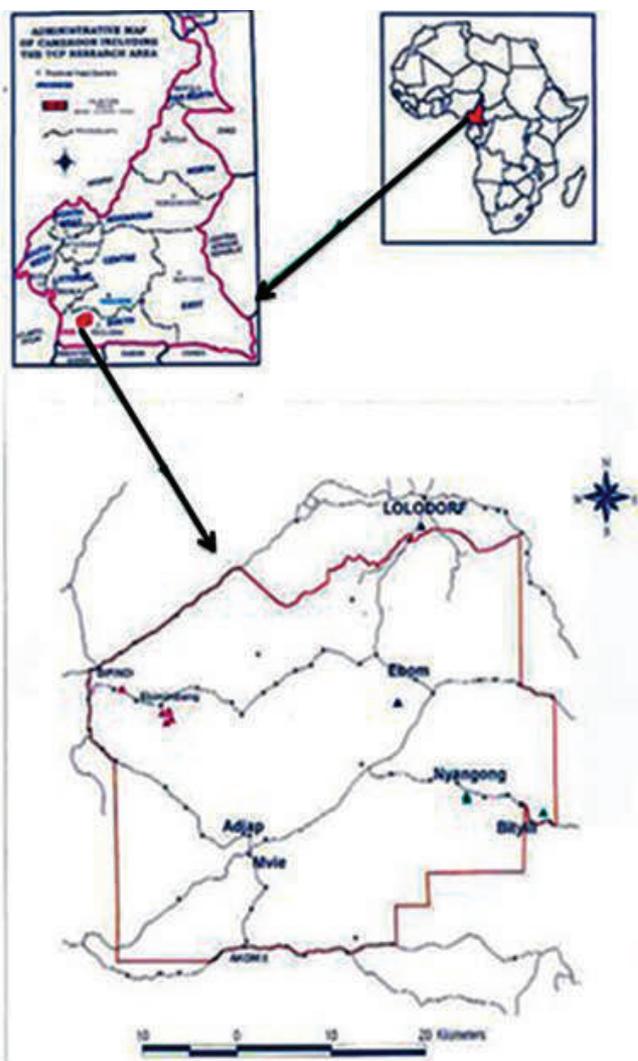
plot of forest land is cleared of vegetation by slash and burn at the onset of the dry season, followed by felling of large trees. During the raining season, the cleared plot is hand-hoed farmed and harnessed for two to three years, then abandoned to fallowing for several years to allow natural restoration of soil fertility. These anthropogenic activities lead to deforestation with induced serious negative consequences on terrestrial carbon sinks, balance of atmospheric greenhouse gases and soil biodiversity, particularly mycorrhizal fungal propagules.

Four major sources of ectomycorrhizal (ECM) fungal propagules prevail in forest soils viz. fruitbodies, spores, hyphae and sclerotia of ECM fragments, fragments of ECM mycelial strands (Bâ et al., 2012), constituting ECM inoculum. However, few data are available on impacts of selective logging and shifting cultivation practices on ECM inoculum potential (ECMIP) of rainforest soils. The objectives of this investigation were; (1) to assess changes in ECMIP during forest succession; (2) to determine the effects of selective logging and shifting cultivation practices on the ECMIP of humid forest soils of South Cameroon; and (3) to relate ECMIP to growth of two ecologically contrasted ECM timber tree species.

## 2. Material and methods

### 2.1. Study site

The study was undertaken in the western portions of the Atlantic Biafrean forest of South Cameroon (Letouzey, 1985). The research area covered nearly 2000 km<sup>2</sup>. The climate is humid tropical with two distinct wet seasons and two dry seasons. Rainfall decreases in an easterly direction, with around 3000 mm in Kribi to nearly 1700 mm in Ebolowa. Soil texture ranges from sandy clay loam in the lowlands to very highly clayey in the hilly areas. Along the same gradient, pH and phosphorus availability decrease. Intensity of land use and consequently forest vegetation also change from the lowlands in the western parts to the hilly areas and plateaus in the eastern part of the area. In the lowlands only few fragments of undisturbed rain forests remained, and a large part of the forest was much degraded; in the hilly areas, late-secondary and undisturbed forests occurred more commonly. Within the research area, three sites were selected in



**Figure 1: Map of localization of the research sites in portions of humid forests of South Cameroon**

Ebimimbang (low elevation), Ebom (mid elevation), and Nyangong (high elevation).

Two types of mycorrhizal forests were sampled: ectomycorrhizal and Arbuscular Mycorrhizal (AM). ECM forest stands of the Detarioideae and Uapaceae tree species commonly occur in clumps where they tend to dominate the canopy (Onguene, 2000; Onguene and Kuyper, 2001; Onguene et al., 2018). Surrounding these clumps are old, predominantly AM forest stands. These stands sometimes constitute the rotational head of traditional shifting cultivation farms. Late-successional and undisturbed forest stands are given out as concessions or “vente de coupe” to logging companies. After exploitation, such stands are either

colonized by the exotic weed *Chromolaena odorata* (L.) R.M King and H.Rob. or the early-successional tree *Musanga cecropioides* R.Br, after which other early-successional trees re-establish, forming early-successional or secondary forest stands. In early-successional stands, most tree species are AM, but few isolated ECM trees could be found (Onguene and Kuyper, 2001). Age of undisturbed, late-successional and early-successional forest stands could not be accurately determined, due to lack of historical data on land and forest use. However, species composition, stem numbers, and basal area (the latter two parameters being inversely related during succession) can be used to infer their relative age. Data on forest vegetation in the area were provided by Van Gernerden et al (2003) and data on the mycorrhizal associations of the important tree species by Onguene and Kuyper (2001).

## 2.2. Soil sampling

In each site, nine 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m) quadrats were selected in seven vegetation types (with different levels of disturbance), viz. (1) ECM forest clumps, (2) late-successional forest stands outside the crown projection of ECM clumps (LS), (3) early-successional forest stands, (4) agricultural fields of food crops with plantain (*Musa* spp (L.), cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott)), groundnut (*Arachis hypogea* L.), and cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as the major crops, (5) *Chromolaena odorata* fallow, (6) *Chromolaena* fallow with the liana *Gnetum* spp. Welw., and (7) sites of forestry practices such as skid trails and bare landings. The presence of *Gnetum*, an ECM plant was considered important as this liana might provide ECM inoculum to facilitate the establishment of ECM seedlings in formerly agricultural fields. The vegetation types will hereafter be referred to as disturbance stages. Canopy dominance in ECM clumps varied with site: in Ebimimbang dominants were “Ekop” species (a collective pilot name for a number of species of Amherstieae tribe), in Ebom *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.), and in Nyangong Uapaca and “Ekop” species.

In each quadrat, soil cores were collected at three spots, each 50 m apart. Relatively undisturbed, intact, about 4.2-4.5 kg (wet weight basis) cylindrical soil monoliths were collected by driving a 15 cm diameter x 45 cm long PVC tube into the ground with a hammer dropped from a constant height (10-20 cm) onto a flat steel plate, placed on top of the PVC tubes.

## 2.3. Experimental bioassays

Two native timber species, both belonging to the Detarioideae, were used for the bioassays. *Tetraberlinia bifoliolata* Harms Troupin is an ECM tree (with very occasional AM structures: Moyersoen and Fitter, 1999) that is a valuable potential novel timber tree. *Afzelia bipindensis* Harms is a dual mycorrhizal tree (Newbery et al., 1988; Onguene and Kuyper, 2001) that provides a highly priced timber. Hereafter, the trees will be designated by their generic names only. *Tetraberlinia* occurred usually in ECM forest clumps together with other “Ekop” species, while *Afzelia* tree species usually grew isolated between AM trees and had not been observed in ECM clumps. Both tree species had large pods (10-20 x 5-8 cm) with a small number of large and heavy seeds; average seed size of *Tetraberlinia* was 20-30 x 15-25 x 5-7 mm and that of *Afzelia* 30-40 x 20-30 x 10-20 mm; average seed mass of *Tetraberlinia* was 1.5 g (0.8-2.7 g) and of *Afzelia* 11.5 g (6.2-17.4 g). Seedlings of both species possessed coarsely branched seedlings with few root hairs. Seeds were germinated for a week in steam-sterilized sand without pregermination treatment. One (1)-week old seedling of each tree was placed in a small hole in the centre of the soil core. Cores were placed on benches and grown under natural light conditions in a shade house in Kribi (02°57’N; 09°59’E) in a randomized complete block design, and watered every three days to maintain soils at field capacity. Soil cores did not receive nutrient amendments. Seedlings of *Tetraberlinia* and *Afzelia* were grown for five months. At harvest, shoots and roots were separated. Shoots were dried at 70°C for 72 hours and shoot dry weight subsequently determined. Root systems were cleared of soil debris by gently washing under a water flow, immersed in tap water, and observed under a dissecting microscope at 40x magnification. Fractional ECM colonization was assessed by the gridline intersect method (Brundrett et al., 1996; Agerer, 2001). Afterwards, portions of the root sample of *Afzelia* were stained with acid fuchsin and fractional colonization by AM fungi was assessed by the gridline intersects method (Hayman, 1970; Kormanik and McGraw, 1980).

## 2.4. Experimental design and statistical analysis

For *Tetraberlinia*, the experiment was a full factorial with two factors, site (3 levels) and disturbance stage (7 levels). Because of a limited number of seeds of

*Afzelia*, a full factorial experiment was not possible. A smaller factorial experiment was executed with soils from three sites and three disturbance stages (ECM forest clumps, late-successional forest stands, early-successional forest stands). For the Ebom site, where *Afzelia* was fairly common and widespread, soils from forestry practices, agricultural fields, and fallow were included but differentiated by fallow with and without *Gnetum*. We also investigated ECM inoculum potential of soils directly under *Afzelia* mother trees as positive controls. ECM fungal fruitbodies were scrutinized both in the fields and in the shade house along the disturbance stages.

The SPSS package (SPSS v.2020 Inc, 2014) was used for statistical analysis. Data were tested first for normality and homogeneity of variances using the Levene test in the one-way analysis of variance (ANOVA). Data on fractional ECM root colonization by *Tetraberlinia* contained many zeroes and did not meet the requirements of normal distribution and homogeneous variances. Therefore, the non-parametric Kruskal-Wallis test was applied. When the analysis was restricted to the three forested disturbance stages (ECM forest clumps, late-successional forest stands, early-successional forest stands) data of fractional ECM root colonization, after arc sin square root transformation, did meet

the requirements for ANOVA. For *Afzelia*, fractional ECM colonization in soils from the three forested disturbance stages was very variable, resulting in variances that did not meet the requirement of homogeneity. Again, the non-parametric Kruskal-Wallis test was applied. For the Ebom soils, data did meet the assumptions for ANOVA after arc sin square root transformation. Data on AM colonization were also arc sin square root transformed. Shoot dry weights of both species was square root transformed and analyzed by ANOVA. Average means were separated by Duncan’s multiple range tests. Spearman’s rank correlation coefficients between fractional ECM colonization, fractional AM colonization, and shoot dry weights were calculated for seedlings of both tree species.

### 3. Results

#### 3.1. Effects of disturbance stages on ectomycorrhizal inoculum potential

Non-parametric analysis of variance indicated that fractional ectomycorrhizal colonization of *Tetraberlinia* seedling roots was significantly influenced by disturbance stages ( $p < 0.001$ ), but not by site ( $p > 0.1$ ). Seedlings grown in soils from sites of forestry practices, agricultural fields and fallow without *Gnetum* remained devoid of ECM

**Table 1: Localization, elevation, rainfall and soil physic-chemical characteristics of research sites in portions of the Atlantic rain forest of South Cameroon**

Research sites	Ebimimbang	Ebom	Nyangong
Localization	3°02.67'N;10°28.25'E	3°04.73'N;10°41.24'E	2°58.11'N; 10°45.18'E
Altitude (m.a.s.l)	0 – 350	350 – 500	500 – 800
Rainfall (mm)	1556	1987	1677
Soil texture	Sandy	Highly clay	Highly clay
pH	5 – 6	4 – 5	3 – 4
Carbon (%)	1.70	2.30	3.28
Nitrogen (%)	0.11	0.14	0.20
C/N ratio	15,5	16,4	16,4
Phosphorus (µm/ml soil)	0.01	0.005	0.002

**Table 2 : Two-way analysis of variance of site and disturbance stage on shoot dry weight of five-month old seedlings of *Tetraberlinia* and *Afzelia***

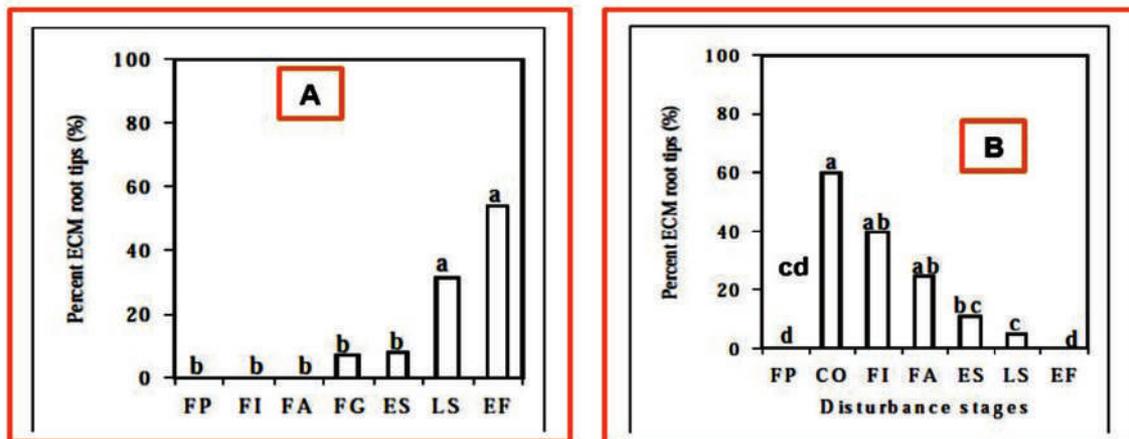
Source of variation	Df	F	p	Df	F	p
	<i>Tetraberlinia</i>			<i>Afzelia</i>		
Site	2	4.36	0.019*	2	13.2	0.000**
Disturbance stage	6	4.39	0.001**	2	0.7	0529ns
Site x Disturbance stage	12	2.44	0.017*	4	3.3	0.036*

**Table 3 : Fractional ectomycorrhizal (ECM) colonization (measured as percent root length) of five-month-old seedlings of *Tetraberlinia* and *Afzelia* in function of three forest vegetation stages at three experimental sites**

Forest vegetation types	Ebimimbang		Ebom		Nyangong	
	<i>Tetraberlinia</i>	<i>Afzelia</i>	<i>Tetraberlinia</i>	<i>Afzelia</i>	<i>Tetraberlinia</i>	<i>Afzelia</i>
ECM forest clumps	48 <sup>bc</sup>	26	32 <sup>cd</sup>	0	81 <sup>a</sup>	13
Late-successional forests	28 <sup>d</sup>	22	12 <sup>e</sup>	5	52 <sup>b</sup>	34
Early-successional forests	4 <sup>f</sup>	1	0 <sup>f</sup>	11	20 <sup>de</sup>	0

**Table 4 : Two-way analysis of variance of site and disturbance stage on arbuscular mycorrhizal fractional colonization of five-month old seedlings of *Tetraberlinia* and *Afzelia***

Source of variation	Df	F	p			
				Df	F	p
	<i>Tetraberlinia</i>			<i>Afzelia</i>		
Site	2	52.7	0.000**	2	15.6	0.553ns
Disturbance stage	6	88.9	0.000**	2	0.003	0.045*
Site x Disturbance stage	12	0.836	0.017*	12	1.31	0.403ns

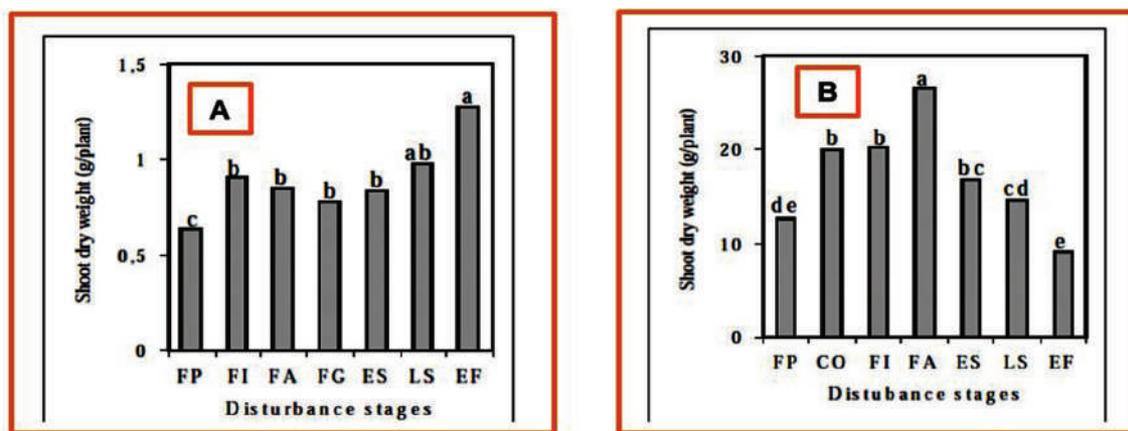


**Figure 2: Ectomycorrhizal fractional colonization of *Tetraberlinia* (A) and *Afzelia* (B) seedlings grown in soils from different disturbance stages (average from three sites). Significant differences between disturbance stages (Mann-Whitney U-test;  $p < 0.05$ ) are indicated by different letters. Abbreviations are as follows: EF =ectomycorrhizal forest clumps; LS = late-successional forest stands outside the crown projection of ectomycorrhizal clumps; ES = early-successional forest stands FI = agricultural fields of food crops with plantain (*Musa* spp), cocoyam (*Xanthosomas esculenta*), groundnut (*Peanut hypogea*), and cassava (*Manihot esculenta*) as the major crops; FA = *Chromolaena odorata* fallows; FG = *C. odorata* fallows with the liana *Gnetum* ; FP = sites of forestry practices such as skid trails and Bare landings**

colonization. No ECM fungal fruitbodies were recorded in disturbed sites. In soils from fallow with *Gnetum* from all three sites, roots of *Tetraberlinia* seedlings were lightly colonized to some extent. ECM colonization was highest in soils from ECM forest clumps (figure 2A). A two-way analysis of variance for fractional ECM colonization of only the three forest stands indicated that both site and disturbance stages were statistically significant, whereas the interaction was not (table 2). ECM

inoculum increased during succession with ECM forest clumps showing a significantly higher ECM colonization than late-successional stands, and fractional ECM colonization being lowest in early-successional stands (figure 2A). Fractional ECM colonization was highest in soils from Nyangong and lowest in soils from Ebom (table 3).

Non-parametric analysis of variance indicated that ectomycorrhizal colonization of *Afzelia* seedling roots in soils from the three forest stands was



**Figure 3: Shoot dry weights of *Tetraberlinia* (A) and *Afzelia* (B) seedlings grown in soils from different disturbance stages (Average from three sites). Significant differences between disturbance stages (Duncan's Multiple Range Tests;  $p < 0.05$ ) are indicated by different letters. Abbreviations are similar to figure 2.**

significantly influenced neither by site nor by disturbance stage ( $p > 0.1$ ). No or very little ECM colonization by native ECM fungi was observed in soils from a Gilbertiodendron forest clump of Ebom and in soils from early-successional forests from Ebimimbang and Nyangong (table 3). For the Ebom soils only, soil cores taken under a mature *Afzelia* tree resulted in the highest fractional ECM root colonization. Fractional ECM colonization was high in sites of agricultural practices (fields, fallow) and declined in soils from late-successional forest stages. In soils from forestry practices (Skid trails and bare landings) and ECM forest clumps, no fractional ECM colonization was observed (figure 2B). In the three forested disturbance stages, there was no correlation between ECM fractional colonization of *Tetraberlinia* and *Afzelia* seedling roots ( $r = 0.50$ ,  $n = 9$ ;  $p > 0.1$ ).

### 3.2. Effect of disturbance regimes on abundance and diversity of ectomycorrhizal fungi and fruitbodies

No ectomycorrhizal fruitbodies was observed in any disturbance stage in the three sites for three years of mushroom excursions (figure 2A). It was only in undisturbed ECM forest clumps that nearly 90 intact ECM fungal morphotypes (Photos 1 to 6) and more than 150 putative ECM fruitbodies (Photos 7 to 18) were identified. However, the consortia of native ECM fruitbodies differed among the four ECM forest clumps, in particular, Amanita fruiting bodies were nearly absent from *G. dewevrei* forest clumps conversely to other ECM forest clumps. Indigenous Amanita and Russula fruiting bodies were particularly abundant in "Ekop" forest clumps.

### 3.3. Arbuscular mycorrhizal inoculum in ectomycorrhizal forest clumps

In soil cores from ectomycorrhizal forest clumps, fractional arbuscular mycorrhizal colonization was almost always lower than 5%. Neither site and disturbance stage, nor the interaction were significant for the three forest stands (table 4). No colonization by AM fungi was observed in soil cores from neither forestry practices nor ECM forest clumps. Fractional colonization by ECM and AM fungi in *Afzelia* seedling roots was neither correlated for the range of disturbance stages of Ebom soils, nor for the three forest stands ( $p > 0.1$  in both cases).

### 3.4. Effect of ectomycorrhizal inoculum on shoot dry mass

Shoot dry mass of *Tetraberlinia* seedlings was significantly affected by disturbance stage, site, and the interaction between both factors (table 5). Seedlings growing in soils from ECM forest clumps and late-successional forests outside clumps had largest dry mass, in soils from forestry practices the smallest mass was recorded (figure 3). Analysis of variance of shoot dry mass restricted to the three forest types yielded similar results. There was a significant low positive correlation between fractional ECM colonization and seedling dry weight ( $r = 0.324$ ;  $n = 63$ ;  $p < 0.01$ ). However, for the three forested disturbance types, fractional ECM colonization was not correlated with seedling weight ( $r = 0.175$ ,  $n = 27$ ,  $p > 0.1$ ). Shoot dry mass of *Afzelia* seedlings, grown in soils from the three forest types was significantly affected by site and by the site x disturbance stage

interactions, but not by disturbance stage (table 4). However, for the data set from Ebom, shoot dry mass was significantly affected by disturbance stage ( $p < 0.001$ ). Seedlings grown in soils from fallow had the highest biomass, and seedlings grown in soils from forestry practices and from ECM forest clumps had the smallest biomass (figure 3). For the Ebom soils, fractional ECM colonization was significantly and positively correlated with seedling dry mass ( $r = 0.596$ ,  $n = 21$ ,  $p < 0.01$ ). However, for the three forested disturbance stages, fractional ECM colonization was not correlated with seedling dry mass ( $r = 0.163$ ,  $n = 27$ ,  $p > 0.1$ ).

Fractional arbuscular mycorrhizal colonization of *Vigna unguiculata* roots was not significantly correlated with seedling dry weight both for the Ebom soils and for the three forested disturbance types ( $p > 0.1$ ). Most soil cores did not produce abundant AM fungal colonization. AM colonization was detected in 56% (54 out of 96) soil cores from ECM forest clumps. Sparse AM colonization varied with sites; it was very low to low in clumps in Ebimimbang and Ebom, and completely absent in Nyangong. No AM colonization was observed in soil cores taken 5 m and 10 m away from the stem base of *Azelia*, *Brachystegia*, and *Paraberlinia*, but AM colonization was observed in soils from *Tetraberlinia* and varied from 2.5 to 22.5%.

#### 4. Discussion

##### 4.1. Ectomycorrhizal forest clumps are the only refuge stands of ectomycorrhizal inoculum potential including ECM fruitbodies.

In humid forests of South Cameroon, the unique refuge stands of native ectomycorrhizal inoculum potentials are the five different types of ECM forest clumps, 1) “Ekop” oligo-dominants, 2) mixed “Ekop” and *Uapaca* oligo-dominants, 3) *Uapaca* monodominants, 4) *G. dewevrei* monodominants; and 5) *Microberlinia bisulcata* monodominants. The last ECM forest clumps occurred in Korup National Park, South-West Cameroon (Newbery et al., 1988). They are mutually associated with 25 tree species belonging to either Detarioideae or Uapacaceae (Newbery et al., 1988; Onguene et al., 2014, 2018). At least, 90 different ECM fungal morphotypes were recorded in ECM forest clumps with very low soil P availability. This high ECM fungal diversity might increase P uptake efficiencies

by ECM host tree species under harsh soil conditions. For the European beech (*Fagus sylvatica* L.), similar observations of ECM tree species thriving in low fertile soil conditions were recently made (Köhler et al., 2018). At the continental and Sub-Saharan regional scales, tropical ECM ecosystems are highly diverse and vary widely in ECM plant and fungal abundance, diversity, composition and phylogenetic affinities (Newbery et al., 1988; Buyck et al., 1997; Rivière et al., 2007; Abdala et al., 2010; Tedersoo et al. 2014). Both ECM trees and fungi also exhibit strong turnover along altitudinal and soil fertility gradients, suggesting niche differentiation among taxa. ECM fungi are often more abundant and diverse in sites with nutrient-poor soils, suggesting that ECM associations can optimize plant nutrition and may contribute to the maintenance of tropical monodominant forests (Corrales et al., 2018). In this research area, four distinct ECM forest clumps were recorded showing strong development under very poor nutrient soils. In humid forest of South Cameroon, small to medium-sized forest clumps of *G. dewevrei* are the most common. Henceforth the regeneration niche is more likely to explain the widespread occurrence of “Islands” of ECM forest clumps within an “Ocean” of AM rainforests in humid forests of South Cameroon of the Congo Basin (Buyck et al., 1997; Newbery et al., 1997; Onguene, 2000).

##### 4.2. Selective logging and shifting cultivation practices are no guarantee for ectomycorrhizal inoculum potentials.

Anthrogenic disturbances like selective logging and shifting cultivation practices are no guarantee for ECM inoculum potentials in tropical forestry and agriculture. Seedlings of both *Tetraberlinia* and *Azelia* were not colonized in soil cores from skid trails, woodlot parks, food farms and *Chromolaena* fallows, with the exception of *Gnetum* fallow’s soils, for only *Tetraberlinia* seedlings. It is clear from these data that ECM fungal propagules of mature trees are crucial for ECM colonization of ECM host saplings and consequently the survival of ECM host tree seedlings (Onguene and Kuyper, 2002) as similarly observed in rainforests of Upper Guinea (Thoen and Decouso, 1989; Rivière et al., 2007). Deforestation and conversion of forest land to agricultural uses have resulted in the loss of vast areas of lowland rain forest in Southeast Asia (Ingleby et al., 2000)

and subsequent ECM biodiversity losses. It is most likely that lowland humid forests of South Cameroon run similar loss risks of ECM biodiversity following the coming decentralization and regionalization in Cameroon. Hence, future replanting programmes will be a priority in the agendas of local administrations in order to preserve the unique ECM biodiversity inoculum potentials and native ECM fruitbodies of rainforests of South Cameroon. Alexander et al, (1992), and Onguene and Kuyper, (2002) have shown that early colonization of naturally regenerating Detarioideae and Dipterocarp seedlings depends on mycelial connections made by the ECM fungi associated with adjacent mature trees. It has also been shown that ECM mycelial networks are particularly sensitive to disturbance (Read and Birch, 1988) and that forest clearance leads to rapid depletion of these sources of ECM inoculum in the soil (Brundrett, 1991). For three years of observations, neither ECM inoculum nor ECM fruitbodies were detected in soils of skid trails, woodlot parks, Chromolaena fallows and food farms. In fallow lands invaded by *Chromolaena odorata* weeds, only fruitbodies of *Scleroderma sinnamariensis* Mont. were often observed during the dry seasons. They were never observed in ECM forest clumps nor close to conspecific *Afzelia* adult trees in Ebom. However, other species of *Scleroderma* fungal strains were observed in ECM forest clumps, thereby suggesting tree fungal specificity in humid forests of South Cameroon.

#### **4.3. Tropical ectomycorrhizal associations also depict fungal specificity depending on types of ectomycorrhizal forest clumps.**

During ectomycorrhizal ontogeny, mutualistic associations do not randomly occur: both symbionts choose one or more associated microorganisms among a complex population of rhizospheric microorganisms. In general, the ECM symbiosis does not seem strictly specific. ECM fungi  $\alpha$  diversity is a major factor contributing to root functioning under global change. In temperate forests, it has been hypothesized that plant specificity among ECM fungi would be common in a closed *Pinus* canopy forest conversely to early-successional forest (Culling et al., 2011). In this study, some strict affinities were observed under natural conditions viz. *Gnetum* spp and *S. sinnamariense*, *A. bipindensis* and native ECM fungi from the rhizosphere of conspecific *Afzelia* adult

trees. However, *Amanita* fungal species were nearly absent in *G. dewevrei* forest clumps conversely to “Ekop” and *Uapaca* forest clumps rich in indigenous *Amanita* and *Russula* fungal species in Cameroonian humid forests. In these forest ecosystems, the large number of ECM tree species occur uniquely in ECM forest clumps while a minority grow isolated among AM forests like *Afzelia bipindensis*, *Anthonotha* spp, *Berlinia bracteosa* (Onguene and Kuyper, 2001). This suggests the low fractional arbuscular mycorrhizal reported in this work in *Afzelia* seedling roots. These results are also in agreement with those of Djotan et al. 2020 who reported AMF in roots of *Afzelia africana*, *Entada africana*, and *Pterocarpus erinaceus* in Benin, using morphological and molecular analyses. Consortia of indigenous ECM fruitbodies of *G. dewevrei* differed from those of “Ekop” and *Uapaca* forest clumps, depicting really fungal specificity in tropical rainforests of South Cameroon. *G.dewevrei* forest clumps strikingly lacked *Amanita* fungal species. In temperate and boreal forests, high affinities have also been noticed between many *Betulaceae* and some *Suillus* and *Leccinum* genera, or some *Lactarorussulaceae*, or *Hygophoraceae* (Guillot, 1997). In humid forests of South Cameroon, fungal specificity appears dependent on clumpiness of host ECM tree species. This information is crucial for ECM tree regeneration programmes. However, more research is still needed to elucidate the diversity patterns of native ECM fungi and trees in humid forests of the Congo Basin, a hotspot biodiversity, and to clarify the roles of ECM symbioses on ECM tree regeneration, nutrient and carbon cycling, and climate change.

#### **4.4. In tropical acid soils of rainforests, ectomycorrhizal inoculum exerts a negative feedback on arbuscular mycorrhizal inoculum.**

A basic tenet in ecology is that negative feedbacks on abundance play a crucial role in the coexistence of species within guilds (Bever, 2000). Basal area of ECM *Ceasalp* tree species varied from 80% to 100% in ECM forest clumps (Newbery et al. 1997; Onguene and Kuyper, 2001). In shade house experiments with intact soil cores from ECM forest clumps close to four different ECM tree species, AM root colonization of *V. unguiculata*, a highly AM mycorrhizal plant, was always very low to null. Hence, positive phylogenetic plant-soil feedbacks for ECM tree species in low fertile soils are coupled with negative feedbacks for AM tree

and plant species, thereby, explaining clumpiness of ECM tree species in humid forests. Family dominance has also been noted for Dipterocarpaceae in South-East Asia (Whitmore, 1984; Richards, 1996). Differences in plant-soil feedbacks may stem from variation among AM and ECM fungi in host specificity dispersal ability, enzymatic capacities and interactions between soil pathogens and nutrients (Bruns and Shefferson, 2004; Morris et al., 2007; Hoeksema et al., 2010). Thus, while AM and ECM symbioses are both expected to be more beneficial to host trees and plants in low fertile soils that prevail in the Tropics, these benefits should be greater for ECM-hosting tree and liana species because ECM fungi have greater capacity to access nutrients bound in plant litter of nutrient-depleted soils (Read and Perez-Moreno, 2000), since they evolved from saprotrophic ancestor. ECM associations show more positive feedbacks than AM ones in particular forest ecosystems. Therefore, positive feedbacks shape monodominance while negative feedbacks determine diversity in tropical rainforests.

#### 4.5. Ectomycorrhizal inoculum differently influences seedling growth depending on phylogenetics.

Numerous examples depict that ECM inoculation improves growth of ECM seedlings in nurseries and in the fields (Smith and Read, 2008). Different fungal associations do not provide the same benefit to the host. A pronounced variability in response depending on the nature of the fungal-plant association has been observed (Chalot et al., 1988; Guehl et al. 1990). Yet, correlations between ECM colonization and seedling growth of this study were contrasted. For the clumping ECM *Tetraberlinia* seedlings, there was no correlation conversely to ECM *Afzelia* non-clumping. Considerable data on ECM fungi and their effects on plant growth and nutrient uptake have been purported under various ecological conditions (Castellano and Molina, 1989; Roldan et al. 1996; Garbaye and Churin 1997). Thus, for successful tree regeneration, it is essential for controlled mycorrhization in nurseries that tree seedlings be inoculated with with ECM fungi that are ecologically adapted to the tree species and the replanting sites. In this study, it seems clear that reforestation with *Tetraberlinia* seedlings will require fine soil and root samples from ECM clumps forests while for *Afzelia* seedlings, inoculum will be collected in the vicinity

of conspecific *Afzelia* adult trees. It is recommended that adult *Afzelia* trees which occur within secondary forests and fallow lands close to villages be protected as sources of ECM inoculum.

#### Conclusion

The results of this study show that in humid forests of South Cameroon, ectomycorrhizal inoculum potentials including native ECM fruitbodies are found only in ECM forest clumps. Selective logging and shifting cultivation practices are no guarantee for ECM inoculum potentials since both significantly eliminate or reduce ECMIP. Tropical ECM associations equally depict fungal specificity depending on types of ECM forest clumps with *Amanita* fruiting bodies almost absent from *G. dewevrei* clumps. In tropical acid soils of rainforests, ECM inoculum exerts a negative feedback on AM inoculum. If most ECM tree species behave similarly to *Tetraberlinia*, conservation of forest patches and clumps where these tree species occur is urgently needed, including their regeneration requirements.

#### Acknowledgements

The Institute of Agricultural Research for Development (IRAD) and the Netherland Organization for the Advancement of Science (NWO) are acknowledged for financial support as well as anonymous reviewers.

#### References

- Abdala, G.D., Marc-André, S., Antoine, G., Moussa, D., Bernard, D., Amadou, M.,B., Sergio, M. De F., Gilles, B.. (2010).** Multi-host ectomycorrhizal fungi are predominant in a Guinean tropical rainforest and shared between canopy and seedlings. *Environ. Microbiol. Online publications Environmental Microbiology* 12(8), 2219–2232
- Agerer, R. (1995).** Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizas: an attempt towards a natural classification. in: A.K. Varma and B. Hock (eds), *Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and biotechnology*, p. 685-734. Heidelberg, Springer Verlag.
- Alexander, I.J. (1989).** Mycorrhizas in tropical forests. in: J. Proctor (Ed.), *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*, p. 169-188. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Alexander, I.J., Högborg, P. (1986).**

- Ectomycorrhizas of tropical angiospermous trees. *New Phytol* 102:541–549
- Alexander, I.J., Ahmad, N., Lee, S.S. (1992).** The role of mycorrhizas in the regeneration of some Malaysian forest trees. In: Marshall AG, Swaine MD (eds) Tropical rain forest: disturbance and recovery. *The Royal Society*, London, UK, pp 357–367
- Alexander, I., Selosse, A. (2009).** Mycorrhizas in tropical forests: A neglected research imperative. *New Phytologist* 182(1):14–6
- Amaranthus, M.P. (1998).** The Importance and Conservation of Ectomycorrhizal Fungal Diversity in Forest Ecosystems: Lessons from Europe and the Pacific Northwest. Volume 431 de *General technical report PNW. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, 15p
- Bâ, A., Duponnois, R., Diabate, M., Dreyfus, B. (2012).** Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l'Ouest. Méthodes d'étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie et comestibilité. *Collections Actiques IRD*, IRD Editions. ISBN : 978-2-7099-1684-4
- Bâ, A.M., Garbaye, J., Martin, F., Dexheimer, J. (1994).** Root soluble carbohydrate of *Azelia africana* Sm. seedlings and modifications of mycorrhizal establishment in response to the cotyledon excision. *Mycorrhiza*, 4: 269-275.
- Baar, J., Horton, T.R., Kretzer, A.M., Bruns, T.D. (1999).** Mycorrhizal colonization of *Pinus muricata* from resistant propagules after a stand replacing wildfire. *New Phytol* 143:409-418
- Barlow, J., Gareth, D., Lennox., Toby, A. (2016).** Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature* 535: 44-147
- Bever, J.D. (2000).** Negative feedback within a mutualism host-specific growth of mycorrhizal fungi reduces plant positive and negative plant-soil feedbacks benefit. *Proc. Biological Sciences*. Vol. 269 (1509): 2595-2601
- Brundrett, M. (1991).** Mycorrhizas in natural ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 21: 171-313. Brundrett M., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N. (1996) Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. *ACIAR Monograph*, Canberra
- Buyck, B., Thoen, D., Watling, R. (1996).** Ectomycorrhizal fungi of the Guineo-Congo Region. *Proc R Soc Eding Sect B* 104 (3): 313-333
- Bruns, T.D., Shefferson, R.P. (2004).** Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: Recent advances and future directions. *Can. J. Bot.* 82:1122-1132
- Buyck, B. (1994).** Ubwoba : Les champignons comestibles de l'Ouest du Burundi. Adm. Gén. Coop. Dév. Publi. Agric. Bruxelles 34, 123p
- Castellano, M.A., Molina, R. (1989).** Mycorrhizae. In *The Biological Component: Nursery Pest and Mycorrhizae Manual*, Vol. 5. Ed. T.D. Landis. Agric. Handbook 674. USDA Forest Service, Washington, DC, pp 101–167.
- Chalot, M., Battut P.M., Botton, B., Le Tacon, F., Garbaye, J. (1988).** Recent advances in physiological and practical aspects of ectomycorrhizal effects on tree development. *Acta Oecol. Appl.* 9: 333–351.
- Corrales, A., Henkel, T.W., Smith, M.E. (2018).** Ectomycorrhizal associations in the tropics – biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *New Phytol* : 1076-1086. <https://doi.org/10.1111/nph.15151>
- De Kesel, A., Kasongo, W.A., Degreef, J. (2017).** Champignons comestibles du Haut-Katanga (RD Congo). *ABC Taxa 17 Brussels*. NUR 910 D/2017/0339/3.
- Djotan, A.K.G., Matsushita, N., Vaario, L. M., Yorou, N.S. and Fukuda, K. (2020).** Arbuscular mycorrhizas in the roots of *Azelia africana*, *Entada africana*, and *Pterocarpus erinaceus*. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH* 19(2):833-848.
- Eyi, H.C., Mounguengui, S., Atteké, C., Obono, N.G. (2014).** Variation of consumption of mushrooms by Pygmies and Bantus in the North Gabon. *Adv. Microbiol.* 4: 1212-1221. Published online in *SciRes*. <http://www.scirp.org/journal/aim>. <http://dx.doi.org/10.4236/aim.2014.416131>
- Gemerden, van, B.S., Han, O.H., Parren, M.P.E., Bongers, F. (2003).** The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. *Journal of Biogeography*, 30, 1381–1390
- Guehl, J.M., Mousain, D., Falconnet, G., Gruez (1990).** Growth, carbon dioxide assimilation capacity and water-use efficiency of *Pinus pinea* L seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. *Ann Sci For* 47: 91-100

- Guillot, J. (1997).** The bases for specificity of ectomycorrhizal fungi with respect to their host *Revue Forestiere Francaise* (France) ISSN : 0035-2829
- Hoeksema, D., Chadhary, V.B., Gehring, C.A., Johnson, N.C., Karst, L., Koide, R.T., et al. (2010).** A meta-analysis of context-dependency in plant response to inoculation with mycorrhizal inoculation. *Ecology letters*. 394-407
- Khabarov, N., Krasovskii, A., Obersteiner, M. (2016).** Forest fires and adaptation options in Europe. *Reg Environ Change* 16, 21-30. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>
- Hart, T.B. (1995).** Seed, seedling and sub-canopy survival in monodominant and mixed forests of the Ituru forest, Africa. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 443-459.
- Ingleby, K., Thuy, L.T., Phong, N.T. (2000).** Ectomycorrhizal inoculum potential of soils from forest restoration sites in South Vietnam. *Journal of Tropical Forest Science* 12(2):418-422
- Janos, D.P. (1996).** Mycorrhizas, succession and rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. in: J.C. Frankland, N. Magan and G.M. Gadd (eds), *Fungi and environmental change*, p. 129-161. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaumbu, J.M.K., Mpundu, M.M.M., Kasongo, E.L.M., Ngoy, Shutcha, M., Tekeu, H., Kalambulwa A.N., Khasa, D.P., (2021).** Early Selection of Tree Species for Regeneration in *Degraded Woodland of Southeastern Congo Basin*. *Forests* 2021, 12, 117. <https://doi.org/10.3390/f12020117>
- McGuire, K.L., Allison, S.D., Fierer, N., Treseder, K.K. (2013).** Ectomycorrhizal-Dominated Boreal and Tropical Forests Have Distinct Fungal Communities, but Analogous Spatial Patterns across Soil Horizons. *PLoS ONE* 8(7): e68278. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068278>
- Letouzey, R. (1968).** Etude phytogéographique du Cameroun. Paris, Editions P. le Chevalier.
- Mangan, S.A., Schniitzer, S.A., Herre, E.A., Mack, K.M.L., Valencia, M.C., Sanchez, E.I. (2010).** Negative plant-soil feedbacks predicts tree-species relative abundance in a tropical forest. *Nature*. 466:752-755
- Morris, William F., Hufbauer, Ruth A., Agrawal, Anurag A., Bever, James D., Borowicz, Victoria A., Gilbert, Gregory S., Maron, John L., Mitchell, Charles E., Parker, Ingrid M., Power, Alison G., Torchin, Mark E., Vazquez, Diego, P., Icon (2007).** Direct and interactive effects of enemies and mutualists on plant performance: a meta-analysis. *Ecology*. 88:1021-1029.
- Newbery, D.M., Alexander, I.J., Thomas, D.W., Gartlan J.S. (1988).** Ectomycorrhizal rain forest legumes and soil phosphorus in Korup National Park, Cameroon. *New Phytologist* 109: 433-450.
- Newbery, D.M., Alexander I.J., Rother J.A. (1997).** Phosphorus dynamics in lowland African rainforest: the influence of ectomycorrhizal trees. *Ecological Monographs* 67: 367-409
- Olivry, J.C. (1986).** Fleuves et rivières du Cameroun. *Collection Monographies hydrologiques d'ORSTOM* 9. Paris, France
- Onguene, N.A. (2000).** Diversity and dynamics of mycorrhizal associations in tropical rain forests with different disturbance regimes in south Cameroon. *Tropenbos Cameroon Ser.3:1-167* Posen en Louijen, Wageningen, the Netherlands, NWO, ISBN 90-5808-293-8, 167p
- Onguene, N.A., Kuyper T.W. (2001).** Diversity and abundance of mycorrhizal associations in the rain forests of South Cameroon. *Forest Ecology Management*. 140: 277-287
- Onguene, N.A., Kuyper T.W. (2002).** Importance of the ectomycorrhizal network for the seedling survival and ectomycorrhizal formation in rain forests of south Cameroon. *Mycorrhiza*. 12: 13-17. doi:10.1007/s00572-001-0140-y
- Onguene, N.A., Kuyper, T.W. (2012).** Habitat and diversity of ectomycorrhizal mushrooms in humid forests of South Cameroon. *Cameroon Journal of Experimental Biology*. 8 (1): 26-34
- Onguene, A.N., Tsamo, J.M., Ebenye, C.M., Bâ, A., Kuyper, T.W. (2014)** Diversity and Abundance of Ectomycorrhizal Associations in Rain Forests with different disturbance regimes. In. Bâ AM, McGuire KL, Diédhiou AG In Ectomycorrhizal symbiosis in *Tropical and Neotropical forests*. CRC Press, Chap3, 29-50pp
- Onguene, A.N., Feudjo, N., Kuyper, T.W. (2018).** Biodiversité des macrochampignons sauvages comestibles de la forêt humide du Sud-Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*. 33 : 87-99
- Perry, D.A., Borchers, J.G., Borchers, S.L., Amaranthus, M.P. (1990).** Species migrations and

ecosystems stability during climate change: *The belowground connection. Conservation Biology*. Vol (3): 266-274

**Read, D.J., Perez-Moreno, J. (2003).** Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems – a journey towards relevance? *New Phytol.* 157: 475-492.

**Richards, P. (1996).** The Tropical Rainforest, An ecological study, 2nd ed, Purseglove, J.W. 1975. Raffia palms. In ELBS and Longman (ed.), *Tropical monocotyledons*. Volumes 1 and 2 combined. Cambridge University Press, Cambridge, 440p.

**Sanon, K.B., Bâ, M.A., Duponnois, R. (2014).** Diversity and function of ectomycorrhizas between *Scleroderma* and *Afzelia* species in Burkina Faso. In: (eds Bâ AM, Krista L, Diedhiou AG) Ectomycorrhizal symbioses in *Tropical and Neotropical forests*. CRC Press. ISBN 978-4665-9468-5, pp126-146

**Smith, S.E., Read, D.J. (1997).** Mycorrhizal Symbiosis, 2nd Ed.; *Academic Press*: London, UK.

**Smith, S.E., Read, D.J. (2008).** Mycorrhizal symbiosis, 3rd ed. Academic Press, London, UK, PSS Inc. 2014. X users' guide. 20 ed. Gorinchem the Netherlands

**Tambe, B.E.E.. (2014).** The Physiology

of *Scleroderma sinnamariense* Mont. (Sclerodermaceae), an Ectomycorrhizal Fungus Associated with *Gnetum* spp. (Gnetaceae). In: (eds Bâ AM, Krista L, Diedhiou AG) Ectomycorrhizal symbioses in *Tropical and Neotropical forests*. CRC Press. ISBN 978-4665-9468-5, pp147-163

**Whitmore, T.C. (1984).** Tropical rainforest of the far East. Second edition. Toronto, Oxford University Press.

**Lého, T., Mohamed, B., Sergueï, P., Urmas, K., Nourou, S.Y., Ravi, W., Luis, V.R., Aïda, M.V., Palacios, S., Pham, Q.T., Avenue, S., Matthieu, E.S., Cathy, S., Erki, S., Alessandro, S., Miguel, R., Taavi, R., David, R., Karin, P., Kadri, P., Meike, P., Cherdchai, P., Marko, P., Pièces, K., Kadri, P., Eveli, O., Edouardo, N., André, L.N., Henrik, N., Luis, N.M., Maire, de J., Tom, W. M., Luiza, M., Loge, D.J., Su, L., Karl-Henrik, L., Petr, K., Kentaro, H., Indrek, H., Terry, W.H., Héléry, H., Liang-dong, G., Alina, G., Gwen, G., Jozsef, G., Geneviève, G., Guillaume, D., Chris, D., Rêne, D., John, D., André, De K., Tan, D., Xin, C., Franz, B., Francis, Q.B., Grégory, B., Sten, A., Sandra, A., Kessy, A. (2014).** Fungal biogeography. Global diversity and geography of soil fungi. *Science*. 28;346(6213):1256688. doi: 10.1126/science.1256688.

## Effect of put in defense in the restoration and rehabilitation of plant cover in Oranie Region (Algeria)

Benabdelmoumene F.<sup>1</sup> and Benabadji N.<sup>1</sup>

(1) Université de Tlemcen, Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ecosystèmes, Département d'Ecologie et de l'Environnement, BP 119, Tlemcen 13000, Algérie

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391492>

### Abstract

Located in a region of transition from a climatic point of view and hardly tolerating the summer drought, the natural vegetation of Mediterranean countries is fragile and it has not withstood the thousand-year-old degradation of man (Huelz, 1970). For this purpose a phytodynamic study was conducted between 2010-2011 and 2013-2015, this approach to floristic composition consists on the one hand of estimating the role of climatic constraints and on the other of evaluating the intensity of anthropogenic action, to this end, a defensive station was chosen.

In order to test the dynamics and fluctuation of the flora, which are assessed by comparison of the floristic lists inventorying all the vascular plants representative of the different plant formations according to the method of Braun Blanquet (1951) and indices such as the disturbance index and the Shannon and fairness index, a phytoecological study of the vegetation was carried out in the North-West region of Algeria in two different periods, current (2013-2015) and past (2010-2011).

We observed a trend in flora species increase during

the three years of monitoring (2013-2015) in the area of defense, where, the floristic fund and collection are dominated by widely distributed species (Mediterranean and West Mediterranean, etc.) that come at the top for the phytogeographic spectrum, also the stability of the environment has been determined by the number of perennial species more or less important where forest species (*Tamarix Gallica* and *Pinus halepensis*) have been identified in the protected station.

The disturbance index calculation results indicates that the vegetation of the protected station of the Hammam Boughrara Dam increased between 2010-2011 and 2013-2015, where the disturbance index has increased slightly from 80% to 76.56%, the setting in defense made it possible to obtain a good evolution of the plant density and the floristic diversity so defensiveness has an effect on the vital attributes of vegetation, which results in improved seed production and can also allow restoration of the natural plant carpet, improved soil cover by several plant species and increased phytomass.

**Keywords:** Put in defence; Flore; anthropization; phytodynamics; Hammam Boughrara (Oranie, Algeria)

### Résumé

Située dans une région de transition d'un point de vue climatique et tolérant difficilement la sécheresse estivale, la végétation naturelle des pays méditerranéens est fragile et n'a pas résisté à la dégradation millénaire de l'homme (Huelz, 1970). A cet effet une étude phytodynamique a été menée entre 2010-2011 et 2013-2015, cette approche de la composition floristique consiste d'une part à estimer le rôle des contraintes climatiques et d'autre part à évaluer l'intensité de l'action anthropique, à cet effet, une station défensive a été choisie.

Afin de tester la dynamique et la fluctuation de la flore, qui sont appréciées par comparaison des listes floristiques inventoriant toutes les plantes vasculaires représentatives des différentes formations végétales selon la méthode de Braun Blanquet (1951) et des indices tels que l'indice de

perturbation et l'indice de Shannon et d'équité, une étude phytoécologique de la végétation a été réalisée dans la région du Nord-Ouest de l'Algérie à deux périodes différentes, actuelle (2013-2015) et passée (2010-2011).

Nous avons observé une tendance à l'augmentation des espèces floristiques au cours des trois années de suivi (2013-2015) dans la zone de la défense, où, le fonds floristique et la collection sont dominés par des espèces largement distribuées (méditerranéennes et méditerranéennes occidentales, etc.) qui viennent à le sommet pour le spectre phytogéographique, également la stabilité du milieu a été déterminée par le nombre d'espèces pérennes plus ou moins importantes où des espèces forestières (*Tamarix Gallica* et *Pinus halepensis*) ont été identifiées dans la station protégée.

Les résultats du calcul de l'indice de perturbation indiquent que la végétation de la station protégée du barrage de Hammam Boughrara a augmenté entre 2010-2011 et 2013-2015, où l'indice de perturbation a légèrement augmenté de 80% à 76,56%, la mise en défens a permis d'obtenir une bonne évolution de la densité végétale et de la diversité

floristique; Ainsi, la défensive a un effet sur les attributs vitaux de la végétation, ce qui se traduit par une meilleure production de graines et peut également permettre la restauration du tapis végétal naturel, une meilleure couverture du sol par plusieurs espèces végétales et une phytomasse accrue.

**Keywords :** Mise en défens; Flore; anthropisation; phytodynamique; Hammam Boughrara (Oranie, Algérie)

## 1. Introduction

Vegetation makes it possible to characterize the state of the ecosystem and to highlight its natural or induced modifications, because it is the best result of the climate and the soil (Ozenda, 1986), however, the distribution of a taxon over a territory is not continuous, even if the taxon can colonize many more localities as his observations do not show, its intermittence is most often linked to contingent factors such as the seed dispersal capacity, interspecific competition or even anthropogenic action.

Flowering plants, because of their strict ecological requirements, are good indicators of the conditions in which they develop, by elsewhere, as the least mobile organisms, one can think that they best express landscape dynamics and easily reveal the impact of human activities on biodiversity in agricultural

landscapes (Polunin, 1967; Burel et al., 1998), and to better understand the dynamics of vegetation cover, expressed by the kinetics of succession over time, it is necessary to recall the notions of resilience, vegetation sequence and healing rate (Godron, 1984). It is also necessary to understand well the processes of plant response (extinction, migration or persistence) to the global changes of the past, in order to better estimate those of the future (Medail et al., 2012).

Defense is the technique of resting degraded surfaces to promote the regeneration of plant and soil cover (Delwaule, 1975). It allows a degraded space to evolve in a manner comparable to an ecosystem in close relation to the natural characteristics of the environment that houses it (Floret and Pontanier, 1982).

This article stemming in part from previous work 2010-2011 (Benabdelmoumene, 2011) and recent work

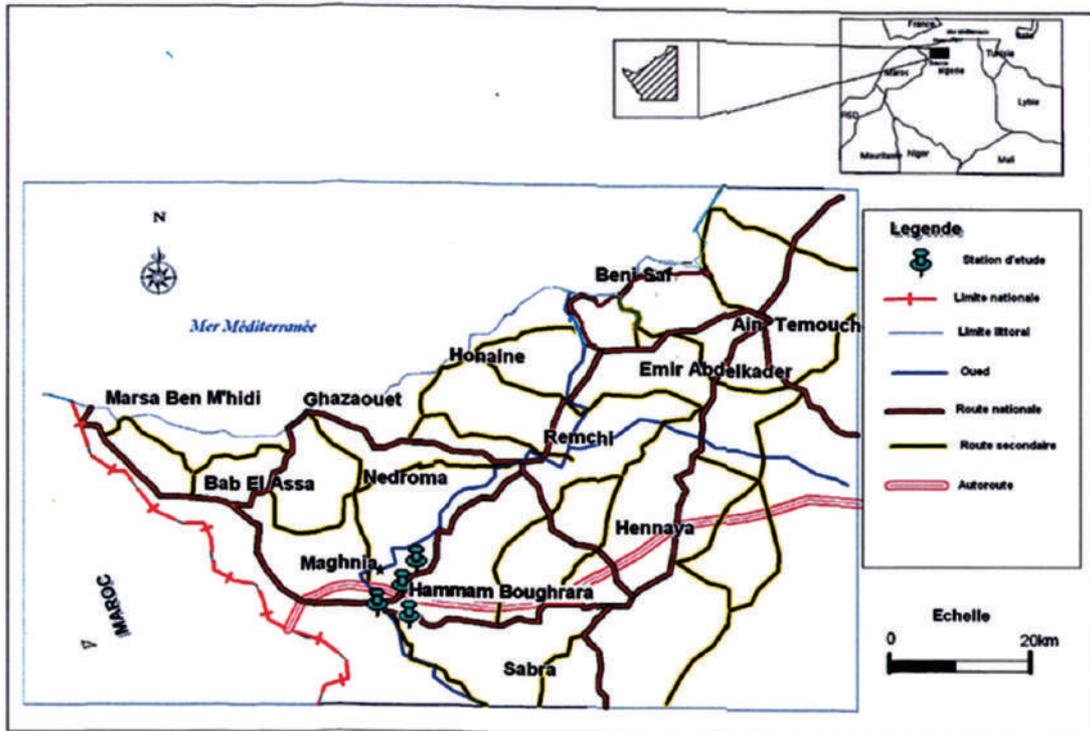


Figure 1: Geographical location map of the study stations

2013-2015 (Benabdelmoumene, 2018), it is based on diachronic analysis of the plant formations identified by a type of land use and their structures, with the aim of highlighting and understanding the changes in the spatial organization of landscape structures over time under the impulse of human and natural activities.

## 2. Materials and Method

### 2.1. Material

#### - Studying Site

The study area is located in the North West of Algeria, belonging to the Tlemcen wilaya, it is characterized by weak slopes, a weak vegetative cover and a friable substrate where different forms of erosion are observed. The region is located between 34 ° 58 'N latitude and 1 ° 40' W longitude. However, stands of *Artemisia Herba alba* show a significant increase to the detriment of pastoral quality plants.

### 2.2. Method

To test the dynamics and fluctuation of the flora species, which are appreciated by comparison of floristic lists and indices such as the disturbance index and the Shannon index, a phytoecological study of vegetation was carried out in the north-western region of Algeria (Hammam Bouhrara), which is based on spatio-temporal analysis of floristic lists inventorying all the vascular plants representative of the different plant formations according to the method of Braun Blanquet (1951) in two different periods (2010-2011) and (2013-2015).

In our case, we used the method of surveys by transect in plots (100 m<sup>2</sup>) which consists in choosing locations as typical as possible by noting the environmental

conditions (Gounot, 1969), since linear analysis does not give an exhaustive inventory of the floristic composition of a plant group, but it nevertheless makes it possible to determine the main dominant species in these anthropized environments for the most part and the therophytic species, which are often very numerous with a short cycle, with their respective specific contributions (Cesar, 1990).

## 3. Results

Study stations (table 1) are floristically rich with 84 species identified at the control station level and 40 species in the protected station between the periods 2010-2011, this floristic richness is slightly modified during the periods 2013-2015, where we recorded 87 species in the control station area and 64 species in the protected station.

Assessing the diversity of flora genera is also important, estimated for the period (2010-2011) 75 genres for the test station, 36 genres at the level of the protected station, and for the recent periods of 2013-2015, we note a decline in the control station (71 genera). On the other hand, the protected station marks a biological ascent compared to the previous period when we counted (56 genera). Most genera are represented by only one family (Asteraceae) and correspond mainly to herbaceous plants.

The diversity of families of the flora is 33 families for the control station and 18 families at the level of the station put in defense for the period 2010-2011, the period from 2013 to 2015 recorded 35 families in the control station, 29 families at the protected station, it is mainly represented by the Asteraceae family and the Poaceae.

**Table 1: Number of herbaceous and woody species, genera and families found on a control station and a protected station**

Stations	2010 - 2011			2013 - 2015		
	Number of species	Number of families	Number of Genres	Number of species	Number of families	Number of Genres
Witness station	84	33	75	87	35	71
Protected station	40	18	36	64	29	56

**Table 2: Diahronic study of Shannon's index in the protected and control stations**

Stations	2010-2011		2013-2015	
	H'	E	H'	E
Witness station	3.13	0.41	3.12	0.48
Protected station	3.62	0.67	4.16	0.68

Shannon - Weaver 1947 diversity index

$$H' = -\sum ((Ni / N) \log_2 (Ni / N))$$

*Ni*: Number of individuals of a given species, *i*:  
Range from 1 to *S* (total number of species).

*N*: Total number of individuals.

The protected station recorded (table 2) a slight increase of the vegetation cover in climatic circumstances

marked by aridity, this progression is the result of the defense, and on the other hand, the control station experienced regressive dynamics where woody vegetation regressed due to erosion. The axis on figure 2 follows a gradient of humification in which the species of poor soils appear on the positive side *Malva sylvestris*, *Lygeum spartum*, *Hordeum murinum*, as opposed to the negative side, post-cultural species

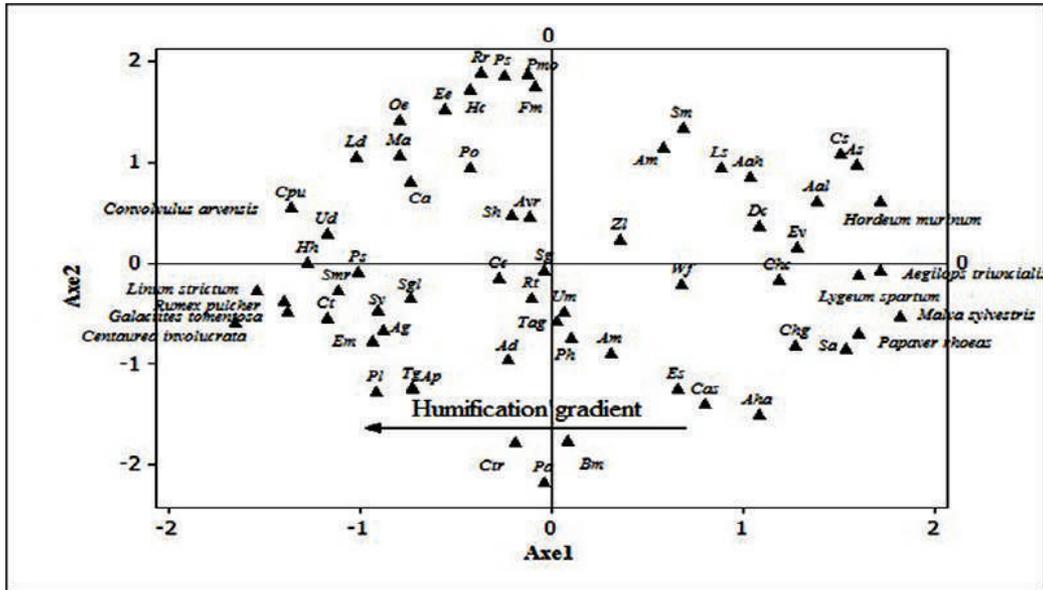


Figure 2: Factorial plan of the species of the protected station (Axis 1, Axis 2)

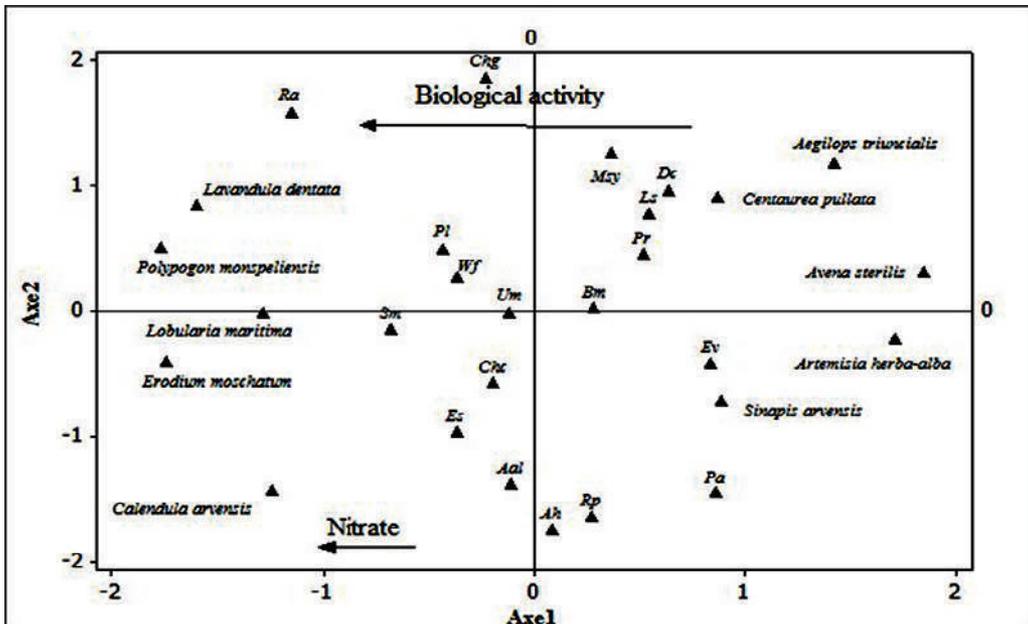


Figure 3: Factorial design of the species of the control station (Axis 1, Axis 2)

occupy a large area *Centaurea involucreta*, *Linum strictum*, *Rumex pulcher*. The defensive approach allows a significant rise of the forage flora.

This axis (figure 3) reflects the level of biological activity from the positive side to the negative side where the taxa of a lawn settle on the positive side: *Avena sterilis*, *Aegilops triuncialis*, *Sinapis arvensis*, while the negative side shows a neutrophilic tendency: *Polypogon monspeliensis*, *Erodium moschatum*, however Balent et al. (1998) show that grazing increases specific diversity when intensity is average, and decreases it when intensity of grazing is high.

#### 4. Discussion

The results show that the vegetative cover is decreasing with, however, a growth of some xenic species such as : *Artemisia herba-alba*, *Lygeum spartum*, *Atriplex halimus* and *Chamaerops humilis*, Although several authors Grouzis (1988), Lericollais (1987), Warren and Agnew (1988) state that vegetation degradation is manifested by a significant decrease in vegetation cover, disappearance of woody species (*Pistacia Atlantica*, *Olea Europea*) and progressive replacement by grasses (*Hordeum murinum*, *Lygeum spartum*, *Bromus madritensis*) and annuals (*Echium vulgare*, *Plantago ovata*, *Sinapis arvensis*, *Asteriscus maritimus*) with very short cycles and by species without pastoral use such as *Atractylis gummifera*, *Ziziphus lotus* and *Echinops spinosus*.

We observe a trend increase in the flora, especially species with a pastoral vocation (*Trifolium angustifolium*, *Papaver rhoeas*, *Avena sterilis*, *Carex punctata*) during the three years of monitoring (2013-2015) in the protected area, which confirms the achievements of Floret and Pontanier (1982) where a three-year defense succeeds in multiplying by 10 the value of the aerial phytomass of the annuals and doubles the quantity of the consumable biomass. As well, the setting has an effect on the vital attributes of the vegetation which results in an improvement of the seed production (Berkat, 1986) and can also allow the restoration of the natural plant cover by improving soil cover by several plant species and increasing plant mass (Acherkouk and Maatougui, 2008).

Wagner (1976) even concluded that one could not speak of estates (or sequences) since the weak development of the vegetation did not allow sufficient influence of it on the physical environment to create new environmental conditions, therefore, ecosystem

performance appears to be more related to the functional attributes of the species (Gime, 1977; Hooper and Vitousek, 1977).

#### 5. Conclusion

The floristic fund and the recovery are dominated by widely distributed species (Mediterranean and West Mediterranean...) which comes first for the phytogeographic spectrum, also the stability of the environment was determined by the number of more or less important perennial species where forest species (*Tamarix gallica*) have been identified on the edge of Oued Tafna.

This study shed some light on the nature and state of the flora species, and the feasibility of the diachronic study of the flora of the study stations, which indicates that the ecosystem is affected by the various anthropogenic and climatic issues. Among other things, it is clear that the analysis of wealth at different periods shows that the period 2013-2015 has a significant wealth of flora species compared to the period 2010-2011 which has a less rich floristic diversity. This gradual change in vegetation can be translated into a defensive approach, which has led to a good change in plant density and floristic diversity. The results of the disturbance index calculation, indicate that the vegetation of the protected station of the Hammam Boughrara Dam increased between 2010-2011 and 2013-2015, where the disturbance index has increased slightly from 80% to 76.56%.

As recommendations could we still point out

- To be able to ensure sustainable management and rational exploitation of the ecosystem while protecting the capital of natural resources against any degradation caused by their irrational uses, particularly frequent practices in North Africa (Quézel, 2000).
- Promote the planting of fodder trees and shrubs.
- Develop and encourage best ecosystem management practices.

#### References

**Acherkouk, M., Maatougui, A. (2008).** Stormwater collection techniques: impact in the arid zone of the East. *Agriculture du Maghreb, journal filières fruits, légumes, céréales et élevage*, n°30, Rabat (Morocco). 77-79.

- Balent, G., Alard, D., Blanfort, V., Gibon, A. (1998).** Pasture activities for pastoral improvement. *Opt. Méd.* 113-116.
- Benabdelmoumene, F. (2011).** Floristic inventory in some resorts located in the region of Hammam boughrara, *thesis. Mag. Univ. Tlemcen*: 155 p.
- Benabdelmoumene, F. (2018).** Contribution to a phytocological study of stands located in the region of Hammam Boughrara (Oranie), *thesis, doc*: 201 p.
- Braun-Blanquet, J. (1951).** Pflanzensoziologie. *Springer Ed. Vienne. 2° Ed.* 631p.
- Burel, F., Baudry, J. (1998).** Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Ecologica*, 19 (1): 47-60.
- Cesar, J. (1990).** Etude de la production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme : Biomasse, valeur pastorale et production fourragère. *Thèse, Univ. Paris VI*, 609 p.
- Delwaulle, J.C. (1975).** The Role of Foresters in the Management of the Sahel. *Wood and Tropical Forests*, no. 60. 3-22.
- Ferchichi, A. (1995).** Morpho-biological and ecological characterization of a pastoral species of pre-Saharan Tunisia (*periploca angustifolia* Labill.) = Landscape and biodiversity implications. *Ann. Zootech*, 47: 419-429.
- Floret, C., Pontanier, R. (1982).** Aridity in pre-Saharan Tunisia: climate, soil, vegetation and development. *PhD thesis, Montpellier*, 580 p.
- Gime, J.P. (1977).** Biodiversity and ecosystem function: the debate deepens, *Science* 277. 1260-2061.
- Godron, M. (1984).** Ecology of terrestrial vegetation. *Mass. and Cie. Paris*, 196p.
- Gounot, M. (1969).** Méthode d'étude quantitative de la végétation. *Ed. Masson et Cie. Paris*. 314 p.
- Grouzis, M. (1988).** Structure, productivity and dynamics of Sahelian ecological systems (Mare d'Oursi, Burkina Faso), *Coll. Studies and Theses, ORSTOM*, Paris: 336p.
- Hooper, D.U., Vitousek, P.M. (1977).** The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes, *Science* 277. 1302-1305.
- Huetz, De Lempis, A. (1970).** La végétation de la terre *Mass. et Cie Paris VI*. 133p.
- Lericollais, A. (1987).** The death of trees in Sob, in sereer countr y (Senegal). *CRSTOM*, Dakar, 16 p.
- Médail, F., Quézel, P. (1997).** Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84, 112-127.
- Médail, F., Baumel, A., Diadema, K. et Migliore, J. (2012).** La biodiversité végétale méditerranéenne, organisation et évolution. *Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie (IMBE, UMR-CNRS 7263)*, Aix-Marseille III Université.
- Ozenda, P. (1986).** La cartographie écologique et ses applications. *Ecological mapping and its applications. Masson.-* 160p.
- Polunin, N. (1967).** Elements of botanical geography. Paris. Gauthier- Vilars 532p.
- Quezel, P. (2000).** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au maghreb méditerranéen. *Ibis Press*, Paris. 117
- Temperton, V.M., Hobbs, R.J., Nuttle, T., Halle, S. (2004).** Assembly Rules and Restoration Ecology. Bridging the gap between theory and practice. *Island. Press, Washington*. pp. 439.
- Wagner, F.H. (1976).** Integrating and control mechanisms in arid semi-arid ecosystems. Consideration for impact assessment. Proceedings of a Symposium on Evaluation of Environmental Impact. *27<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Institute of Biological Sciences*.
- Warren, A., Agnew, C. (1988).** An analysis of desertification and land degradation in arid and semi-arid areas. *IIED* no. 2, 1-28.

## Effets des cultures associées de légumineuses sur la production du bananier plantain au Sud-Ouest de la République Démocratique du Congo (RDC)

Vangu G.P.<sup>1</sup>, Mobambo K.N.<sup>2</sup>, Omondi A.<sup>3</sup> et Staver C.<sup>3</sup>

(1) Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, Station de Mvuazi, RD Congo / e-mail : p.mobambo@gmail.com  
(2) Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, RD Congo  
(3) Bioversity International, Montpellier, France

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391494>

### Résumé

Le bananier plantain (*Musa spp. AAB*) est cultivé dans des systèmes traditionnels de culture et très souvent associé à d'autres plantes vivrières. Deux principaux systèmes de cultures dominent la gamme des associations et/ou des rotations culturales dans lesquelles s'insèrent les plantains : multi-espèces et monoculture. Dans la plupart des zones de production paysannes en Afrique de l'Ouest et du Centre, le système multi-espèces dans un champ ou dans une exploitation sont majoritaires.

La culture du bananier plantain en monoculture est généralement rentable pendant une ou deux années après lesquelles la fertilité du sol tend à décliner, ce qui conduit à des rendements annuels de seulement 4 à 8 tonnes/ha. Peu d'études sont réalisées sur la fertilisation des sols sous bananier à partir des cultures associées dans les conditions pédoclimatiques du sud-ouest de la République

Démocratique du Congo (RDC), et plus précisément dans les Cataractes. L'objectif de cette étude est d'évaluer la réponse de la banane plantain associée aux cultures vivrières, notamment celles de légumineuses. Les cultures associées auraient un effet positif sur le rendement de la banane plantain et l'une d'elles conduirait à un haut rendement par rapport à d'autres. Les résultats obtenus montrent que l'arachide et le soja ont donné les meilleurs rendements du plantain d'environ 23 t/ha.

Le site de Mansende a été plus performant avec 22 t/ha que celui de Mbubu (20 t/ha) ; les deux derniers cycles (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) ont généré les meilleurs rendements d'environ 23 t/ha. Parmi les plantes associées, l'arachide et le soja se sont montrés statistiquement plus efficaces que la patate-douce d'une part, et d'autre part, les plantes associées étaient meilleures que la monoculture.

**Mots clés :** Systèmes de cultures; cycle cultural; sites; plantain; RD Congo

### Abstract

Plantain (*Musa spp. AAB*) is grown in traditional cropping systems and very often combined with other food crops. Two main cropping systems dominate the range of cropping associations and/or rotations in which plantains are inserted: multi-species and monoculture. In most peasant production areas in West and Central Africa, the multi-species system in a field or on a farm is in the majority.

The cultivation of plantain banana in monoculture is generally profitable for one or two years after which the fertility of the soil tends to decline, which leads to annual yields of only 4 to 8 tons/ha. Few studies are carried out on the fertilization of banana soils from associated crops in the pedoclimatic conditions of the south-west of the DRC, and

more precisely in the Cataractes region. The objective of this study is to evaluate the response of plantain associated with food crops. The associated crops would have a positive effect on the yield of plantain and there would be one of them that would lead to a high yield compared to others. The results obtained show that groundnuts and soybeans gave the best yields of plantain (nearly 23t/ha).

The Mansende site was more efficient with 22 t/ha than the Mbubu site; the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cycle generated the best yields (nearly 23 t/ha). Groundnuts and soybeans are the best associated plants for plantain in the study sites on the one hand and on the other hand the associated plants regardless of the species were better than monoculture.

**Keywords :** Cropping systems; planting cycle; sites; plantain; DR Congo

### 1. Introduction

En Afrique, la banane plantain constitue un aliment de

base pour de nombreuses populations dans les zones de basse altitude au sud du Sahara (Noupadja, 1997).

Le bananier plantain (*Musa spp. AAB*) est cultivé dans des systèmes traditionnels de culture et très souvent associé à d'autres plantes vivrières (Mekoa et Hauser, 2010). En réalité deux principaux systèmes de cultures dominent la gamme des associations et/ou des rotations culturales dans lesquelles s'insèrent les plantains : multi-espèces et monoculture. Dans la plupart des zones de production paysannes en Afrique de l'Ouest et du Centre, les systèmes multi-espèces dans un champ ou dans une exploitation sont majoritaires. Ils sont caractérisés par leur complexité : plusieurs cultures associées, des arrangements spatiaux irréguliers (mais généralement pensés), des cultures incompatibles a priori dans le même espace (mais justifiées du point de vue paysan), des superficies généralement faibles. Ces systèmes concernent entre 75 et 90% des agriculteurs. Le nombre des cultures associées au plantain varie entre 5 et 30. Cette pratique est courante en Afrique, aux Antilles et en Amérique (Kwa et Temple, 2019).

En RD-Congo, la production de bananiers et plantains se fait selon six systèmes dans l'ordre d'importance suivant : culture en forêts, culture en jachère, culture en association avec les plantes pérennes ou vivrières, culture de case, culture pure et la production en système agroforestier (Dhed'a et al., 2019). Mais dans la province du Kongo Central, la monoculture de la banane plantain est plus importante dans le district du Bas-Fleuve que dans les Cataractes (Bakelana et al., 2000). Ces associations culturales sont réalisées de manière traditionnelle et ne tiennent généralement pas compte des effets néfastes découlant de certaines associations dont notamment la compétition de la lumière, de l'eau, des éléments nutritifs, etc. En outre, les bananeraies sont installées avec des rejets locaux tout venant et sans un écartement fixe (plus au moins 400 plants par hectare) ; en plus, les cultures associées sont mises en place sans espacement précis (Bakelana, 2006). Les espèces vivrières avec lesquelles sont cultivées le bananier plantain sont généralement le taro, la patate-douce, le maïs et les légumes maraîchers (Mpanzu et al., 2011).

La culture du bananier plantain en monoculture est généralement rentable pendant une ou deux années après lesquelles la fertilité du sol tend à décliner, ce qui conduit à des rendements annuels de seulement 4 à 8 tonnes/ha (Shiyam et al., 2004, Mobambo et al., 2010, Tueche, 2014) par rapport aux 30 à 50 tonnes/ha obtenus dans les jardins de case où le

sol peut maintenir des rendements importants pour de nombreuses années (Wilson 1987, Mobambo et al., 1996). Par ailleurs, il a donc été démontré que les associations de cultures stimulent la lutte antiparasitaire et les récoltes dans d'autres systèmes comme le push-pull (Lofinda et al., 2018 ; Mobambo, 2002) qui favorise et conserve la biodiversité et en retour, les écosystèmes agricoles se retrouvent améliorés suite au cycle des matières nutritives en augmentant le rendement, la réduction de l'érosion. La culture de cette plante amylacée pérenne au fruit nécessitant une longue période de maturation entraîne non seulement l'épuisement des nutriments du sol, mais est aussi sujette aux attaques des bio-agresseurs. Par conséquent, la productivité de cette filière diminue. De plus, ajoute Lasoudière (2012) que des conditions naturelles contrôlées ou maîtrisées au mieux par des aménagements, des systèmes culturaux appropriés et des traitements de protection permettent le recyclage des matières organiques nécessaires aux végétaux. En général, la dégradation des sols constitue une grave menace mettant en péril la production alimentaire dans les régions en développement à forte démographie. Des mesures appropriées sont envisagées pour encourager la mise en valeur et la gestion des sols afin que ces pays puissent remplir durablement les besoins alimentaires de leur population.

Peu d'études sont réalisées sur la fertilisation des sols sous bananier à partir des cultures associées dans les conditions pédoclimatiques du sud-ouest de la RDC, et plus précisément dans les Cataractes. Néanmoins, la littérature montre qu'en RDC comme dans d'autres pays de l'Afrique subsaharienne, la plupart des cultures, notamment le bananier, présentent une bonne réponse aux associations de cultures (Norgrove et Hauser, 2014 ; Dowiya et al., 2009). C'est pourquoi, il s'avère nécessaire de mener une étude en vue de connaître l'influence des cultures associées telles que l'arachide, le soja et la patate-douce sur la production de la banane plantain dans le territoire de Mbanza Ngungu. L'hypothèse de départ est que les cultures associées citées ci-haut auraient un effet positif sur le rendement de la banane plantain et que l'une d'elles conduirait à un haut rendement par rapport à d'autres. En plus, le site et le cycle influenceraient aussi le rendement du plantain. Par conséquent, l'objectif de cette étude est d'évaluer dans l'espace et dans le temps la réponse de la banane plantain associée aux cultures vivrières.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

Les sites de Mansende et Mbulu sont situés dans le territoire de Mbanza Ngungu, province du Kongo Central, ancienne province du Bas-Congo avant la restructuration des provinces en 2015. Mansende est une zone forestière située à 14°76' de longitude E et à 5° 69' de latitude S pour une altitude de 464 m. Mbulu est une zone de savane avec 14° 82' de longitude E, 5° 76' de latitude Sud et 473 m d'altitude. D'une manière générale, le climat caractéristique du territoire est à l'image du climat de la province du Kongo-Central. En effet, le climat est tropical de type soudanien avec 2 saisons bien marquées. La saison sèche d'un peu plus de 4 mois s'étend du 15 mai au 25 septembre. De plus, la longue saison de pluies est souvent interrompue par une petite saison sèche au mois de février (Wamuini, 2010).

L'évolution des précipitations mensuelles est cyclique. Le nombre des jours de pluies par an varie de 63 à 69 jours. De juin à septembre, les précipitations sont rares et très faibles. La hauteur de pluies du mois le plus sec descend en dessous de 60 mm. Les précipitations varient de 1100 à 1612 mm/an (Nzuki, 2016). L'humidité relative se situe autour de 80 % pour tous les mois de l'année (Wamuini, 2010). La température moyenne annuelle de la région est assez uniforme, oscillant autour de 25°C (Wamuini, 2010). Les mois les plus frais sont juillet et août avec un maximum de 28,9°C et un minimum de 15,9°C. Les températures restent relativement élevées de février en avril et se situent autour de 26°C. A partir de mai, on assiste à une baisse progressive et régulière de la température pour atteindre le minimum de 21,7°C au mois de juillet-Août, période correspondant à la saison sèche. A partir de septembre, les températures amorcent une remontée pour atteindre un plateau en octobre-novembre-décembre (25°C). Les amplitudes moyennes mensuelles sont assez faibles, ne dépassant pas 10°C.

En général les sols de la région sont ferrallitiques dont deux types apparaissent majoritairement : les sols argilo-sablonneux, et les sols sablo-argileux (Anonyme, 2014). La végétation est fortement perturbée, en train de subir les processus de savanisation et de fragmentation de l'écosystème forestier (Nzuki, 2016). La végétation naturelle de la région est de ce fait caractérisée par des savanes arbustives et des galeries forestières.

#### 2.1.2. Matériel végétal

Le cultivar de bananier plantain sélectionné pour cette étude est du type french claire moyen, communément appelé "Bubi" en dialecte "Ndibu" du district des Cataractes, il est largement utilisé dans la région, pour ses qualités organoleptiques et sa valeur marchande. Ce bananier plantain a été prélevé dans le champ semencier (parcelle de démonstration) de Mansende (14° 76' de longitude E, 5° 69' de latitude S et 464 m d'altitude) et testé au laboratoire du Centre de recherche de Mvuazi.

Les plantes vivrières utilisées en association étaient composées de l'arachide (*Arachis hypogaea*) variété JL24), du soja (*Glycine max (L.)*, variété locale "Mvuangi" en dialecte Ndibu) et de la patate-douce (*Ipomea batatas*), variété locale à chair orange appelé "Matumbalele". Les espèces associées ont été fournies par le Centre de recherche de l'INERA (14°54' de longitude E et 5°27' de latitude S et 470 m d'altitude).

### 2.2. Méthodes

#### 2.2.1. Dispositif expérimental et traitements

Au cours de cette étude, chaque association a constitué un traitement. Ainsi l'essai a été conduit avec quatre traitements, bananier plantain en monoculture (sans association), bananier plantain associé à l'arachide, bananier plantain associé au soja, bananier plantain associé à la patate-douce. Le dispositif expérimental a été en blocs aléatoires complets, avec trois répétitions.

Les rejets ont été sélectionnés sur base de type de matériel, de la vigueur et de l'état sanitaire de plants-mères (Anonyme, 2018). A cet effet, les rejets baïonnettes ont été considérés puis multipliés en masse par la méthode des Plants Issus des Fragments de tiges (PIF). La technique PIF est une méthode de production rapide (entre 3-5 mois) et en masse du matériel de plantation de qualité et en quantité suffisante (Kwa et al, 2019). Ensuite, les plants produits ont été testés avec TAS-ELISA (Triple Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) au laboratoire du Centre de Recherche de l'INERA. Le test TAS-ELISA est une méthode sérologique qui fait agir successivement trois anticorps pour détecter un antigène spécifique (A, ici c'est le BBTV). Un premier anticorps, dit de coating ou de capture, est fixé à la plaque de microtitration; il permet la capture des antigènes recherchés. Un anticorps secondaire,

spécifique de l'antigène, permet la formation d'un complexe immun qui va être détecté grâce à l'addition d'un troisième anticorps couplé à une enzyme de révélation (E, ici la phosphatase alcaline). Ce troisième anticorps est spécifiquement dirigé contre les anticorps de l'espèce chez laquelle les anticorps secondaires ont été développés. La dernière étape d'apport du substrat (S, ici le pNPP) à la phosphatase alcaline provoque l'apparition d'une coloration jaune (p-nitrophenol) qui absorbe la lumière à 405 nm, révélant la présence de l'antigène (dans ce cas c'est le BBTV) (Caruana, 2014). Les plants dont les résultats des échantillons des feuilles se sont révélés négatifs ont été sélectionnés pour la plantation. Les plants ont été plantés dans des trous de 40 cm de longueur, de largeur et de profondeur avec des intervalles de 3 m x 2 m. Chaque parcelle, a eu une superficie de 10 m x 9 m avec trois rangées centrales de cinq plants de bananier. Les cultures associées ont été plantées entre les rangées des bananiers le lendemain de la mise en place des plantules de bananier, à raison de 2 graines par poquet pour l'arachide et le soja donnant ainsi cinq lignes d'arachide aux écartements de 30 cm x 30 cm, cinq lignes de soja aux écartements de 50 cm x 30 cm et deux lignes de boutures de patate-douce aux écartements de 80 cm x 50 cm. L'arachide et le soja ont été maintenus pendant trois saisons culturales, tandis que la patate-douce l'a été durant toute la durée de l'essai. Les mauvaises herbes ont été sarclées au besoin.

### 2.2.2. Paramètres observés et analyse des données

Les observations ont été réalisées à la récolte. Les aspects végétatifs ont été les suivants : la hauteur et la circonférence de plants à la récolte. La hauteur a été mesurée du collet des plants au «V» formé par les deux feuilles épanouies, avant le cigare) et la circonférence à 1 m du sol, à l'aide d'un mètre ruban. Les paramètres de rendement ont concerné les nombres de mains et de doigts par régime, les poids de doigts et de régimes. Les nombres de mains et de

doigts ont été réalisés en comptant respectivement les mains et les doigts du régime. Tandis que le poids de doigts a été fait en pesant le doigt médian de la main médiane du régime. La maturité des régimes a été déterminée par l'observation de la disparition des angles des fruits. L'intervalle plantation-coupe (IPC) a été calculé à partir du nombre de jours entre la plantation et la coupe des régimes (Kwa et Temple, 2019).

L'analyse de variance (ANOVA) reposant sur le test de Fisher à l'aide du logiciel R 3.5.3. a permis de vérifier l'égalité des variances. Le test de Tukey au seuil de 5% a été appliqué pour identifier les groupes de facteurs qui affichent des dissemblances ou ressemblances par rapport à chaque facteur (Système de culture, Site, Période).

## 3. Résultats

### 3.1. Effets de cultures associées, sites et cycles culturaux sur les variables de rendements du bananier plantain

Le modèle global est significatif au seuil de 5% (p-value < 0.05). En effet, au regard des probabilités associées à la statistique F<sub>calc</sub> de chaque facteur, il ressort que les systèmes de culture, les sites ainsi que les cycles ont un effet significatif sur le poids du régime, le poids du doigt et le rendement. On conclut que le poids moyen du régime, le poids moyen du doigt ainsi que le rendement diffèrent d'un système de culture à l'autre, d'un site à l'autre et d'un cycle à l'autre.

Au regard du tableau 2, aucune variabilité significative n'existe au niveau du nombre de mains concernant les systèmes de culture, sites et périodes (p > 0.05). Ces résultats démontrent que le nombre de mains constitue un caractère variétal.

Au regard du tableau 3, comme pour le nombre de mains, aucune variabilité significative n'existe au niveau du nombre de doigts concernant les systèmes

**Tableau 1 : Analyse de la variance relative aux variables de rendement du bananier plantain en fonction des systèmes de culture, sites et cycles de culture**

Sources	DF	F value	Pr (>F)	DF	F value	Pr (>F)	DF	F value	Pr (>F)	
<b>Variables de croissance</b>										
		<i>Poids de régime (kg)</i>				<i>Poids de doigt (g)</i>			<i>Rendement du régime (t/ha)</i>	
<b>Systèmes de culture</b>	3	23,1	2,80e-10***	3	40,9	7,05e-15***	3	23,1	2,79e-10***	
<b>Sites</b>	1	8,2	0,00567**	1	25,3	4,10e-06***	1	8,2	0,00564**	
<b>Cycles de culture</b>	2	18,9	3,29e-07***	2	18,2	5,34e-07***	2	18,9	3,28e-07***	

Degré de signif.: 0 \*\*\*\* 0.001 \*\*\* 0.01 \*\* 0.05

de culture, sites et périodes ( $p > 0.05$ ). Comme pour le nombre de mains, ces résultats démontrent aussi que le nombre de doigts constitue un caractère variétal.

### 3.2. Effets de cultures associées, sites et cycles cultureux sur les variables de croissance du bananier plantain et l'intervalle plantation-coupe de régimes

A la lumière du Tableau 4, il est observé que seul le site a un effet significatif sur la hauteur des bananiers ( $p < 0.05$ ). Aucune variabilité significative de la

hauteur n'existe ( $p > 0.05$ ) par rapport aux systèmes de culture et cycles de culture. Par contre, il est observé que tous les facteurs ont un effet significatif sur la circonférence des bananiers ( $p < 0.05$ ). En effet, la circonférence moyenne varie selon les systèmes de culture, sites et cycles.

Par rapport au cycle, les paramètres étudiés ont varié d'un cycle à un autre. Il est observé que les cycles 2 et 3 ont donné le poids de régime et le rendement plus élevés comparativement au cycle 1 (tableau 6).

**Tableau 2 : Régression de poisson relative au nombre de mains du bananier plantain en fonction des systèmes de culture, sites et cycles de culture**

Sources	IRR	Z value	Pr (>Z)
	<i>Nombre de mains</i>		
Systèmes de culture	0,986009	-0,12	0,90
Sites	1,020078	0,23	0,82
Cycles de culture	1,0345375	0,32	0,75

Nombre d'obs = 72

*Regression de poisson* LR chi2(6) = 0,33  
 Prob > chi2 = 0,9993  
*Log likelihood* = -138.19817 Pseudo R2 = 0,0012

**Tableau 3 : Régression de poisson relative au nombre de doigts du bananier plantain en fonction des systèmes de culture, sites et cycles de culture**

Sources	IRR	Z value	Pr (>Z)
	<i>Nombre de mains</i>		
Systèmes de culture	0,984859	-0,38	0,71
Sites	0,997578	-0,09	0,93
Cycles de culture	0,999591	-0,02	0,98

Nombre d'obs = 72

*Regression de poisson* LR chi2(6) = 0,49  
 Prob > chi2 = 0,9980  
*Log likelihood* = -219.58788 Pseudo R2 = 0,0011

**Tableau 4 : Analyse de variance relative aux variables de croissance du bananier plantain et l'intervalle plantation-coupe de régimes en fonction des systèmes de culture, sites et cycles cultureux**

Sources	DF	F value	Pr (>F)	DF	F value	Pr (>F)	DF	F value	Pr (>F)	
Variables de croissance		<i>Hauteur (cm)</i>			<i>Circonférence pseudotrunc (cm)</i>			<i>Intervalle plantation-coupe (j)</i>		
Systèmes de culture	3	0,8	0,5	3	15,3	1,23e-07 ***	3	1,3	0,3	
Sites	1	9,9	0,00248**	1	4,6	0,00118 **	1	28,2	1,45e-06 ***	
Cycles de culture	2	0,8	0,44196	2	4,6	0,01392 *	2	126,2	<2e-16 ***	

Degré de signif.: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05

**Tableau 6 : Variation des paramètres de rendement et de croissance du bananier plantain**

Paramètres de rendement et de croissance	Cycle (Moyenne±Ecart type)				P-value
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Moyenne générale cycles	
Poids moyen régimes (kg)	11,6±2,3a	13,9±2,2c	13,1±1,7b	12,8±1,6	0,000
Poids doigt (g)	161,9±29,8a	188,3±31b	185,2±25,8b	178,4±14,4	0,000
Nombre mains	7±0,0	7±0,2	7±0,4	7±0,0	0,60
Nombre doigts	68±1,5	68±2,5	68±1,6	68±0,0	0,90
Rendement (t/ha)	18,8±3,8a	23,2±3,8b	21,8±2,9b	21,2±2,2	0,000
Hauteur (cm)	293±4,3	292±4,6	292±4,6	292,3±0,5	0,40
Circonférence (cm)	66±2,5a	68±2,2b	68±1,6b	67,3±1,1a	0,01
*IPC (j)	513±27,9a	738±33,6b	891±164,2c	714±190,1	0,000

IPC: Intervalle plantation-coupe.

Dans une ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 selon le test de Tukey.

Tableau 7 : Variation des paramètres de rendement et de croissance du bananier plantain en fonction des sites

Paramètres de rendement et de croissance	Site (Moyenne±Ecart type)			P-value
	Site 1 (Mansende)	Site 2 (Mbulu)	Moyenne générale sites	
Poids moyen régimes (kg)	13,2±2,1b	11,2±2,1a	12,3±2,27	0,055
Poids doigt (g)	188,3±30,16b	167,9±28,9a	178,1±29,23	0,000
Nombre mains	7±0,1	7±0,4	7±0,0	0,8
Nombre doigts	67±1,1	67±2,2	67±1,02	0,5
Rendement (t/ha)	22,14±3,6b	20,44±4,1a	22,3±3,7	0,000
Hauteur (cm)	294,17±2,7b	290,97±5,3a	292,5±2,2	0,002
Circonférence (cm)	67,87±1,9b	63,57±2,3a	67,17±0,9	0,001
*IPC (j)	766±19,99a	776±27,45b	771±7,0	0,00

IPC: Intervalle plantation-coupe.

Dans une ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 selon le test de Tukey

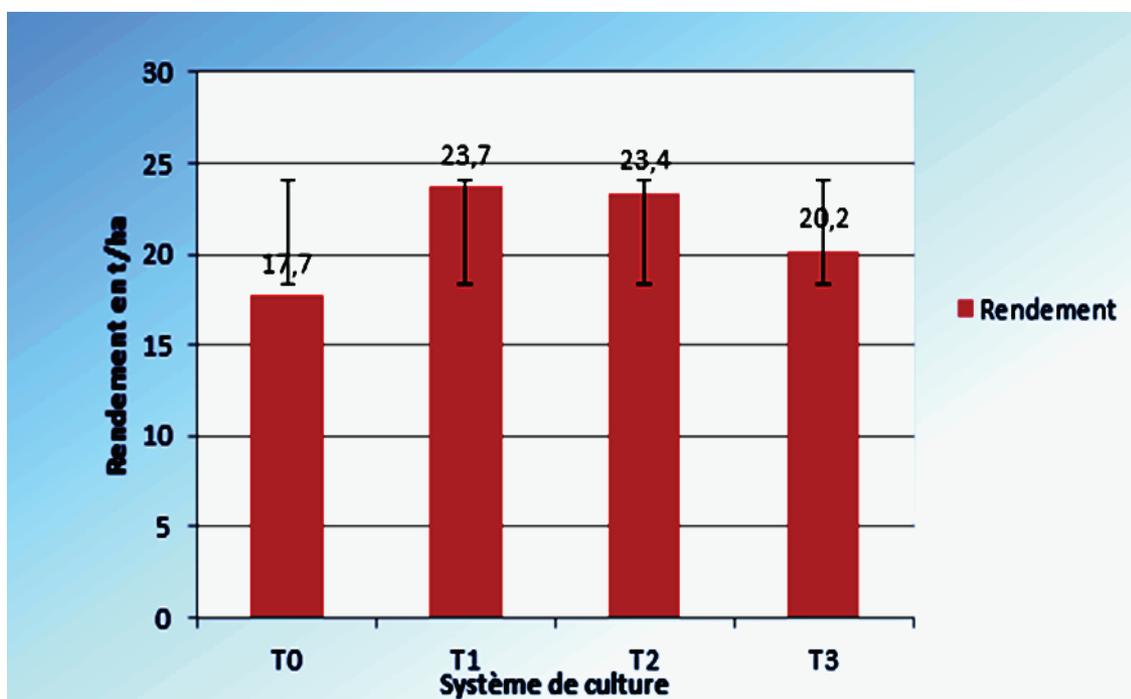


Figure 1 : Tendence générale du rendement du bananier plantain 'Bubi' en fonction des traitements appliqués.

Le nombre de mains, nombre de doigts et la hauteur des plants n'ont pas été influencés par les cycles. Ces paramètres sont restés identiques dans le temps.

Au regard du tableau 7, il est observé pour tous les paramètres, que le site Mansende a produit le poids de régimes, le poids de doigts, le rendement, la hauteur et la circonférence plus élevés que le site Mbulu. Cependant, les nombres de mains et de doigts sont restés identiques dans les deux sites, ce qui confirme le caractère variétal du plantain « Bubi ».

### 3.3. Tendence générale du rendement en fonction des systèmes de culture

De part la figure 1, il est observé que l'association plantain-arachide (T1) et l'association plantain-soja (T2) présentent le plus grand rendement d'environ 23 t/ha suivi de l'association plantain-patate-douce (T3) avec 20,2 t/ha. Les valeurs des moyennes de traitements au-dessus des histogrammes sont significativement différentes de la culture pure (T0).

#### 4. Discussion

Le poids du régime/rendement a été meilleur dans les parcelles associées que dans les parcelles pures, ces résultats sont en accord avec ceux des études d'Osundar et al. (2015) et Ntamwira et al. (2010) qui ont trouvé des rendements relativement bas dans la monoculture de plantain. Le cycle de production a été raccourci en présence des cultures associées, ce qui confirme les résultats de Bizimana (2018). Cependant, ce résultat contrarie celui de Noupadja (1997) dont le cycle le plus court a été obtenu dans la parcelle témoin. Cette différence serait probablement causée par l'altitude et les conditions de culture. En effet, les sites d'essais de la RDC se trouvent autour de 450 m d'altitude contrairement à celui de Njombe (Cameroun) qui est à 80 m et qui est, en plus, situé sur un sol volcanique (Sidibe et al., 2020).

Cette étude montre qu'une amélioration de la production de la banane plantain est nécessairement subordonnée à la fertilisation, comme c'est le cas avec l'apport organique des plantes associées. En outre, les rendements moyens obtenus dans les parcelles pures, autour de 18 tonnes ha<sup>-1</sup> se trouvent dans la même fourchette que les plafonds de 4 à 20 tonnes ha<sup>-1</sup> rapportés généralement en Afrique (Dépigny et al., 2019 ; Norgrove et Hauser, 2014 ; Lokouso et al., 2012 ; Bakelana, 2006). On remarque cependant que le rendement de plantain dans les parcelles traitées avec le soja et l'arachide était supérieur de près de 30% à celui de parcelles non traitées (culture pure sans apport). Ce chiffre dépasse légèrement ceux rapportés respectivement par Lokouso et al. (2012) où la productivité des cultures de maïs et de blé pratiquées sur des terrains dont le précédent cultural était le soja avait augmenté de 22% et par Mobambo (2002) où le rendement du plantain associé à *Vigna unguiculata* était supérieur de 14 % à celui des plants témoins dans la monoculture.

Des effets bénéfiques de l'arachide sur les paramètres de croissance du bananier plantain ont été rapportés par Keli et al. (2005) dans la grosseur du pseudotrunc. Le développement et la productivité de la patate-douce requièrent des quantités relativement grandes de nutriments semblables au bananier, mais dans cette expérience, il n'est observé aucun effet de concurrence de la patate-douce vis-à-vis de la banane plantain en ce qui concerne les paramètres étudiés, contrairement aux résultats rapportés par Lokouso et al. (2012) où il a été observé une compétition au

niveau de la circonférence du pseudo-tronc.

La meilleure circonférence du pseudo-tronc observée au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycle constitue une piste de solution contre la vulnérabilité des plantains aux chutes et casses du pseudotrunc (Mobambo, 2002) lesquelles surviennent surtout à partir du troisième cycle (Kwa et Temple, 2019). Par rapport à la hauteur de plants, nos résultats ont montré les mêmes tailles des plants à tous les cycles contrairement aux observations émises par Sidibe et al. (2020) qui affirment une poussée considérable des hauteurs de plantes au 2<sup>ème</sup> cycle.

Le rendement élevé observé au 2<sup>ème</sup> cycle a été aussi rapporté par Kwa et Temple (2019). Les meilleurs résultats observés au niveau de Mansende pourraient être attribué à son écologie de 'galerie forestière', laquelle présente une possibilité de recyclage des matières organiques nécessaires aux végétaux. A cet effet, Kwa et Temple (2019) ont trouvé dans leurs études une teneur élevée de potassium dans le sol de forêt, ce qui contribue à la bonne production de la banane plantain, car ce dernier nécessite des besoins élevés en cet élément.

#### 5. Conclusion

Cette étude conduite sur trois cycles de production du bananier plantain dans deux sites différents montre l'intérêt agronomique que peut procurer la présence d'une culture intercalaire dans une association avec la banane plantain. Les recherches décrites dans cet article comparent quatre systèmes culturaux pour la production de bananes plantains. Les cultures associées (plantain/arachide, plantain/soja, plantain/patate-douce) ont été comparées à la monoculture sur les paramètres de croissance et de rendement du bananier plantain 'Bubi'. Pour tous les paramètres évalués, les plantes avec cultures associées se sont mieux comportées que les plantes en monoculture. Parmi les cultures associées, l'arachide et le soja se sont montrés statistiquement plus efficaces que la patate-douce d'une part, et d'autre part, les plantes associées étaient meilleures que la monoculture. En outre, comparativement au premier cycle, ce sont les deux derniers cycles (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup>) qui ont été les meilleurs.

#### Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement l'organisme Bioversity International pour le financement octroyé en vue de l'exécution des travaux de recherche qui ont conduit à l'obtention de ces résultats. Ils remercient

aussi l'Université de Kinshasa (UNIKIN) et l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA) pour leur assistance matérielle dans la réalisation de cette recherche. Les auteurs présentent également leur gratitude aux lecteurs de référence qui ont pu réviser le manuscrit en vue de son amélioration.

## Références

- Bakelana, B.K., Vangu, P. et Mputu, K. (2000).** Results of a survey on banana conducted among farmers in the Democratic Republic of Congo. *Infomusa*, 9 : 22-23.
- Bakelana, B.K. (2006).** Evaluation de nouveaux cultivars des bananiers dans la province du Bas-Congo. *INIBAP*. 54p.
- Bizimana, S. (2018).** L'agriculture de conservation peut-elle améliorer la fertilité des sols et la productivité des systèmes bananiers en Région des Grands Lacs ? *Thèse de Doctorat (PhD)*, Inédit. Faculté des bioingénieurs., Université Catholique de Louvain, 349p.
- Caruana, I.M.L. (2014).** Banana virus diagnostics for clean seed production, safe germplasm exchange and surveillance of banana bunchy top disease. *Training course, CIRAD*, Montpellier, France, July 15th-25th, 2014.
- Dépigny, S., Wil, D.E., Tixier, P., Keng, N.M., Cilas, C., Lescot, T. et Jagoret, P. (2019).** Plantain productivity: Insights from Cameroonian cropping systems. *Agricultural Systems*, 168 : 1-10.
- Hauser, S., Sonder, K., Binsika Bi Mayala, G., Mafuka, M.M., Lema, K.M. Coyne, D., Van Asten, P., Legg, J., Abele, S., Alene, A., Hanna, R., Ajala, S., Abaidoo, R., Ingelbrecht, I., Dixon, A., Sanni, L., Winter, S., Kadiata, B., Janssens, M. (2007).** Programme Prioritaire de Recherche Agricole. Projet 9 ACP ZR 13/1 (GCP/DRC/036/EC selon codification FAO) – Programme de Réhabilitation de la Recherche Agricole et Forestière en République Démocratique du Congo, 91p.
- Keli, J.Z., Omont, H., Assiri, A.A., Boko, K.A.M-C., Obouayeba, S., Dea, B.G. et Doumbia, A. (2005).** Associations culturales à base d'hévéa : Bilan de 20 années d'expérimentations en Cote d'Ivoire : Comportement végétatif. *Agronomie Africaine*, 17(1) : 37-52.
- Kwa, M. et Temple, L. (2019).** Le bananier plantain : Enjeux socio-économiques et techniques. Editions Quæ, CTA, *Presses Agronomiques de Gembloux*, 199p.
- Lofinda, L.M., Hance, T., Monde, T.K.G. (2018).** Gestion intégrée du puceron *Pentalonia nigronervosa* par la stratégie push-pull dans la région de Bengamisa, République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 6(4): 569-574.
- Lokossou, B., Affokpon, A., Adjanohoun, A., Dan, C.B.S et Mensah, G.A. (2012).** Evaluation des variables de croissance et de développement du bananier plantain en systèmes de culture associée au Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB). Numéro spécial Agriculture et Forêt*, 9p.
- Mekoa, C. et Hauser, S. (2010).** Survival and Yield of the Plantain 'Ebang' (*Musa* spp., AAB genome, 'False Horn') Produced from Corm Fragment Initiated Plants and Suckers after Hot Water Treatment in Southern Cameroon. In *Proc. IC on Banana & Plantain in Africa* (Eds.: T. Dubois et al.). *Acta Horticulturae*, 879 : 527-535.
- Mobambo, K.N. (2002).** Stratégies de gestion intégrée des cultures pour la production de bananes plantain et le contrôle de la cercosporiose noire en République démocratique du Congo. *InfoMusa*, 11 (1) : 3-6.
- Mobambo, K.N., Staver, C., Hauser, S., Dhed'a, D.B. et Vangu, G. (2010).** An Innovation Capacity Analysis to Identify Strategies for Improving Plantain and Banana (*Musa* spp.) Productivity and Value Addition in the Democratic Republic of Congo. *Acta Horticulturae*, 879: 821-828.
- Mobambo, K.N., Zuofa, K., Gauhl, F., Adeniji, M.O. et Pasberg-Gauhl, C. (1994).** Effect of soil fertility on host response to black leaf streak of plantain (*Musa* spp., AAB group) under traditional farming systems in southeastern Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 40, 75-80.
- Mobambo, K.N., Gauhl, F., Swennen, R. et Pasberg-Gauhl, C. (1996).** Assessment of the cropping cycle effects of black leaf streak severity and yield decline of plantain and plantain hybrids. *International Journal of Pest Management*, 42: 1-8.
- Mpanzu, B.P., Lebailly, P. et Kinkela, S.C. (2011).** Les Cahiers de l'Association Tiers-Monde (26) : 143-150. Shiyam, J.O., Oko, B.F.D. et Binang, W.B. 2004. Productivité du bananier plantain de type False horn en culture associée avec le niébé et le maïs dans le sud-est du Nigeria. *InfoMusa*, 13(1) : 18-20.

- Noupadja, P. (1997).** Association culturale bananier plantain/maïs. *InfoMusa*, 6(1) : 24-26.
- Norgrove, L. et Hauser, S. (2014).** Improving plantain (*Musa* spp. AAB) yields on smallholder farms in West and Central Africa. *para*, 6: 501-514.
- Ntamwira, J., Nzawe, D.B., Katunga, D., Van Asten, P. et Blomme, G. (2010).** The effect of application of matter during planting on growth of an east african highland cooking Banana grown on two contrasting soils in Kivu eastern DR-Congo. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 4(2) : 15-16.
- Nzuki, B.F. (2016).** Recherches ethnobotaniques sur les plantes médicinales dans la Région de Mbanza-Ngungu, République Démocratique du Congo. *Thèse de Doctorat (PhD), Inédit.* Faculté des Sciences en Bio-Ingénierie, Université de Gand, Belgique, 349p.
- Osundare, O.T, Fajinmi, A.A. et Okonji, C.J. (2015).** Effect of organique and inorganic soil amendement on growth performance plantain (*Musa Paradisiaca* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 13(3) : 154-160.
- Shiyam, J.O., Oko, B.F.D. et Binang, W.B. (2004).** Productivité du bananier plantain de type False horn en culture associée avec le niébé et le maïs dans le sud-est du Nigeria. *InfoMusa*. 13(1): 18-20.
- Sidibe, A., Kamsu, T.K., Diarra, S., Kwa, M. (2020).** Etude des caractéristiques agro-morphologiques de quelques hybrides de bananiers (*Musa* sp.) au CARBAP de Njombé, Cameroun. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 46(1): 8129-8140.
- Tueche, R.J. (2014).** Relationships between soil physical properties and crop yields in different cropping systems in Southern Cameroon. *PhD, Inédit.* Agricultural Sciences by the faculty of Agricultural Sciences at the University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. 162p.
- Wamuini, L.S. (2010).** Ichthyofaune de l'Inkisi (Bas Congo / RDC): Diversité et écologie. *Thèse de Doctorat (PhD), Inédit.* Université de Liège (Belgique), 304p.
- Wilson, G.F. (1987).** Status of bananas and plantains in West Africa. In G.J. Persley and E.A. De Langhe (Eds): *Banana and Plantain breeding strategies.* Cairns, *Australian Centre for International Agricultural Research*, 29-35.

## Effet de la distance et de superficie cultivable sur les pratiques de chasse villageoise autour de la Pendjari en République du Bénin

Chabi-Boni S.D.<sup>1</sup>, Nago S.G.A.<sup>1,2</sup>, Natta K.A.<sup>1,2</sup>

(1) Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale (LEB), Université de Parakou, 03BP 125 Parakou, Benin / e-mail : danielchabiboni@gmail.com  
(2) Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391502>

### Résumé

La chasse fait partie des menaces majeures pour les espèces de faune. Un ensemble de connaissances émergentes soutient que les pratiques de chasse dans les territoires adjacents des réserves de faune sont généralement l'apanage des ménages pauvres situés à proximité des Aires Protégées (AP). Cette étude part de l'hypothèse générale selon laquelle la distance de l'emplacement des chasseurs à la lisière des AP et leur superficie cultivable influencent les activités de chasse. L'étude a pour objectif d'évaluer l'effet de la distance et de la superficie cultivable des ménages sur le nombre de pratiques de chasse et la probabilité de chasser une espèce à stratégie démographique K dans la périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire sur une base individuelle de 400 chasseurs contactés au hasard dans dix arrondissements. La réalisation des graphiques,

des fréquences relatives, des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) et les Régressions Linéaires Généralisées (RLG) ont été faites sous le logiciel statistique R. Les résultats ont indiqué que les chasseurs du milieu d'étude pratiquaient six types de chasse. La distance a un effet significatif sur le nombre de pratique de chasse ( $Z=3,06$  ;  $p \leq 0,002$ ) qui augmente avec l'éloignement des chasseurs à la limite de la réserve. De même, le nombre de pratique de chasse augmente au niveau des chasseurs ayant une grande superficie cultivable ( $Z=3,017$ ;  $p \leq 0,002$ ). La distance n'a pas un effet significatif sur la probabilité de chasser une espèce à stratégie démographique K ( $\beta=-0,006 \pm 0,004$ ,  $Z=-1,453$ ,  $p=0,1461$ ). Ces résultats permettent de circonscrire la zone d'influence spatiale et sociale des pratiques de chasse afin de proposer les meilleurs programmes de gestion de la faune.

**Mots clés :** Chasse villageoise; Prélèvement de chasse; Revenu agricole; espèces chassées; Aire Protégée; Faune

### Abstract

Hunting is one of the major threats to wildlife species. A body of emerging knowledge maintains that hunting practices in territories adjacent to wildlife reserves are generally the prerogative of poor households located near Protected Areas (PA). This study is based on the general hypothesis that the distance of the location of hunters from the edge of PA and their cultivable area influence hunting activities. The study aims to assess the effect of distance and cultivable area of households on the number of hunting practices and the probability of hunting a species with demographic strategy K in the periphery of the Biosphere Reserve of the Pendjari. The data was collected using a questionnaire on an individual basis of 400 hunters contacted at random in ten boroughs. The graphs, relative frequencies, Factorial

Correspondence Analyzes (CFA) and Generalized Linear Regressions (GLR) were made under the statistical software R. The results indicated that the hunters in the study group practiced six types of hunting. Distance has a significant effect on the number of hunting practices ( $Z = 3.06$ ;  $p \leq 0.002$ ) which increases with the distance of hunters at the edge of the reserve. Likewise, the number of hunting practices increases among hunters with a large cultivable area ( $Z = 3.017$ ;  $p \leq 0.002$ ). Distance does not have a significant effect on the probability of hunting a species with a demographic strategy K ( $\beta = -0.006 \pm 0.004$ ,  $Z = -1.453$ ,  $p = 0.1461$ ). These results make it possible to define the area of spatial and social influence of hunting practices and to propose the best wildlife management programs.

**Keywords :** Village hunting; Hunting sampling; Farm income; hunted species; Protected area; Fauna

## 1. Introduction

Les pratiques de chasse varient en fonction de plusieurs facteurs dont l'emplacement des chasseurs et leurs revenus économiques (Angelsen et al., 2014 ; Fisher et al., 2014 ; Dobson et al., 2019). D'ordinaire, les chasseurs proches des réserves de faune sont supposés multiplier les activités cynégétiques que ceux installés loin des réserves (Mgawe et al., 2012 ; Fisher et al., 2014 ; Koener et al., 2017 ; Manyama et al., 2019). De même, le nombre de pratiques de chasse baisse au niveau des ménages à revenus élevés, considérés comme des riches, qu'au sein des ménages à revenus faibles, généralement pris pour des pauvres (Kümpel et al., 2010 ; Fischer et al., 2014).

En effet, plusieurs auteurs ont montré que la distance est un facteur clé pour la dynamique des activités de chasse et leur maintien autour des réserves de faune (Abernethy et al., 2013 ; Richard-Hansen et al., 2019 ; Beirne et al., 2019). D'autres auteurs ont été précis en liant l'augmentation des pratiques de chasse à la proximité des populations de chasseurs avec les réserves de faune (Foerster et al., 2012 ; Abrahams et al., 2017). Mais pour d'autres encore, la distance à elle seule ne saurait expliquer l'intensité des pratiques cynégétiques dans la périphérie des biomes protégés. Cette dernière catégorie de chercheurs a montré que la superficie cultivable des ménages est un des indicateurs de pauvreté qui sont source de multiplication des stratégies de prélèvement de la faune sauvage (Shively, 1997 ; Duffy et al., 2016 ; Knapp et al., 2017).

Traditionnellement, la dépendance aux activités de chasse est examinée à travers deux visions à savoir : la vision spatiale et la vision sociale (Kinzer, 2019). L'éloignement des chasseurs de la limite de la réserve permet de mesurer la zone d'influence spatiale des activités de chasse autour d'une réserve de faune. Dans le même temps, la zone d'influence sociale des prélèvements de faune est définie par le revenu des chasseurs (Meilby et al., 2014 ; Angelsen et al., 2014). Dans la même catégorie de travaux, certains chercheurs ont décrit l'effet des ethnies sur le développement ou non des pratiques de chasse et leurs impacts sur les espèces de gibiers (da Silva et al., 2005 ; Smith, 2008 ; Loke et al., 2020). D'autres ont analysé le lien existant entre les outils de chasse utilisés, la finalité de l'activité et la taille ou la stratégie démographique des espèces qui résistent mieux aux activités de chasse (Battisti et al., 2019).

Comme on le constate, l'emplacement des ménages chasseurs et le niveau de leurs superficies cultivables est d'une grande importance dans l'analyse des politiques de gestion de la faune tout autour des Aires Protégées en général et de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) en particulier. Cette étude part d'une hypothèse générale selon laquelle le nombre de pratiques de chasse augmente avec l'éloignement des ménages de la réserve d'une part et d'autre part avec le faible niveau de revenu des chasseurs (Shively, 1997 ; Kümpel et al., 2010 ; Fischer et al., 2014). L'objectif de ces travaux est d'évaluer l'effet de la distance et de la superficie cultivable des ménages sur le nombre de pratiques de chasse et la probabilité de chasser une espèce à stratégie démographique K dans la périphérie de de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. De façon spécifique, cette étude décrit les types de chasses pratiquées et teste les effets de la distance de l'habitation des chasseurs à la réserve et du revenu sur les pratiques de chasse d'une part et d'autre part l'effet de la distance sur la stratégie démographique des espèces prélevées dans la périphérie de la réserve de Biosphère de la Pendjari.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans dix arrondissements de la périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP). La RBP est une aire protégée du Nord-Ouest du Bénin, localisée entre 10°30' et 11°30' N, 0°50' et 2°00' E. Elle s'inscrit dans la région Soudanienne du Nord Bénin avec la chaîne de l'Atacora culminant à 513m de haut comme le relief typique. La périphérie de la RBP couvre en réalité tout le département de l'Atacora soit une superficie de 20 499 km<sup>2</sup> (figure 1). Le climat de la région, de type soudanien, comprend deux saisons : la saison sèche qui dure plus longtemps que la saison des pluies s'installe de mi-septembre à mi-mars et la saison humide de mi-mars à mi-septembre. La pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1200 mm et la température moyenne oscille autour de 25°C (ASECNA, 2016). La rivière Pendjari, est le cours d'eau permanent le plus important de la région. L'ensemble de la périphérie est dégradé avec des cultures et des jachères. La faune de la RBP est variée avec des espèces emblématiques comme le buffle (*Syncerus caffer brachyceros*), le lion (*Panthera leo senegalensis*) et l'éléphant (*Loxodonta africana*).

Les antilopes sont diversifiées et apparemment abondantes avec 10 espèces identifiées (Nago et al., 2016).

Sur le plan humain, la région abrite 7,7% de la population béninoise soit 772 262 habitants et une densité 37,67 habitants/km<sup>2</sup>. Cette population vit dans 9 communes dont Natitingou, Kérou, Kouandé, Péhunco, Cobly, Boukoumbé, Matéri, Toucountouna, et Tanguiéta. L'ensemble des communes comprend 47 arrondissements et 517 villages et quartiers de ville (INSAE, 2013). La population de l'Atacora est répartie au sein de 107 599 ménages dont 71 644 ménages ruraux vivent des activités essentiellement agricoles. Avec une multitude d'ethnies, la population riveraine de la Réserve de Biosphère de la Pendjari compte parmi les populations les plus pauvres au Bénin (INSAE, 2013).

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Collecte des données

La collecte de données sur les activités de chasse s'est déroulée de mars 2017 à mars 2019 à l'aide des entretiens dans un espace de 10 arrondissements autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Les arrondissements ont été choisis en fonction d'un gradient spatial rural-urbain. L'échantillon des chasseurs a été constitué au hasard dans chaque

arrondissement. Au total, 400 chasseurs dont 40 par arrondissement ont été interrogés. L'âge des chasseurs interrogés varie entre 18 et 70 ans; Ce sont des chasseurs ayant vécu au moins 15 ans dans l'Arrondissement et acceptent de participer volontairement à l'enquête. Cette condition permet de s'assurer que les informations recueillies au sujet de la chasse reflètent le contexte de la zone d'étude en matière de pratiques cynégétiques. Afin de s'assurer que les chasseurs interrogés comprennent bien la langue, il a été associé à l'équipe de collecte un expert local maîtrisant les langues et les espèces courantes dans la localité. Les images des espèces de faunes du guide des mammifères d'Afrique ont été utilisés pour l'identification des gibiers chassés (Kingdon, 2015). Les variables tels que l'ethnie, le sexe, l'âge, le lieu de résidence, l'activité professionnelle, la situation matrimoniale, le revenu mensuel, le lieu de chasse, la technique, l'outil, les espèces, l'organisation, la finalité, la superficie de terre cultivable ont été collectés auprès des enquêtés. La distance de l'Arrondissement à la limite de la réserve a été mesurée par le logiciel QGis (QGIS Development Team, 2018).

### 2.2.2. Analyses des données

L'étude a testé l'effet de plusieurs variables sur le nombre de pratiques de chasse. Ces variables sont :

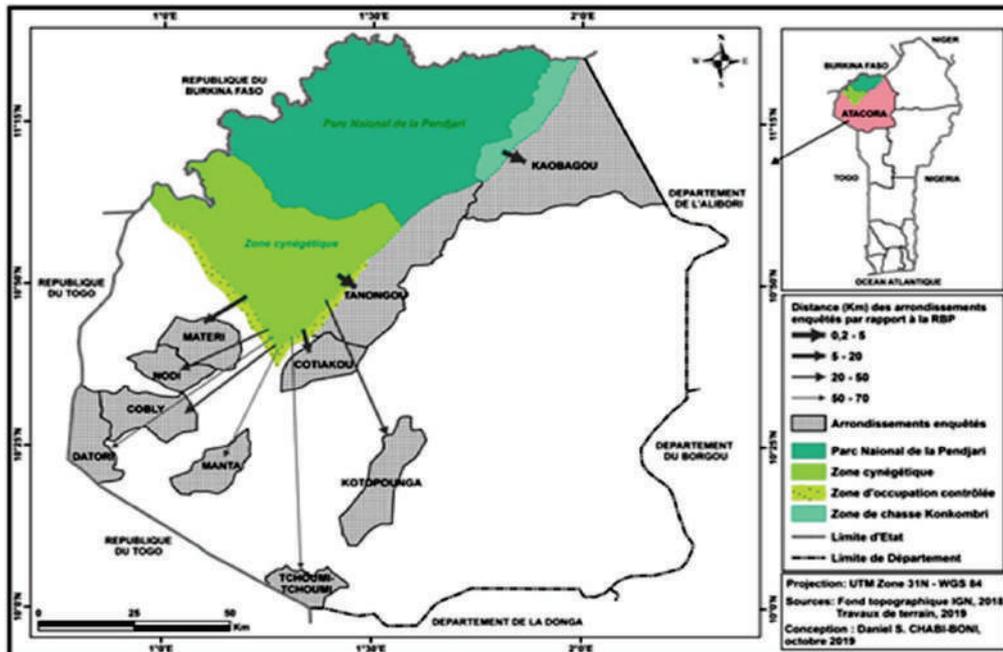


Figure 1 : Carte de la localisation de la zone d'étude

la distance, l'âge, la superficie cultivable, le nombre d'année de pratique de la chasse, le revenu mensuel de la chasse, le mois de la chasse, l'appartenance ethnique, le mode d'organisation, le lieu de chasse et l'outil utilisé.

Pour y arriver, les Régressions Linéaires Généralisées de la famille de poisson et négative binomiale ont été testées afin de choisir le meilleur modèle. La modélisation avec la distribution négative binomiale qui teste l'effet de la surdispersion (moyenne < variance) a été fait avec le package MASS (Venables et Ripley, 2002). Les distributions poisson et négative binomiale ont été comparées en utilisant le critère d'information pour les petits échantillons de Akaike noté AICc (Akaike, 1974). La meilleure distribution étant celle qui a la plus petite valeur de AIC (Burnham et Anderson, 2004). Après sélection de la distribution, une automatique réductive sélection des variables a été fait avec la fonction stepAIC du package MASS.

Afin de décrire graphiquement les relations entre l'ethnie, la finalité, les outils utilisés sur les espèces chassées par les populations, les Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) ont été réalisées avec le package 'FactoMineR' (Husson et al., 2014). Toutes

les analyses ont été réalisées dans l'environnement statistique R (R Core Team 2018 version 3.5.2).

### 3. Résultats

#### 3.1. Description des pratiques de chasse

Dans les territoires adjacents à la RBP, les activités cynégétiques se classent en fonction de l'outil de prélèvement et de la finalité des espèces prélevées.

##### - Types de chasse en fonction des outils

Six modes de prélèvements de la faune en fonction des outils utilisés dans le milieu d'étude (figure 1) ont été identifiés. La chasse au fusil est le mode de prélèvement le plus pratiqué cité par 38% des enquêtés, suivi de la chasse au gourdin et des chiens (24%), le piégeage (19%), la chasse à l'arc (15%), la chasse à la houe (7%) suivie de la chasse au harpon (3%).

Les chasseurs rencontrés ont reconnu que l'utilisation des outils de prédation cynégétiques varie en fonction des ethnies vivant autour de la périphérie de la RBP. L'usage du fusil et de l'arc est plus courant chez les Berba, les Gourmantché, les Ditamari et les M'berme. La chasse au gourdin est plus utilisée par les Waama. L'utilisation des houes et des harpons en flèches n'est pas liée à une ethnie, mais plutôt à l'habitat ou à l'endroit où se cache le gibier poursuivi.

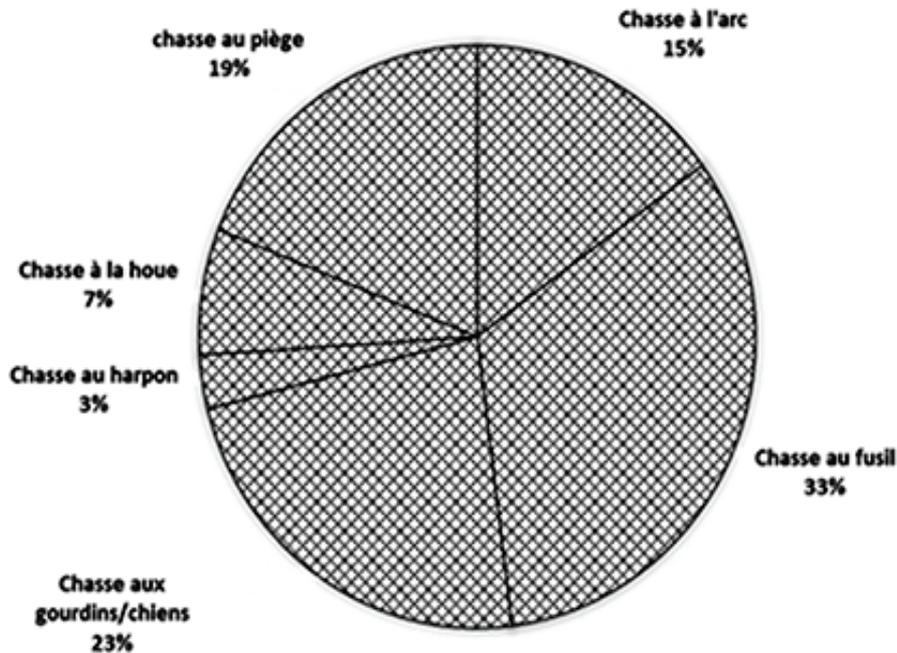


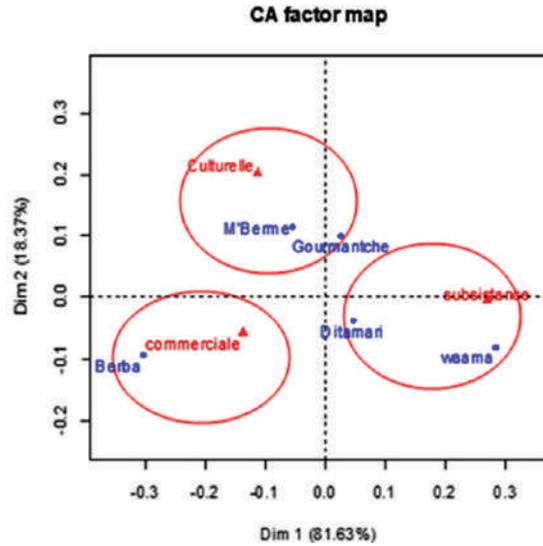
Figure 2 : Les types de chasse identifiés dans la zone d'étude

**- Types de chasse en fonction de la finalité des prélèvements de faune**

Les réponses des chasseurs interrogés sur le devenir des espèces de gibiers prélevés indiquent trois types de chasse dont la chasse commerciale (51,75%), la chasse de subsistance (32,75%) et la chasse culturelle (15,5%). Les résultats des AFC réalisées sur la finalité de la chasse ont montré que la chasse commerciale est beaucoup plus pratiquée par les Berba, la chasse de subsistance est plus fréquente chez les Warma et les Ditamari. La chasse est beaucoup plus culturelle chez les Gourmanché et les M’berme (figure 3).

**3.2. Effet de la distance et de la superficie cultivable sur le nombre de pratiques de chasse**

Le modèle nul à distribution Poisson a été retenu comme le meilleur modèle nul car ayant une faible valeur de AICc. La différence avec le modèle nul à distribution négative binomiale est de 2,4.



**Figure 3 : Projection des groupes ethniques sur la finalité de la chasse autour de la Pendjari**

**Tableau 1 : Résultats des analyses de GLM effectuées sur les variables susceptibles d’affecter le nombre de pratiques de chasse**

Variables	Coefficients	Erreur standard	Statistique Z	Prob
Ordonnée à l’origine	1,0553	0,0929	11,354	<0,0001***
Distance	0,0058	0,0018	3,065	0,0021**
Superficie Cultivable	0,106638	0,0353	3,017	0,0025**
Nbre année	-0,0080	0,0040	-1,981	0,0476*
Ethnie Ditamari	-0,700645	0,1224	-5,723	<0,0001***
Ethnie Gourmantche	0,2852	0,0930	3,067	0,0021**
Ethnie M'Berme	-0,5354	0,1533	-3,492	0,0004***
Ethnie Waama	<b>-0,0740</b>	<b>0,1029</b>	<b>-0,719</b>	<b>0,4720 ns</b>

\* $p < 0,05$  ; \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$  ns non significatif  $p > 0,05$

**Tableau 2 : Résumé de l’effet de la distance entre la RBP au territoire de chasse, de l’âge du chasseur, le lieu de chasse et la technique de chasse sur la probabilité de rencontrer une espèce stratégique démographique r dans les citations des espèces chassée autour de la RBP**

Variable	Coefficients	ES	Statistique z	Probabilité
Ordonnée à l’origine	2,744	1,540	1,781	0,0749
Distance	-0,006	0,004	-1,453	0,1461
Age	-0,031	0,015	-1,990	0,0466
Lieu-Brousse du chef terre	-2,039	1,348	-1,513	0,1304
Lieu-Champ	-1,503	1,236	-1,215	0,2243
Lieu-Foret galerie	-0,949	1,270	-0,748	0,4545
Lieu-Jachère	-1,366	1,251	-1,092	0,2749
Lieu-Savane protégée	-2,649	1,246	-2,126	0,0335
Techniques-Chasse chasse au fusil	-0,900	0,574	-1,567	0,1172
Techniques-Chasse chasse chiens gourdin	1,133	0,623	1,819	0,069
Techniques-Chasse piegeage	0,633	0,605	1,046	0,2956

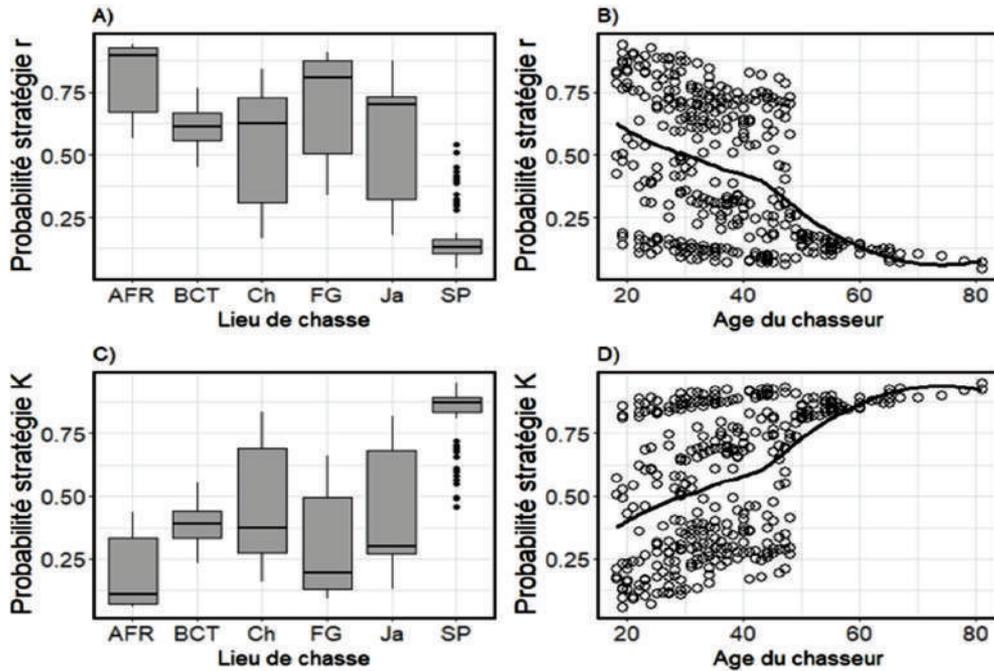


Figure 4: Variation des probabilités de citation des espèces à stratégie r et K selon le lieu de chasse et l'âge du chasseur. AFR = Afileurement rocheur, BCT=Brousse du chef de Terre, Ch=Champ, FG= Foret Galerie, Ja= Jachere, SP= Savane Protégée

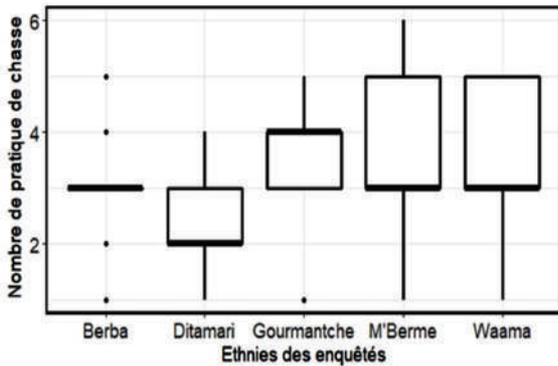


Figure 5 : Boîte à moustache de la répartition du nombre de pratiques de chasse selon les ethnies

La sélection des variables à partir du modèle nul à distribution Poisson a abouti à un modèle avec distance, superficie de culture, nombre d'année de chasse et ethnie comme variables pouvant prédire le nombre de pratiques de chasse avec une différence de AICc=45,9. Le nombre de pratique de chasse dans la périphérie de la RBP varie de 1 à 6 pour une moyenne de  $3,31 \pm 1,2$ . La distance a un effet significatif sur le nombre de pratique de chasse (tableau 1 ;  $Z=3,06$  ;  $p \leq 0,002$ ). Le nombre de pratique augmente avec

l'éloignement des ménages chasseurs à la limite de la RBP. Le nombre de pratique de chasse est élevé au niveau des chasseurs éloignés de la limite de la réserve et faible au niveau des chasseurs vivant dans les territoires proches de la lisière de la réserve.

Quant à la superficie cultivable des ménages chasseurs dans la périphérie de la RBP, elle varie de 0,2 à 6 ha pour une moyenne de 1,9 ha. La probabilité associée au facteur nombre de pratique de chasse a donné la probabilité  $p=0,002$  (tableau 1). Ce facteur est donc significatif. On peut en déduire que le nombre de pratique de chasse est influencé par la superficie cultivable du ménage chasseur. Le nombre de chasse croit avec l'augmentation de la superficie cultivable du ménage des chasseurs (tableau 1 ;  $Z=3,017$  ;  $p \leq 0,002$ ). Les chasseurs ayant une grande superficie cultivable ont un grand nombre de pratiques de chasse.

Par ailleurs, l'expérience du chasseur influence également le nombre de pratique de chasse. Les chasseurs ayant plusieurs années d'expérience ont un faible nombre de pratiques tandis que, les chasseurs avec moins d'année d'expérience pour les activités cynégétiques, ont un grand nombre de pratique de chasse (tableau 1;  $Z= -1,981$ ,  $p= 0,04$ ).

### **3.3. Effet de la distance sur la stratégie démographique des espèces prélevées dans la périphérie de la réserve de Biosphère de la Pendjari**

Les variables distance, âge du chasseur, lieu et la technique de chasse sont celles qui peuvent être utilisées pour prédire la stratégie démographique de l'espèce chassée plus spécifiquement la stratégie r. De ces quatre variables, l'âge et le lieu de chasse ont des effets significatifs (tableau 2 ;  $p < 0,05$ ). La distance n'a pas un effet significatif sur la probabilité de chasser une espèce à stratégie démographique K ( tableau 2;  $\beta = -0,006 \pm 0,004$ ,  $Z = -1,453$ ,  $p = 0,1461$ ). Les espèces à stratégie K sont plus prélevées dans les savanes protégées contrairement aux espèces a stratégie r qui sont plus prélevées au niveau des affleurement rocheux (figure 4: A et C). La prise d'âge réduit la probabilité de chasser les espèces à stratégie r au profit des espèces a stratégie K (figure 4: B et D). La variance de la probabilité de citation des espèces est élevée chez les jeunes (moins de 50 ans) et faible chez les vieux (plus de 50 ans).

### **3.4. Pratiques de chasse et ethnicité dans la périphérie de la RBP**

Dans la périphérie de la réserve de Biosphère de la Pendjari, le traitement et l'analyse des données recueillies auprès des chasseurs montrent que le nombre de pratiques de chasse varie en fonction des ethnies. Les ethnies Ditamari, M'Bermè et Waama ont moins de pratique de chasse que les Berba. Dans le même temps, les Gourmantchés ont plus de pratiques que les Berba (tableau 1).

La présentation graphique de la répartition du nombre de pratique de chasse selon les ethnies prouve que le nombre de pratique de chasse est à peu près le même par les ethnies M'Berme et Waama et faible chez les Ditammari (figure 5). Les Gourmantchés ont un grand nombre de pratiques de chasse que les Berba (tableau 1; figure 5).

## **4. Discussion**

### **4.1. Typologie des pratiques de chasse**

Le premier pallier de cette étude a été de décrire toutes les activités qui consistent à extraire les animaux sauvages de leur habitat naturel par quelque moyen que ce soit (Nasi et al., 2008). Six grands types de pratiques de chasse ont été identifiés dans la périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari en fonction de l'outillage employé. Il s'agit de la chasse

au fusil, de la chasse au gourdin avec des chiens, du piégeage, de la chasse à l'arc, de la chasse à la houe et la chasse au harpon. Des résultats similaires avec une diversité de techniques et de modes de chasse axés sur l'outil utilisé ont été rencontrés par d'autres auteurs (Natta et al., 2007 ; Constantino et al., 2008 ; Prado et al., 2012 ; Shepard et al., 2012). Ces résultats sont similaires à ceux de la périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari où la chasse au gourdin avec les chiens est souvent une chasse active, diurne et collective.

### **4.2. Nombre de pratiques de chasse augmente avec l'éloignement des chasseurs à la limite de la RBP et les chasseurs ayant une grande superficie cultivable**

Le résultat à analyser concerne le comportement des chasseurs par rapport à la distance des limites de l'aire protégée qu'est la RBP. De façon surprenante, le nombre de pratique de chasse augmente au niveau des ménages éloignés de la réserve. Ce résultat a déjà été trouvé dans les travaux de plusieurs auteurs comme (Shively, 1997 ; Angelsen et al., 2014; Kinser, 2019). Au niveau de la périphérie de la RBP le fait que les zones proches de la limite de la réserve sont bien surveillées par les Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune (AVIGREF), fait que la prolifération des activités cynégétiques est lente. De même, la présence de plusieurs agents investigateurs sur les pratiques de chasse et le commerce de la viande de brousse dans la périphérie proche, dissuadent les chasseurs qui dissimulent toute pratique de chasse. Sous d'autres cieux, plusieurs auteurs ont trouvé des résultats contraires où les pratiques de chasse prospèrent dans les espaces proches de la limite des aires protégées (Mgawe et al., 2012; Fisher et al., 2014; Koener et al., 2017; Manyama et al., 2019). D'autres auteurs pensent aussi que la multiplication des activités de la chasse à proximité des aires protégées est due à la forte abondance de la faune, ce qui facilite l'accès des chasseurs aux espèces de faune (Rentsch et Packer, 2015). Comme la chasse et l'ensemble de ses produits font partie des services écosystémiques (Schulte-Herbrüggen et al., 2013 ; Golden et al., 2014 ; Fischer et al., 2014), le présent résultat permet d'évaluer la zone d'influence des pratiques de chasse sur la RBP. Comme généralement la zone d'influence d'une ressource naturelle diminue avec l'augmentation de la distance, selon les travaux de Dash et al. (2016)

et de Robinson et al. (2008), il est permis de déduire que la quantité d'influence des activités cynégétiques augmente avec l'éloignement et s'étend aux contrées les plus reculées de la RBP. D'autres facteurs comme le revenu des ménages chasseurs, pourraient aussi expliquer l'effet des paramètres économiques sur les pratiques de chasse.

Le résultat de cette étude notifie également que le nombre de pratique de chasse augmente au niveau des ménages ayant une grande surface cultivable. Ce résultat montre ainsi que ce sont les ménages possédant une grande superficie cultivable qui multiplient les activités de chasse. Ces résultats rejoignent ceux des chercheurs comme Moro et al. (2013) et Nielsen et al. (2014) qui ont montré que les chasseurs ayant de grandes superficies cultivables (revenus élevés ou ménages riches) en Tanzanie s'adonnaient plus aux activités de chasse que les ménages ayant de faibles superficies cultivables (faibles revenus agricoles ou pauvres). Ce résultat contredit ainsi de nombreux travaux où ce sont les ménages à faibles superficies cultivables (faibles revenus ou pauvres) qui multiplient les activités de chasse pour subvenir à leurs besoins (Shively, 1997; Fischer et al., 2014). Ce résultat peut s'expliquer de diverses manières dans cet espace périphérique. La première piste de réflexion vient du fait qu'une 'grande superficie agricole' n'est pas forcément source d'un gros revenu et qu'on peut avoir une grande superficie cultivable où la terre est pauvre sans un grand rendement agricole. Cette réflexion est conforme aux conclusions de Coad et al. (2010) et Kümpel et al. (2010) où le faible rendement sur de vastes superficies cultivables peut conduire à la multiplication des activités de chasse. La seconde piste de réflexion peut amener des analystes à penser que la multiplication des pratiques cynégétiques suit la fibre culturelle au niveau de cet espace où la chasse est d'abord une affaire de famille qui se transmet de générations en générations. Dans ce cas, la multiplication des activités de chasse est vue comme un signe positif pour perpétuer la culture ancestrale (Dittrich et Eissing, 2008).

Toutes ces réflexions montrent que les facteurs qui déterminent la multiplication des pratiques de chasse sont nombreux et complexes à circonscrire. La zone d'influence sociale des pratiques de chasse peut s'étendre à toute la périphérie où vivent les populations des chasseurs (Angelsen et al., 2014 ; Dash et al., 2016 ; Kinzer, 2019).

#### **4.3. Effet de la distance sur la stratégie démographique des espèces prélevées dans la périphérie de la réserve de Biosphère de la Pendjari**

Pour cette étude, aucune relation entre la distance des territoires de chasse à la réserve et la stratégie démographique des espèces prélevées dans la périphérie de la RBP n'a été trouvée. Les résultats suggèrent plutôt que l'âge et le lieu de chasse ont une influence sur les prélèvements des espèces à stratégie démographique r ou K. Ils indiquent que les chasseurs les plus âgés chassent plus les espèces à stratégie démographique K contrairement aux jeunes chasseurs qui prélèvent plus les espèces à stratégie démographique r. Aussi, ces résultats ressortent-ils que les espèces à stratégie démographique K sont plus chassées dans les savanes protégées (espaces protégés) contrairement aux espèces à stratégie démographique r qui sont plus abattus au niveau des affleurements rocheux. Ce résultat où la distance n'a pas d'effet significatif sur la stratégie d'espèce prélevée, est un peu étonnant car dans cet espace, les chasseurs éloignés de la réserve prélèvent d'habitude les espèces de grande taille à stratégie démographique K rentables dans les circuits commerciaux (Chabi-Boni et al., 2019). C'est d'ailleurs ce qui explique aussi que les espèces à stratégie démographique K soient chassées à l'intérieur de la réserve. Cette chasse clandestine et non autorisée n'est rien d'autre que le braconnage (Chabi-Boni et al., 2019). Enfin, si les moins âgés prélèvent les espèces de petite taille à stratégie démographique r, c'est qu'ils pratiquent la chasse villageoise à la battue qui nécessite une force physique avec des gourdins et les chiens. D'un autre côté, si les plus vieux chasseurs abattent plus les espèces à stratégie démographique K, c'est parce qu'ils pratiquent la chasse culturelle ancrée dans les habitudes des peuples autochtones de la région. Cette chasse culturelle ou chasse traditionnelle est appelée « Couré » en Waama, « Tcharoukocou » en Biali, « Ligoubri » en Gourmantché, « Outordihou » en M'Bermè et « Mouwamou » en Ditamari. Elle est une chasse ancestrale et commune aux ethnies du Nord-Ouest Bénin. Cette chasse culturelle axée sur la fibre ethnique a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques (Holmern et al., 2007 ; Mfunda et Røskaft, 2010 ; Kumar et al., 2019).

#### 4.4. Implications pour la conservation

La présente étude évalue les pratiques de chasse et analyse leurs zones d'influence dans toute la périphérie de la RBP. Elle conclue d'une part la diversité des types de chasse en fonction des outils utilisés et de la finalité de la chasse et d'autre part, le fait que le nombre de pratiques de chasse est plus élevé dans les zones éloignées des limites de la réserve et que ce nombre augmente au niveau des chasseurs ayant d'importantes surfaces cultivables. Il est donc recommandé que les programmes de sensibilisation à l'endroit des chasseurs pour une bonne gestion de la faune ciblent à la fois les chasseurs des zones proches et ceux installés dans les autres parties de la périphérie. De même, les programmes relatifs à la conservation de la faune doivent axer les efforts dans l'amélioration des conditions de vies des peuples locaux afin d'avoir leur adhésion aux politiques de conservation des ressources naturelles. Tant que les sources de revenus des populations riveraines proviendront des ressources naturelles fauniques, il sera difficile d'asseoir les réflexes de conservation des espèces de faune (Coad et al., 2013 ; Schulte-Herbrüggen et al., 2013 ; Fischer et al., 2014). De plus, les conservateurs soucieux de la réussite de la bonne gestion des pratiques cynégétiques, doivent restaurer la chasse culturelle fondée sur les us et coutumes des peuples riverains de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Il est vraiment souhaitable que les programmes de gestion de la faune autour de la RBP s'étendent à toute la périphérie et que les problèmes de terres cultivables soient résolus avec une amélioration des conditions de vie des chasseurs autochtones (Shively, 1997 ; Duffy et al., 2019).

#### 5. Conclusion

La présente étude a détaillé la compréhension des activités de chasse autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Dans cette périphérie, six types de chasse sont fréquentes. Il s'agit de la chasse au fusil, de la chasse au gourdin avec des chiens, du piégeage, de la chasse à l'arc, de la chasse à la houe et la chasse au harpon. Le nombre de pratique de chasse augmente avec l'éloignement des chasseurs à la limite de la RBP et le modèle testé a permis de se rendre compte que ce sont les chasseurs possédant de grandes superficies cultivables qui multiplient les activités de chasse contrairement aux prévisions de départ. Elle remet en cause le fait que ce sont les ménages sans grandes surfaces cultivables et donc

à faibles revenus qui multiplient les activités de chasse. Les autorités en charge de la protection de la RBP, doivent étendre désormais les programmes de sensibilisation à des pratiques de chasse durables à la fois dans les espaces proches des limites de la réserve qu'au niveau des écosystèmes éloignés de celle-ci.

#### Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des chasseurs ayant participé à la réalisation de ce travail. De façon particulière, les auteurs présentent leurs condoléances à la famille de YOKOSHI Florent décédé juste après la fin des enquêtes auxquelles il a participé activement auprès des chasseurs. Que son âme repose en paix.

#### Références

- Abernethy, K.A., Coad, L., Taylor, G., Lee, M.E., Maisels, F. (2013).** Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 368 :20120303. DOI : 10.1098/rstb.2012.0303
- Akaike, H. (1974).** A newlook at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control AU-19:* 716-722
- Abrahams, M.I., Peres, C.A., Costa, H.C.M. (2017).** Measuring local depletion of terrestrial game vertebrates by central-place hunters in rural Amazonia. *PLoS ONE* 12(10): e0186653. DOI:10.1371/journal.pone.0186653
- Adefalu, L.L., Aderinoye-abdulwahab, S., Akangbe, J.A., Ogunlade, I., Michael, B. (2013).** Local hunting strategies in Kwara State, Nigeria: challenge for wildlife conservation policy enforcement *Albanian J. Agric. Sci.*, 12 (4): 627-632
- Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N.J., Bauch, S. Borner, J., Smith-all, C., Wunder, S. (2014).** Environmental Income and Rural Livelihoods: A Global-Comparative Analysis. *World Development*, 64, pp. S12–S28. DOI : 10.1016/j.worlddev.2014.03.006
- ASECNA (2016).** Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar. Station météorologique de Natitingou, Bénin.
- Battisti, C., Fanelli, G., Cerfolli, F., Amori, G., Luiselli, I. (2019).** Body mass and trophic level variations in relation to habitat disturbance in a set of

mammal species; *life and enVironment*, 69 (2-3): 147-152

**Beirne, C., Meier, A.C., Mbele, A.E., Menie, G., Froese, G., Okouyi, J. Poulsen, J.R. (2019).** Participatory monitoring reveals village-centered gradients of mammalian defaunation in central Africa. *Biol. Conserv.* 233, 228–238. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.02.035

**Coad, L., Schleicher, J., Milner-Gulland, E. J., Marthews, T. R., Starkey, M., Manica, A. Balmford,W., Mbombe,T.R., Bineni, D., Abernethy, K.A. (2013).** Social and ecological change over a decade in a village hunting system, Central Gabon. *Conservation Biology* 27(2): 270–280. DOI: 10.1111/cobi.12012

**Coad, L., Abernethy, K., Balmford, A., Manica, A., Airey, L., Milner, Gulland, E.J. (2010).** Distribution and use of income from bushmeat in a rural village, Central Gabon. *Conservation Biology* 24:1510–1518. DOI : 10.1111/j.1523-1739.2010

**Constantino, P.A.L., Fortini, L.B., Kaxinawa, F.R.S., Kaxinawa, A.M., Kaxinawa, E.S., Kaxinawa, A.P., Kaxinawa L.S., Kaxinawa, J.M., Kaxinawa, J.P. (2008).** Indigenous collaborative research for wildlife management in Amazonia: the case of the Kaxinawá, Acre, Brazil. *Biological Conservation* 141: 2718–2729. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.08.008

**Da, Silva, M.N., Shepard, G.H., Jr., Yu, D.W. (2005).** Conservation implications of primate hunting practices among the Matsigenka of Manu National Park. *Neotropical Primates*. 13(2):31–36. DOI : 10.1896/1413-4705.13.2.31.

**Dash, M., Behera, B., Rahut, D.B. (2016).** Determinants of household collection of non-timber forest products (NTFPs) and alternative livelihood activities in Similipal Tiger Reserve, India. *Forest Policy and Economics*, 73 (215–228). DOI : 10.1016 / j. forpol.2016.09.012

**Dobson, A.D.M., Milner-Gulland, E.J., Ingram, D.J., Keane, A. (2019).** Framework for Assessing Impacts of Wild Meat Hunting Practices in the Tropics. *Hum Ecol* 47, 449–464. DOI : 10.1007/s10745-019-0075-6

**Dittrich, M., Eissing, S. (2008).** Ressources non utilisées, ressources perdues : tourisme cynégétique et élevage d’animaux sauvages au service de la

conservation de la nature et du développement – des idées venues du Bénin. In : La durabilité et ses différents visages. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH*

**Duffy, R., Massé, F., Smidt, E., Marijnen, E., Buscher, B., Verweijen, J. Ramutsindela, M., Simlai, T., Joanny, L. et Lunstrum, E. (2019).** Why we must question the militarisation of conservation. *Biological Conservation*, 232, 66-73. DOI: doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.013

**Duffy, R., StJohn, F.A.V., Büscher, B., Brockington, D. (2016).** Toward a new understanding of the links between poverty and illegal wildlife hunting: poverty and illegal wildlife hunting. *Conserv. Biol.* 30, 14–22. DOI: 10.1111/cobi.12622

**FAO (2015).** Illegal Hunting & the Bush-meat Trade in Savanna Africa: Drivers, Impacts & Solutions to Address the Problem. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Harare, Zimbabwe.

**Fischer, A., Naiman, L.C., Lowassa, A., Randall, D., Rentsch, D. (2014).** Explanatory factors for household involvement in illegal bushmeat hunting around Serengeti, Tanzania. *Journal for Nature Conservation*, 22, 491-496. ISSN: 1617\_1381

**Foerster, S., Wilkie, D., Morelli, G., Demmer, J., Starkey, M., Telfer, P., Telfer, P., Steil, M. (2012).** Determinants of bushmeat consumption among rural households in Gabon, Central Africa. *Conserv. Biol.* 26, 335–344. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011. 01802.x

**Golden, C.D., Bonds, M.H., Brashares, J.S., Rasolofoniaina, B.J., Kremen, C. (2014).** Economic valuation of subsistence harvest of wildlife in Madagascar. *Conserv. Biol.* 28, 234–243. DOI : 10.1111/cobi.12174

**Holmern, T., Muya, J., Røskaft, E. (2007).** Local law enforcement and illegal bushmeat hunting outside the Serengeti National Park, Tanzania. *Environmental Conservation*, 34 : 55–63. DOI : 10.1017/S0376892907003712

**Husson, F., Josse, J., Lê, S., Mazet, J. (2014).** FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R ; URL: <http://factominer.free.fr>

**Institut National de la Statistique et d’Analyse Economique (INSAE) (2013).** Quatrième Recensement Général de la Population et de l’Habitation du Bénin

- Kingdon, J. (2015).** Guide des mammifères d'Afrique : Plus de 300 espèces illustrées, Delachaux et Niestlé - Paris – 2015 ; *Collection Les guides du naturaliste* ; ISBN : 9782603023952, 272 p.
- Kinzer, A. (2019).** Zones of influence: forest resource use, proximity, and livelihoods in the Kijabe Forest ; University of Michigan - *School for Environment and Sustainability* ; Available from : [https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/145172/1/Kinzer\\_Andrew\\_Thesis.pdf](https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/145172/1/Kinzer_Andrew_Thesis.pdf)
- Koerner, S.E., Poulsen, J.R., Blanchard, E.J., Okouyi, J., Clark, C.J. (2017).** Vertebrate community composition and diversity declines along a defaunation gradient radiating from rural villages in Gabon. *J Appl Ecol*, 54: 805-814. DOI:10.1111/1365-2664.12798
- Knapp, J.E., Peace, N., Bechtel, L. (2017).** Poachers and Poverty: Assessing Objective and Subjective Measures of Poverty among Illegal Hunters Outside Ruaha National Park, Tanzania. *Conservation and Society*, 15, 24-32. DOI: 10.4103/0972-4923.201393.
- Kumar, M.B., Furgal C., Hutchinson, P., Roseborough, W. et Kootoo-Chiarelo, S. (2019).** Harvesting activities among First Nations people living off reserve, Métis and Inuit : Time trends, barriers and associated factors ; Statistical Information Service, Canada, *Catalogue* no. 89 653 X2019001
- Kümpel, N.F., Milner-Gulland, E.J., Cowlshaw, G., Rowcliffe, J.M. (2010).** Incentives for hunting: The role of bushmeat in the household economy in rural Equatorial Guinea. *Human Ecology* 38(2): 251–264. DOI: 10.1007/s10745-010-9316-4
- Loke, V.P., Lim, T., Campos-Arceiz, A. (2020).** Hunting practices of the Jahai indigenous community in northern peninsular Malaysia. DOI: 10.1016/j.gecco.2019.e00815
- Manyama, F.F., Nyahongo, J.W., Nielsen, M.R., Røskaft, E. (2019).** Schoolchildren as informants about bushmeat consumption in Western Serengeti, Tanzania. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 11(5), 154-164. DOI: 10.5897/IJBC2019.1267
- Mfunda, I.M. et Roskaft, E. (2010).** Bushmeat hunting in Serengeti, Tanzania : An important economic activity to local people. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2(9) :263-272. DOI :10.5897/IJBC.9000020
- Mgawe, P., Borgerhoff, Mulder, M., Caro, T., Martin, A., Kiffner, C. (2012).** Facteurs affectant la consommation de viande de brousse dans l'écosystème Katavi-Rukwa de Tanzanie. *Tropical Conservation Science*, 5 (4) : 446-462. DOI : 10.1177/194008291200500404
- Meilby, H., Smith-Hall, C., Byg, A., Larsen, H.O., Nielsen, O.J., Puri, L., Rayamajhi, S. (2014).** Are forest incomes sustainable? Firewood and timber extraction and productivity in community managed forests in Nepal. *World Development*, 64(Supplement 1), s113-s124. DOI: 10.1016/j.worlddev.2014.03.011
- Moro, M., Fischer, A., Czajkowski, M., Brennan, D., Lowassa, A., Naiman, L.C. & Hanley, N. (2013).** An investigation using the choice experiment method into options for reducing illegal bushmeat hunting in western Serengeti. *Conservation Letters* 6(1): 37–45. DOI: 10.1111/j.1755-263X.
- Nago, S.G.A., Amahowe, O., Zannou, O., Houessou, L., Ahononga, F., N'Séra, P., Ahononga, F., N'Séra, N., Kouton, M., Kidjo, F., Sahilou, S., Sinsin, B. (2016).** Diversité, abondance et densité des populations de faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord Bénin). *Annales de l'Université de Parakou, Série Sciences Naturelles Agronomie*, 6(1) : 10-25.
- Nasi, R., Brown, D., Wilkie, D., Bennett, E., Tutin, C., Van, Tol, G., Christophersen, T. (2008).** Conservation and use of wildlife-based resources: The bushmeat crisis. Secretariat of the convention on biological diversity, Montreal and Center for International Forestry Research (CIFOR), *Bogor Technical Series* 50.
- Nielsen, M.R., Jacobsen, J.B., Thorsen, B.J. (2014).** Factors determining the choice of hunting and trading bushmeat in the Kilombero Valley, Tanzania. *Conservation Biology* 28(2): 382–391. DOI : 10.1111/cobi.12197
- Prado, H.M., Forline, L.C., Kipnis, R. (2012).** Hunting practices among the Awá-Guajá: towards a long-term analysis of sustainability in an Amazonian indigenous community. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 7(2), 479-491. DOI: 10.1590/S1981- 81222012000200010

- QGIS Development Team (2018).** QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Rentsch, D., Packer, C. (2015).** The effect of bushmeat consumption on migratory wildlife in the Serengeti ecosystem, Tanzania. *ORYX*, 49(2), 287-294. DOI:10.1017/S0030605313001038
- Richard-Hansen, C., Davy, D., Longin, G., Gaillard, L., Renoux, F., Grenand, P., Rinaldo, R. (2019).** Hunting in French Guiana Across Time, Space and Livelihoods. *Front. Ecol. Evol.* 7:289. DOI: 10.3389/fevo.2019.00289
- Robinson, E.J.Z., Albers, H.J., Williams, J.C. (2008).** Spatial and temporal modeling of community non-timber forest extraction. *Journal of Environmental Economics and Management*, 56(3), pp.234–245. DOI: 10.1016/j.jeem.2008.04.002
- Starkey, M. (2004).** Commerce and subsistence: the hunting, sale and consumption of bushmeat in Gabon. *PhD thesis* (pp. 305). University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom
- Shepard, G.H., Jr., Levi, T., Góes, Neves, E., Peres, C.A., Yu, D.W. (2012).** Hunting in ancient and modern Amazonia: rethinking sustainability. *American Anthropologist*, 114(4):652-667. DOI: 10.1111/j.1548-1433.2012.01514.x
- Shively, G.E. (1997).** Poverty, technology, and wildlife hunting in Palawan. *Environmental Conservation* 24(1): 57–63. DOI: 10.1080/2162402X
- Smith, D.A. (2008).** The spatial patterns of indigenous wildlife use in western Panama: implications for conservation management. *Biol Conserv.* ;141(4) :925–937. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.12.021
- Schulte-Herbrüggen, B., Cowlshaw, G., Homewood, K., Rowcliffe, J.M. (2013).** The Importance of Bushmeat in the livelihoods of West African cash-crop Farmers living in a faunally-depleted landscape. *PLoS ONE*, 8. DOI: 10.1371/journal.pone.0072807
- Venables, W.N., Ripley, B.D. (2002).** Modern Applied Statistics avec *S. Springer, New York*, 271-300. DOI: 10.1007/978-0-387-21706-2

## Analyse fonctionnelle de la chaîne de valeur de la crevette géante d'eau douce (*Macrobrachium sp*) du Parc Marin des Mangroves en RDC

Tshimuanga Kabawu A.<sup>1</sup>, Baudouin M.<sup>1</sup>, Luhusu Kutshukina F.<sup>1</sup>, Micha J.C.<sup>2</sup>

- (1) ERAIFT (Ecole régionale d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires tropicaux), Université de Kinshasa, Commune de Lemba, - B.P. 15.373 – Kinshasa, RDC / e-mail : andretshimuanga@gmail.com  
(2) Unité de recherche en Biologie Environnementale (URBE), UNamur BP 5000, Belgique

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391508>

### Résumé

La crevette géante d'eau douce (*Macrobrachium sp*) du Parc Marin des Mangroves est une ressource riche en protéine animale et très prisée sur les marchés tant internationaux, nationaux que locaux. Son exploitation est créatrice d'emplois pour les populations installées à l'intérieur du Parc Marin des Mangroves et dans sa périphérie. La pêche artisanale de *Macrobrachium sp* contribue à la réduction de la pauvreté locale par les revenus qu'elle génère aux populations du territoire de Moanda. L'analyse fonctionnelle de l'exploitation de *Macrobrachium sp* du Parc Marin des Mangroves a consisté à cartographier les acteurs clés de la chaîne de valeur, caractériser les techniques de pêche et analyser la gouvernance. 78 acteurs ont participé aux entretiens directs (de groupes et individuels) ; et les observations directes ont permis de juger les opinions issues des entretiens. Les résultats renseignent les avantages

aux pêcheurs, mareyeurs, revendeurs, restaurateurs. Les *Macrobrachium sp* sont pêchés artisanalement (pirogue à pagaie, nasses traditionnelles) et les noix de palme sont les plus utilisés comme appâts. De 6 jours/semaine et à marée basse, leur pêche comprend deux saisons : de septembre à mars (saison plus fructueuse), 3 kilogrammes/jour (7000 francs congolais, soit 3,5 USD/kilogramme) ; et d'avril à août (saison moins fructueuse), 1 kilogramme/jour (9000 francs congolais, soit 4,5 USD/kilogramme). Un pêcheur peut capturer jusqu'à 624 kilogrammes/an (2304 USD/an) ; ce qui représente environ 62,4 tonnes pour 100 pêcheurs (230 400 USD/an). Avec un résultat net d'exploitation de 1996 USD et 308 USD/an comme charges d'exploitation, chaque pêcheur recourt aux revenus complémentaires. Les acteurs de la chaîne de valeur étant non coordonnés, il s'avère indispensable de diagnostiquer sa durabilité complète.

**Mots clés** : analyse fonctionnelle ; chaîne de valeur ; *Macrobrachium* ; Parc Marin des Mangroves

### Abstract

The giant freshwater shrimp (*Macrobrachium sp*) of the Mangrove Marine Park is a resource rich in animal protein and highly prized on international, national and local markets. Its exploitation creates jobs for the populations living within the Mangrove Marine Park and its periphery. The artisanal fishing of *Macrobrachium sp* contributes to the reduction of local poverty through the income it generates for the populations of the Moanda territory. The functional analysis of the exploitation of *Macrobrachium sp* in the Mangrove Marine Park consisted of mapping the key actors in the value chain, characterizing fishing techniques and analyzing governance. 78 stakeholders participated in direct interviews (group and individual); and direct observations were used to assess the opinions from the interviews. The results provide information on the benefits

to fishermen, fishmongers, retailers and restaurant owners. *Macrobrachium sp* are fished artisanally (paddleboat, traditional traps) and palm nuts are the most used bait. From 6 days/week and at low tide, their fishing includes two seasons: from September to March (more fruitful season), 3 kilograms/day (7,000 Congolese francs, i.e., 3.5 USD/kilogram); and from April to August (less fruitful season), 1 kilogram/day (9,000 Congolese francs, i.e., 4.5 USD/kilogram). A fisherman can catch up to 624 kilograms/year (US\$2,304/year); this represents approximately 62.4 tons for 100 fishermen (US\$230,400/year). With a net operating income of 1996 USD and 308 USD/year as operating expenses, each fisherman resorts to complementary income. As the actors in the value chain are not coordinated, it is essential to diagnose its complete sustainability.

**Keywords** : functional analysis; value chain; *Macrobrachium*; Mangrove Marine Park

## 1. Introduction

Les sociétés humaines sont confrontées à l'immense défi d'assurer la nourriture et l'existence de près de 9 milliards de personnes au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle, préserver les incidences disproportionnées de la dégradation de l'environnement (FAO, 2018). Les populations africaines dépendantes des forêts sont classées plus pauvres et marginalisées, pourtant elles occupent et exploitent ces ressources depuis des décennies. La République Démocratique du Congo (RDC) est l'un des pays les plus faibles économiquement (BAD, OCDE, PNUD, 2014). Les zones humides sont des sanctuaires diversifiés pour la biodiversité (Joseph J.-L. et Romiti G., 2021). Leurs valeurs sont d'une extrême importance économique et écologique. En Afrique, ces sites subissent plusieurs menaces anthropogéniques (déforestation, braconnage, urbanisation) induites par la croissance démographique (Gordon N. A., 2016). La pêche artisanale soutient de millions de personnes au monde ; mais, ces captures sont souvent informelles. La contribution de la pêche artisanale au développement socio-économique étant sous-évaluée, ses acteurs (pêcheurs, mareyeurs, etc.) n'ont souvent pas d'autorité et d'aptitude nécessaires pour participer aux processus décisionnels (WorldFish, 2021). Il faut donc des politiques qui préservent les intérêts de ces petits producteurs en leur permettant de contribuer à la sécurité alimentaire mondiale (Russell D. et Hanoomanjee S., 2012). L'optique des services écosystémiques est une approche anthropocentrique qui lie la conservation de la biodiversité au développement socio-économique local (Mormont M., 2012). La crevette géante d'eau douce (*Macrobrachium sp*) est l'une des ressources exploitées de façon intensive au Parc Marin des Mangroves (PMM) (ICCN, 2016). Les statistiques de sa production sont méconnues de l'administration de pêche. Les espèces de crevette géante d'eau douce (*Macrobrachium sp*) exploitée au PMM demeurent jusqu'à ce jour non identifiées de façon approfondie. Toutefois, il est signalé que dans les eaux douces de la RDC se reproduisent environ huit espèces de *Macrobrachium* sur 200 inscrites sur la liste Rouge de l'UICN. Il s'agit notamment de *Macrobrachium chevalieri* (J. Roux, 1935), *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots, 1857), *Macrobrachium dux* (Lenz, 1910), *Macrobrachium sollaudii* (De Man, 1912), *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851), *Macrobrachium lujae* (De Man, 1912) et de



Figure 1 : Individus de *Macrobrachium sp* capturés à Kimuabi village

*Macrobrachium foai* (Coutière, 1902) (UICN, 2013). Les *Macrobrachium sp* (Palaemonidae) du PMM se différencient des autres espèces de crevettes de mer (Peneidae) par le second somite abdominal qui recouvre le premier et le troisième, ce qui n'est pas le cas chez les Peneidae. De plus les pêcheurs les identifient localement sous le vocable vernaculaire de « kosa ». Mais cette appellation ne permet pas de différencier la ou les différentes espèces des *Macrobrachium sp* exploitées. Sur le marché, les *Macrobrachium sp* n'ont de la valeur qu'à l'état frais. Aucune activité de séchage n'a été signalée.

Pour une gestion durable de cette ressource et sa valorisation optimale, l'étude de cette chaîne de valeur s'avère nécessaire. La filière semble négligée et non structurée, pourtant rentable économiquement ailleurs et très prisée à l'échelle internationale (Aquilas F. et al., 2013). L'étude a consisté à élaborer la cartographie des acteurs (i) ; caractériser les techniques de pêche de *Macrobrachium sp* (ii) et à analyser la gouvernance de la chaîne de valeur (iii). Ce document est subdivisé en introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusions et suggestions.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Zone d'étude

Le Parc Marin des Mangroves est situé dans la province du Kongo central, ex-province de Bas-Congo (Arrêté Ministériel n° 044/CM/ECN, 1992). Il est localisé entre 5°45' de latitude Sud et 12°45' de longitude Est, sur une altitude inférieure à 500 m. Il couvre environ 76 000 ha, incluant une bande de 2 km

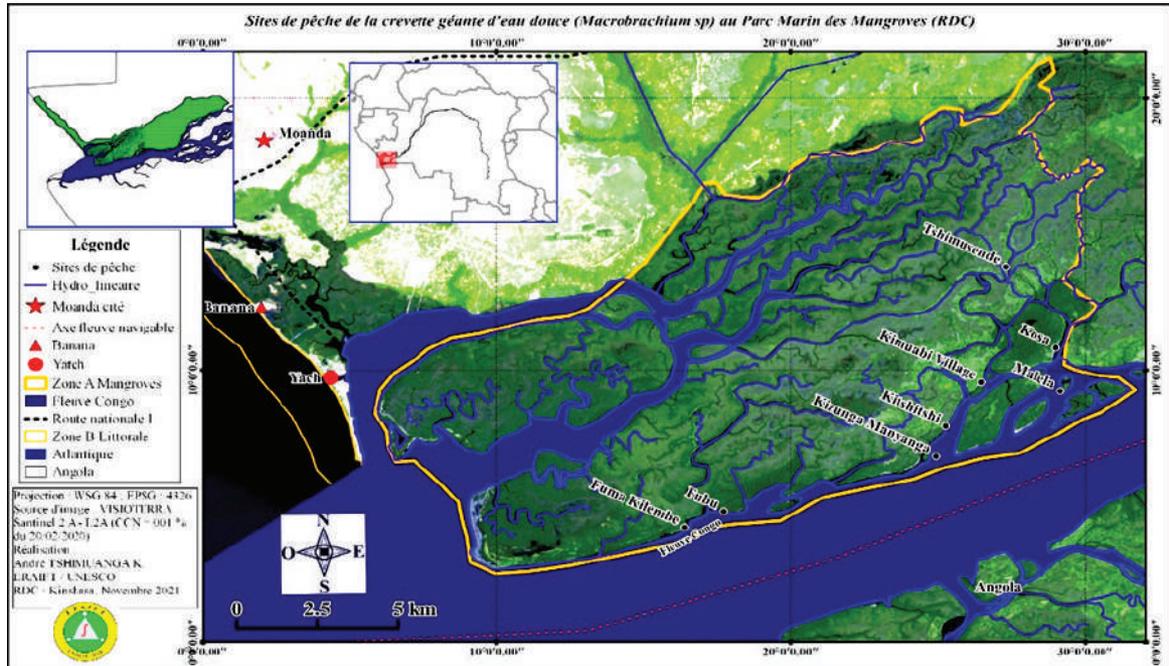


Figure 2 : Sites de pêche des *Macrobrachium sp* visités dans la Zone A du Parc Marin des Mangroves en RDC

dans l’Océan Atlantique, s’étendant de la côte vers le large et bordant tout le littoral congolais de près de 37 km (Ramsar, 2021). Il traverse les 3 secteurs du territoire de Moanda : La Mer, Assolongo et Boma-Bungu (Caid, 2021). La route nationale n° 1 relie du port de Banana, passant par la cité de Moanda, traversant Matadi et Boma avant d’atteindre Kinshasa (Bakuba, 2021). Huit sites de pêche de *Macrobrachium sp* ont fait l’objet d’investigation dans la Zone A du Parc Marin des Mangroves. Il s’agit de Tshimusende, Nganda Kosa, Malela, Kizunga Manyanga, Kimuabi village, Nganda Kitshitshi, Nganda Fubu, Mfuma Kilembe. « Yach » est le site de débarquement principal des *Macrobrachium sp* en provenance de l’intérieur du Parc Marin des Mangroves (figure 2).

### 2.1.2. Outils

Trois outils conçus pour la récolte aisée des données sont :

- Un cadre fonctionnel de l’analyse de la chaîne de valeur agroalimentaire qui a permis de centraliser les informations sur le fonctionnement de la filière,
- Un guide d’entretien qui a permis de discuter avec les parties prenantes, notamment les gestionnaires du Parc Marin des Mangroves, les pêcheurs, mareyeurs, les revendeurs, restaurateurs, les autorités politiques et administratives) ;

- Une fiche d’enquête sur les prix auprès des revendeurs ou restaurateurs.

Les données ont été collectées à l’aide d’un Garmin GPS MAP 64 (coordonnées géographiques), d’un appareil IteL P33 doté d’une caméra HD (images photos) ; d’une Balance (estimation de la pesée de la crevette géante), d’un ordinateur portable marque HP 15-f272wm (encodage des données). Les images satellites optiques du Parc Marin des Mangroves ont été téléchargées sur la plateforme VISIOTERRA, Santinel 2 A – L 2 A, sous couverture nuageuse CCN = 001%, du 20 février 2020 à 09 h 10 min. Trois logiciels ont été utilisés dans le traitement ; Microsoft Excel, Microsoft Word (Office 2013) et le logiciel QGIS (version 3.4) pour l’analyse des images satellites et coordonnées géographiques, ainsi que la confection des cartes d’illustrations des zones de la chaîne de valeur analysée.

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Collecte des données

La revue documentaire a permis de consulter plusieurs informations préexistantes sur les analyses de chaînes de valeur agroalimentaires. L’insuffisance de données sur leur identification et leur disponibilité a été complétée par les entretiens directs (focus group

et interviews) des 78 parties prenantes échantillonnées grâce à la méthode de la boule de neige.

Plusieurs observations directes ont également permis de comparer, vérifier les informations recueillies lors des entretiens. Quatre sites ont été observés : la zone A du Parc Marin des Mangroves (8 sites de pêches), la cité de Banana (site de débarquement de Yach et les poissonneries), la ville de Moanda et la ville de Kinshasa (revente et restauration).

### 3. Résultats

#### 3.1. Les acteurs de la chaîne de valeur des *Macrobrachium sp*

- **Les pêcheurs** : Située majoritairement dans le secteur d'Assolongo, la zone A du PMM englobe la majeure partie des sites de pêche des *Macrobrachium sp*. Elle est l'apanage des

autochtones originaires, appelés communément «Basolongo». Il a été signalé la présence de plus d'une centaine de pêcheurs des *Macrobrachium sp* au sein du PMM, dont certains sont permanents et d'autres sont temporaires.

- **Les mareyeurs** : Par mareyeurs, nous identifions les intermédiaires dans la collecte des *Macrobrachium sp*. Ils sont en relation directe, en communication étroite avec les pêcheurs ; souvent leurs membres de famille. Ils se caractérisent par un circuit très fermé. Dans certains cas, le mareyage est exercé directement par les pêcheurs ayant des moyens adéquats de conservation de la crevette fraîche. Il en est de même des partenaires conjoints des pêcheurs. Pour faciliter la conservation de leurs produits, les mareyeurs disposent de glacières et s'approvisionnent en glaces à Banana, à Moanda.

Tableau 1 : Acteurs interviewés par site d'exploitation de la chaîne de valeur de *Macrobrachium sp* au Parc Marin des Mangroves entre octobre et novembre 2021 (F = femmes ; H = hommes)

Sites	Pêcheur		Mareyeur		Revendeur		Restaurateur		Administration		Consommateurs	
	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
PMM	0	14	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0
Banana	0	3	2	2	4	3	3	0	0	0	4	4
Moanda	0	3	0	0	1	2	2	8	0	2	2	2
Kinshasa	0	0	0	0	1	2	1	3	0	0	2	2
Total	0	20	3	4	6	8	6	11	1	3	8	8
	20		7		14		17		4		16	

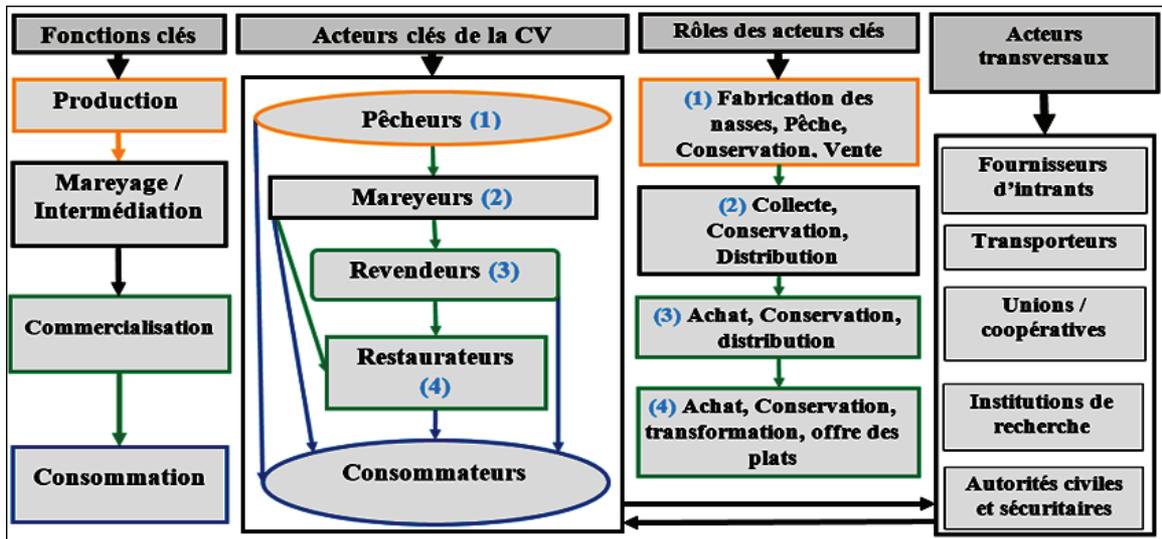


Figure 3 : Cartographie des acteurs de la chaîne de valeur de *Macrobrachium sp*. au PMM en octobre 2021

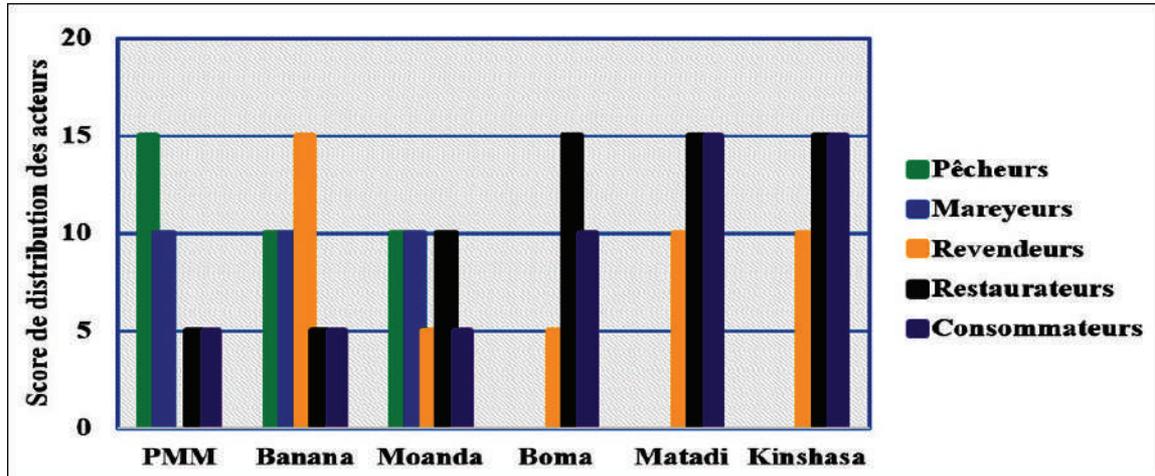


Figure 4 : Répartition des principaux acteurs de la chaîne de valeur de *Macrobrachium sp* du Parc Marin des Mangroves en octobre 2021 (0=aucun; 5=moins; 10=moyens; 15=plus)

- **Les revendeurs** : La revente de *Macrobrachium sp* du PMM s'effectue par les poissonniers. Leur rôle consiste en l'achat, la conservation, la commercialisation. Ils facilitent la distribution de cette ressource, notamment dans les grands centres urbains. Pour faciliter la circulation de leurs produits, les revendeurs de *Macrobrachium sp* ont besoin d'énergie électrique en permanence, en vue d'alimenter les appareils refroidisseurs (frigos, etc.).
- **Les restaurateurs** : La restauration de *Macrobrachium sp* est assurée par les grands restaurants des centres urbains (Moanda, Boma, Matadi, Kinshasa). Elle se fait sur commande du consommateur, car la conservation de cette ressource demande la permanence du froid. Ainsi, la plupart des restaurateurs s'approvisionnent conformément à la demande des clients pour éviter la détérioration du produit.
- **Les consommateurs** : La consommation de *Macrobrachium sp* du Parc Marin des Mangroves est considérée comme un luxe et un prestige. Cette ressource coûte chère et est réservée aux personnes ayant un pouvoir d'achat élevé, comparativement à l'état de pauvreté du pays. Ainsi, les *Macrobrachium sp* du PMM sont plus consommés dans les grands centres urbains (Moanda, Boma, Matadi, Kinshasa).

Les pêcheurs sont installés en permanence au sein du PMM, bien que quelques-uns résident dans les agglomérations de Banana et Moanda. Quelques

mareyeurs sont installés au sein du PMM mais aussi à Banana et à Moanda. Cependant, les grands acteurs de la commercialisation sont dans les centres de Banana, Boma, Matadi et Kinshasa.

### 3.2. Caractéristiques des techniques de la pêche des *Macrobrachium sp*

#### 3.2.1. Sites potentiels de pêche des *Macrobrachium sp*

Les *Macrobrachium sp* se reproduisent et sont exploités en abondance dans l'estuaire du fleuve Congo. Leurs principaux sites de pêche sont constitués des villages ainsi que campements (appelés localement « nganda »). Il s'agit notamment de : Boma île, Matebe, Luango Nzambi, Kasadi, Katala, Kibamba, Vungu, Mbanza-Seke, Longua, Kisadi, Makanza, Dilondo, Nganda Kosa, Kizunga Manianga, Kizunga Malela, Kimuabi village, Kitshitshi, Nganda Lidame, Fubu, Mfuma Kilembe. L'accès aux sites de pêches est, d'une part gratuit pour les autochtones originaires ; et, d'autre part, les non-originaires doivent verser la valeur d'un casier de bière (Primus), soit 25 000 FC (12,5 \$ USD), au chef du village ou de campement, selon le cas.

#### 3.2.2. Pratiques de pêche des *Macrobrachium sp*

La pêche des *Macrobrachium sp* est exercée sur les berges du fleuve Congo et de ses ramifications appelées « Muila » en langue Solongo. Elle est effectuée de façon artisanale et individuelle, à l'aide des nasses fabriquées à base de tiges de palmiers raphia, que l'on trouve dans la zone A de la réserve des mangroves. Les nasses sont appelées localement

**Tableau 2 : Les investissements disponibles et indispensables à la pêche des *Macrobrachium sp* au Parc Marin des Mangroves (novembre 2021), 1 \$ USD = 2000 FC**

Libellé	Durée technique	Quantité/période	Coût unitaire USD	Coût/période USD	Amortissement annuel (USD)
Pirogue	5 ans	1 pièce	50	50	10
Machette	1 an	1 pièce	6	6	6
Couteau	1 an	1 pièce	1,5	1,5	1,5

**Tableau 3 : Les consommables disponibles et indispensables à la pêche des *Macrobrachium sp* au Parc Marin des Mangroves (novembre 2021), 1 \$ USD = 2000 FC**

Libellé	Durée technique	Quantité/période	Coût unitaire USD	Coût/période USD	Total annuel USD
Nasses	72 jours	±50 Pièces	-	-	-
Torche	72 jours	1 Pièces	1,75	1,75	7
Piles à torche	2 jours	3 Pièces	0,15	0,45	64,8
<b>Appâts</b>					
Noix de palme	2 jours	12 tasses	0,125	1,5	216

«Kinkasa». La fabrication est effectuée par chaque pêcheur, soit de façon individuelle, soit en groupe. Chaque pêcheur utilise au moins 50 nasses. Les appâts utilisés sont plus les noix de palme, mais aussi les crabes, la chikwangue (pâte de manioc) ou les fruits de palmiers raphia. Le piégeage et la récolte s'effectuent à marées basses. Parfois, les crevettes capturées sont conservées vivantes dans des nasses appelées localement «Kivalanga ou kompa» (en langue Solongo).

### 3.2.3. Eléments d'investissement et intrants de la pêche des *Macrobrachium sp*

La pêche des *Macrobrachium sp* au PMM requiert l'emploi des deux types d'intrants. Certains ne s'usent que partiellement au cours d'un exercice annuel et leur valeur est amortie chaque année conformément à la durée technique (tableau 2).

D'autres éléments sont totalement consommés et leur durée technique n'atteint pas une année d'exploitation. Ce sont des consommations intermédiaires (tableau 3).

### 3.2.4. Quantification du travail et d'effort de pêche des *Macrobrachium sp*

La pêche des *Macrobrachium sp* est divisée en deux grandes périodes. Les saisons plus fructueuses vont de septembre à mars ; tandis que les saisons moins fructueuses vont d'avril à août. La pêche des *Macrobrachium sp* s'effectue sur 6 jours/semaine ; et donc 288 jours de travail/an. Le travail consenti est d'environ 6 heures/jour entre le piégeage et la

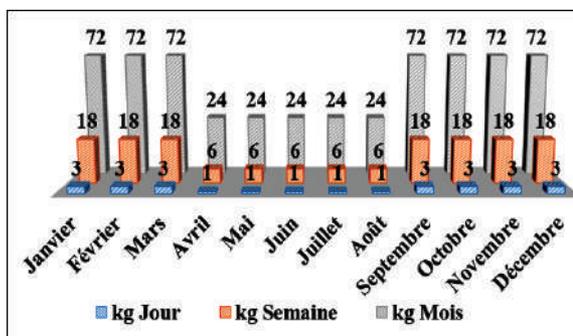


Figure 5 : Rendement minimum des *Macrobrachium sp* estimé en kilogramme (kg) par pêcheur au Parc Marin des Mangroves en octobre et novembre 2021. Le rendement individuel dépend des saisons annuelles de pêche (plus fructueuses et moins fructueuses). La tendance minimale de production annuelle est estimée à environ 624 kg par pêcheur.

récolte. Ces temps sont proportionnés à la variation des marées sous influence de l'océan. Le travail effectif (piégeage et récolte) s'effectue pendant les marées basses.

Estimé à au moins 100 pêcheurs artisanaux de *Macrobrachium sp* au PMM, la production minimale annuelle est évaluée à plus de 62,4 tonnes.

### 3.2.5. Quantification des flux échangés par les pêcheurs des *Macrobrachium sp*

En saisons plus fructueuses, la production est de 3 kg/jour pendant que le taux de vente a tendance à baisser ( $\pm 7\ 000$  FC, soit 3,5 \$ USD/kg). Par contre, les saisons moins fructueuses sont caractérisées par

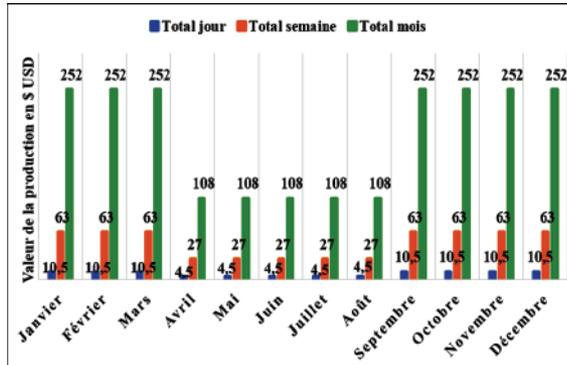


Figure 6 : Tendence des prix d'achat aux pêcheurs en \$ USD au cours d'un cycle annuel des Macrobrachium sp au Parc Marin des Mangroves en octobre-novembre 2021. En période plus fructueuse, soit de septembre à mars, la production vaut 10,5 \$/3 kg au jour, 63 \$/18 kg à la semaine et 252 \$/72 kg au mois.

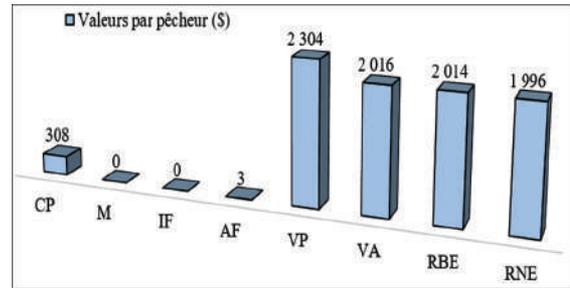


Figure 7 : Estimations comparatives de la création de la richesse pour un pêcheur de Macrobrachium sp au PMM en 2021 (CP = coût de production ; M = ménages ; IF = institutions financières ; AF = administration fiscale ; VP = valeur de production ; VA = valeur ajoutée ; RBE = résultat brut d'exploitation ; RNE = résultat net d'exploitation).

$VA = CP - CI$  ;  $RBE = VA - (M + IF + AF)$  ;  $VA = M + IF + AF + RBE$  ;  $RNE = RBE - \text{Amortissement}$  (Tallec F. et Bockel L., 2005).

Tableau 4 : Variation de la valeur des Macrobrachium sp du Parc Marin des Mangroves sur plusieurs maillons de la chaîne de valeur en 2021 dans le Kongo Central. Les prix de revente varient selon la maturité d'individus des Macrobrachium sp. Il en est de même des plats offerts par les restaurateurs

Pêche	Mareyage	Commercialisation				Consommation
		Revente		Restauration		
Parc 3,5 à 4,5 USD/kg	Parc 5 à 6 USD/kg	Banana	Kinshasa	Moanda	Kinshasa	
		6 à 7,5 USD/kg	10 à 15 USD/kg	7,5 à 20 USD/plat	20 à 50 USD/plat	
		Transformation en plats				
		Conservation				
Collecte						
Production						

la baisse de la production, soit ±1 kg/jour et le prix a tendance à hausser, soit ±9 000 FC (4,5 \$ USD/kg).

Tandis qu'en période moins fructueuse, soit d'avril à août, elle est de 4,5 \$/1 kg au jour, 27 \$/6 kg la semaine et 108 \$/24 kg au mois. Le produit annuel par pêcheur est de ±2 304 \$ USD/624 kg par pêcheur.

Bien souvent rare, un pêcheur de *Macrobrachium sp* paie de 5 000 FC (2,5 \$ USD/an) pour l'achat de la carte de pêcheur artisanal auprès de la Cellule de pêche et aménagement du territoire de Moanda. La pêche est individuelle et les pêcheurs ne font pas recours aux services financiers. La valeur ajoutée (VA) annuelle est estimée à 2 016 USD/pêcheur. Le Résultat Brut d'Exploitation (RBE) annuel est estimé à 2 014 USD, avec un Résultat Net d'Exploitation (RNE) évalué à 1 996 USD/pêcheur. Le coût de production (CP) annuel a été estimé à 308 USD/pêcheur.

### 3.3. Gouvernance de la chaîne de valeur des Macrobrachium sp

#### 3.3.1. Structure et coordination de la chaîne de valeur

Aucune stratégie n'a été signalée dans la fixation coordonnée des prix par les acteurs. La valeur marchande est fixée librement par chaque agent. Toutefois, «la loi de l'offre et de la demande» reste l'ultime mode d'influence des prix sur le marché. La circulation des informations relatives à cette chaîne de valeur n'est pas encadrée de façon formelle. Les acteurs de chaque maillon restent indépendants et agissent de façon dispersée.

#### 3.3.2. Cadre juridique et institutionnel de la pêche des Macrobrachium sp en RDC

La Direction des pêches du Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage est responsable du secteur des pêches. Elle est chargée de la politique et de la

**Tableau 5 : Matrice AFOM (Atouts, Faiblesses, Opportunités et Menaces)**

<b>Atouts</b>	<b>Faiblesses</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaste réseau hydrographique riche en ressources ichtyologiques ;</li> <li>- Disponibilité des ressources humaines à tous les niveaux de la filière ;</li> <li>- Existence d'importants marchés ;</li> <li>- Présence de plusieurs bases militaires pour la sécurisation de la zone.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de coordination des acteurs ;</li> <li>- Instabilité de courant électrique ;</li> <li>- Absence d'aménagement des zones ;</li> <li>- Absence de la collecte régulière des données sur la chaîne de valeur ;</li> <li>- Caractère informel des acteurs clés ;</li> <li>- Absence de législation adéquate ;</li> <li>- Désintéressement du pouvoir public.</li> </ul>
<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence de la diversité des modes de transport ;</li> <li>- Facilité d'accès ;</li> <li>- Ouverture des frontières avec l'Angola et la République du Congo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction du port en eau profonde sur Banana ;</li> <li>- Pêche industrielle dans les eaux saumâtres ;</li> <li>- Pollutions des eaux du fleuve ;</li> <li>- Présence du port illégal d'exportation des grumes installé dans le PMM.</li> </ul>

planification de la pêche, de la mise en application des lois et règlements, de l'appui technique ainsi que des statistiques de pêche. D'autres institutions impliquées dans les activités de pêche incluent le Ministère de l'environnement et des forêts, l'Institut congolais de la faune et les universités de Kinshasa et de Kisangani ainsi que le Centre de Recherche Hydro-biologique d'Uvira (CRHU) qui mènent des recherches et font la formation sur la pêche. Sur le plan opérationnel, le secteur des pêches est animé par le Service National de promotion de la pêche (SENADEP) (FAO, 2021). La pêche en RDC est régie par le décret du 21 avril 1937 sur la pêche et la chasse. L'ordonnance du 18 octobre 1958 précise les modes de pêche qui sont interdits. La mise en application de la réglementation a été profondément compromise par la suppression des corps de métiers en 1983, des brigades de pêche notamment. Cette suppression a entraîné une forte réduction des effectifs des agents de terrain (FAO, 2021).

### **3.3.3. Analyse AFOM (Atouts, Faiblesses, Opportunités et Menaces) de la chaîne de valeur**

Malgré les potentiels qu'offre le PMM, l'analyse du fonctionnement de la chaîne de valeur de *Macrobrachium sp* au PMM présente plusieurs faiblesses et menaces (tableau 5). Celles-ci sont plus caractéristiques de la passivité avec laquelle le gouvernement de la RDC oriente ses interventions dans la gestion de ses aires protégées, surtout dans le domaine de pêche.

## **4. Discussion**

### **4.1. Destruction de la biodiversité des *Macrobrachium sp***

L'espèce (probablement *Macrobrachium vollenhovenii*) ou les espèces des *Macrobrachium* exploitées au PMM ne font pas l'objet d'un suivi régulier. L'étude d'une chaîne de valeur agroalimentaire complète suppose, au préalable, l'identification du produit ainsi que ses stades d'exploitation, son écologie, ses modes de reproduction et caractéristiques biologiques (Scheemann J. et Vredereveld T., 2015). L'exploitation sur base des individus non identifiés et non suivis peut conduire à la destruction de ces stocks et donc réduire la biodiversité du PMM. Le genre *Macrobrachium* comprend des espèces dont le mode de vie est caractérisé par la migration, suite à la variation de la salinité. Les adultes ne vivent qu'en eau douce et les larves se développent souvent en eau saumâtre. Au PMM, la pêche s'effectue sans maîtrise, ni respect de cycles écologiques des espèces. Il n'existe pas de distinction des zones des frayères (à protéger) et des zones de pêche réglementées et suivies. La mise en place d'un port en eau profonde dans Banana est une menace permanente de la diminution de la biodiversité. Outre la disparition d'environ 30% de la superficie du PMM, la construction de cet ouvrage augmentera la pression par l'explosion prévisible de la population de Moanda et de Banana. Le gouvernement congolais se démarque par sa passivité administrative et le caractère obsolète et lacunaire de la législation.

#### 4.2. Amélioration des revenus des exploitants primaires et la gestion durable des ressources

Le Résultat Net d'Exploitation (RNE) étant estimé à 1 996,6 USD/an, la moyenne mensuelle est d'environ de 166,3 USD/pêcheur. Ainsi, les pêcheurs (chefs de familles) recourent aux revenus complémentaires (carbonisation, chasse, etc.) pour subvenir aux besoins de leurs familles (éducation, santé, etc.). Tout cela augmente sensiblement la pression sur le site de conservation (PMM). Cependant, l'adoption de pratiques durables et coordonnées, soutenues par un aménagement des zones (de frayère et de pêche) et un suivi régulier des activités sont un gage de l'amélioration durable des revenus des exploitants de *Macrobrachium sp* au PMM.

#### 4.3. Limites de l'étude face à la durabilité de la chaîne de valeur

La durabilité d'une chaîne de valeur agroalimentaire ressort de l'analyse de sa dimension économique (focalisé sur la viabilité des activités commerciales des acteurs), sa dimension environnementale (se réfère à l'usage durable des intrants et des ressources naturelles), sa dimension sociale (la distribution des bénéfices et des coûts associés à la valeur ajoutée créée) et enfin, sa dimension institutionnelle (qui se focalise sur l'organisation et la coordination des acteurs et le cadre légal) (Scheemann J. et Vredereveld T., 2015). Ainsi, la présente étude n'a pu délibérer sur la durabilité de la chaîne de valeur de *Macrobrachium sp* au PMM, car limitée à son analyse fonctionnelle; Celle-ci suppose également l'étude détaillée de tous les acteurs impliqués (pêcheur, mareyeur, revendeur, restaurateur) et tous les sites d'exploitation.

#### 5. Conclusion

Les crustacés constituent une importante source de protéines animales pour l'alimentation humaine et surtout un maillon important du réseau trophique dans les eaux douces continentales tropicales (Aghaïndum, 2017). L'exploitation des *Macrobrachium sp* de l'estuaire du fleuve Congo est une source de revenus pour plusieurs acteurs (pêcheurs, mareyeurs, revendeurs, restaurateurs). Les résultats font remarquer que cette ressource n'a pas encore fait l'objet d'études taxonomiques approfondies. Il n'existe aucun système de coordination, ni d'appui des acteurs. L'intérêt de

cette analyse, rend indispensable un diagnostic complet de cette chaîne de valeur, qui dégagerait sa durabilité sociale, économique et environnementale. Les interprétations faites font état de plusieurs pressions dues au désintéressement du pouvoir public caractérisé par la vétusté de la politique d'aménagement et l'obsolescence du cadre légal de la pêche. Les services de conservation du PMM sont affaiblis par manque des moyens adéquats. Les Résultats Nets d'Exploitation étant de ±166,3 \$ USD/mois, les pêcheurs font plus de pression sur les ressources, dans le but de compléter les revenus de leurs ménages.

Cette étude laisse une ouverture aux recherches à venir quant aux dimensions environnementale, sociale et économique de la chaîne de valeur des *Macrobrachium sp* et des principales espèces de poissons exploitées au PMM en RDC en vue de contribuer à sa meilleure protection et conservation.

#### Remerciements

Cette étude a été financée par l'Union Européenne à travers la GIZ. Cependant, nous présentons nos gratitude à toutes les parties ayant participé à cette recherche, notamment l'équipe du PMM, les pêcheurs de *Macrobrachium sp* du PMM, les restaurateurs, les mareyeurs, les consommateurs, les revendeurs, toute l'Administration du Territoire de Moanda en charge de la pêche.

#### Références

- Aghaïndum, A.G., Estelle, Y.G., Foto, M.S., Tchakonté, S. et Djieto-Lordon, C. (2017). Facteurs environnementaux et répartition spatiale des crustacés dans un cours d'eau peu anthropisé à Makak (Région du Centre Cameroun). *Physio-Géo*, 11(5487), 181-196. Consulté sur <https://journals.openedition.org/physio-geo/5487>
- Aquilas, F., Adegbola, Y.P., Samey, N., Clohounto, J., Soglo, Y.Y. (2013). Analyse de la compétitivité de la chaîne de valeur ajoutée crevette fraîche et crevette fumée du Bénin. *African Association of Agricultural Economists (AAAE)*, 11 p. Consulté sur <https://ageconsearch.umn.edu/record/160574/files/A...20Soglo%20Y.%20Y.pdf>
- Arrêté Ministériel n° 044/CM/ECN du 02 mai 1992. Création et délimitation d'une réserve dénommée " Réserve Naturelle des Mangroves " ou " Parc Marin". Kinshasa.

- BAD, OCDE, PNUD (2014).** Les chaînes de valeur mondiales et l'industrialisation de l'Afrique: Perspectives économiques. Thématique. Consulté sur <https://internationalbusinesspost.files.wordpress.com/2014/10/rapport-afrique-2014.pdf>
- Bakuba (2021).** Afrique envoutante : Parc marin des mangroves. Consulté sur <http://bakuba.eklablog.com/parc-marin-des-mangroves-a158466096>
- Caid (2021).** Fiche des données par province administration, Kongo central, Territoire de Moanda (rapport annuel 2020). Cellule d'Analyses des Indicateurs de Développement. Kinshasa: CAID. Consulté sur <https://caid.cd> : <https://www.caid.cd/index.php/donnees-par-province-administrative/province-de-kongo-central/territoire-de-moanda/?secteur=fiche>
- FAO (2018).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les ODD. Rome. Consulté sur <https://www.fao.org/3/I9540FR/i9540fr.pdf>
- FAO (2021).** Profils des pêches et de l'aquaculture par pays : République Démocratique du Congo. (D. d. l'aquaculture, Éd.) Consulté sur <https://www.fao.org/fishery/facp/COD/fr>
- Gordon, N., Ajonina (2016).** Mangroves and Wetlands of Sub-Saharan Africa: Potential for Sustainable Livelihoods and Development. Nigeria.
- ICCN, (2016).** Présentation de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature : les aires protégées de la RDC. Kinshasa, RDC. Consulté sur <https://www.iccnrdc.org/parcs.htm>
- Joseph, J.-L. et Romiti, G. (2021).** Quelle pêche durable en mer face au changement climatique ? Paris. Consulté sur [https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2021/2021\\_16\\_peche\\_durable.pdf](https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2021/2021_16_peche_durable.pdf)
- Mormont, M. (2012).** Services écosystémiques et développement rural : Propositions méthodologiques. Réseau wallon de Développement Rural, 21. Consulté sur [https://www.reseau-pwdr.be/sites/default/files/270514\\_121212\\_er\\_servicesecosystemiquesetdeveloppement rural.pdf](https://www.reseau-pwdr.be/sites/default/files/270514_121212_er_servicesecosystemiquesetdeveloppement rural.pdf)
- Ramsar (2021).** Service d'information sur les Sites Ramsar : Parc Marin des Mangroves. (RAMSAR, Éd.) Consulté sur <https://rsis.ramsar.org/fr/ris/788?language=fr>
- Russell, D. et Hanoomanjee, S. (2012).** Guide sur l'analyse et la promotion de la chaîne de valeur. PESCARES ITALIA SRL, Maurice. Consulté sur <http://acpfish2-eu.org/uploads/projects/id424/Manual%20SA-4.1-B20%20-%20FR.pdf>
- Scheemann, J. et Vredereveld, T. (2015).** Lignes directrices pour sélectionner des chaînes de valeur Intégration des critères économiques, environnementaux, sociaux et institutionnels. (GIZ, Éd.) Consulté sur [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/documents/instructionalmaterial/wcms\\_463147.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/instructionalmaterial/wcms_463147.pdf)
- Tallec, F. et Bockel, L. (2005).** L'approche filière : Analyse financière. (FAO, Éd.) EASYPOL. Consulté sur <https://www.fao.org/3/am349f/am349f.pdf>
- UICN (2013).** Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. Consulté sur <http://www.iucnredlist.org>
- WorldFish (2021).** Illuminating Hidden Harvests to shine a light on small-scale fisheries. Consulté sur <https://www.worldfishcenter.org/blog/illuminating-hidden-harvests-shine-light-small-scale-fisheries>

## Evaluation des mesures du PGES après la construction du barrage hydroélectrique de Mekin dans les villages Mekin, Nyabizou et Awoan

Atia Mono J.B.<sup>1</sup>, Foudjet E.A.<sup>2</sup>, Kabou H.<sup>3</sup>

- (1) **Etablissement** : CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun/  
e-mail : jeanbienvenuatia97@gmail.com  
(2) **Superviseur Académique** : Professeur Titulaire des Universités, CRESA Forêt-Bois, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun  
(3) **Encadreur Professionnel** : chef de la Cellule des Etudes , de la Prospective et de la Coopération à HYDROMEKIN, Cameroun

DOI : <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6391520>

### 1. Objectif Général (OG)

Faire une évaluation de la mise en œuvre des mesures du Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) post construction du barrage hydroélectrique de Mekin dans les trois villages.

### 2. Objectifs spécifiques (OS)

A partir des données collectées sur le terrain et du rapport de l'Etude d'Impact Environnemental et Social.

**OS1** : faire l'état des lieux des villages Mekin, Nyabizou et Awoan ;

**OS2** : analyser l'effectivité et la performance des mesures mise en œuvre ;

**OS3** : Proposer les mesures permettant de rendre plus efficaces les mesures du PGES.

### 3. Hypothèse Générale

Le barrage hydroélectrique de Mekin suscite une évaluation de ses mesures contenues dans son Plan de Gestion Environnementale et Sociale.

### 4. Hypothèses Spécifiques

**H1** : Etat actuelle des lieux permettra de mieux analyser l'effectivité et la performance des mesures du PGES ;

**H2** : l'analyse de l'effectivité et de la performance peut permettre de mieux proposer des mesures pour les rendre plus adhérentes;

**H3** : les propositions des mesures peuvent encourager la considération véritable du développement durable.

### 5. Méthodologie

#### 5.1. Zone d'étude

Le projet d'aménagement hydroélectrique de Mekin est situé dans la région du Sud Cameroun, Département du Dja-et-Lobo (Chef-lieu Sangmélina), qui est le plus grand Département, il s'étend sur 19.911 Km<sup>2</sup>. Il est subdivisé en 8 Arrondissements parmi lesquels l'arrondissement de Meyomessala où se trouve le village Mekin.

Le projet est situé à 1,5 km de la confluence entre le fleuve Dja, les rivières Lobo et Sabe. Mekin a pour coordonnées géographiques : 3°14'53' latitude N et 12°25'25" longitude E. Le bassin versant du site est situé entre 3°04'50' et 3°35'57' de latitude Nord et 11° 51'53" et 12°30' de longitude Est. Il est compris dans le bassin versant du Dja. La superficie totale noyée sera de 45,30 km<sup>2</sup> soit 4530 ha. Le site du projet est à environ 200 km de Yaoundé la capitale politique du Cameroun. Cette localité qui est située au Nord-Est de l'arrondissement de Meyomessala est limitée au Nord par l'arrondissement de Bengbis et la rivière Lobo, au Sud par les localités d'Ekok et de Koumangolo, à l'Est par la réserve du Dja, le fleuve Dja et la rivière Sabe, à l'Ouest par les localités de Mekomo et la rivière Ndjolo. (EIES MEKIN, 2010).

#### 5.2. Collecte des données

La collecte des données primaires est issue des observations directes et participative de terrain, des entretiens/ interviews, des focus group avec des personnes ressources, des questionnaires administrés auprès des populations et échantillonnages. Les

données secondaires, ont été collectées auprès de l'entreprise Hydro-Mekin, l'UNESCO, la COMIFAC, bibliothèque du CRESA Forêt-Bois.

#### 4.3 Méthode d'analyse des données

le traitement et l'analyse des données ont consistés à l'aide des différents informations recueillies sur le terrain en la présentation de l'état des lieux des trois villages grace au processus d'établissement des EIES par BET CONTEC SARL, ensuite de faire une analyse de l'effectivité et de la performance des mesures grace à word, excel, aux différents matrice et grille d'évaluation des mesures «Leopold, Fecteau» et enfin faire des propositions des mesures correctives.

### 6. Résultats

#### R1 état des lieux des trois villages

##### R1.1. Environnement biophysique

Lors de nos descentes dans les trois villages Mekin, Nyabizou et Awoan respectivement, nous avons observé que les sols sont généralement ferrallitiques et hydromorphes avec des spécificités pour chaque village. Les trois villages ont une végétation herbacée, et sont parsemés d'arbustes et d'arbres dans le paysage agraire et remplis d'espèces forestières dans les bosquets et forêts. La canopée de cette dernière est située entre 0 et 20 m. On retrouve les espèces ligneuses comme les *Guibourtia Tessmanii* (Bulinga) de la famille de Fabacée ; les *Entandrophragma cylindricum* (Sapeli) de la famille des meliacées ; le *Baillonella toxisperme* (Moabi) de la famille des Sapotacée. S'agissant de la faune, elle est constituée d'espèces sauvages (céphalophes (*Cephalophus sp.*), les néotragues (*Neotragus batesi*), vulgairement appelés lièvres, qui deviennent de plus en plus rares à rencontrer et d'espèces domestiques (poulets, porcs, chèvres, etc.).

##### R1.2. Environnement social

Les villages Mekin, Nyabizou et Awoan présentent une population riveraine ayant un âge compris entre 0 à 70 ans. La population dans ces villages est estimée à 1 308 individus repartis respectivement comme suit : environ 1 250 individus autochtones à Mekin, 50 individus à Nyabizou et de 8 individus autochtones à Awoan. Les trois villages présentent une cosmopolite d'ethnies (Djougoun, Mousgoun, Arabe Choa, Bamoun, Bayah, Tikar et Kotoko) venant du Cameroun et des pays voisins (Mali, Nigeria, Tchad) et estimée à 1 000 individus comptant en son sein les hommes (55%), les femmes (30%) mais aussi les jeunes (15%)

Les enquêtes auprès de l'infirmier Hydro-Mekin et de la petite clinique clandestine ont relevé l'état de santé des populations des villages Mekin, Nyabizou et Awoan. Les populations des trois villages sont touchées par des maladies hydriques, les maladies hôtes de l'homme ayant des pourcentages variant de l'homme à la femme en passant par les enfants.

L'absence totale d'infrastructures scolaires dans les trois villages lors de nos descentes, explique la sous scolarisation de la plupart des enfants des trois villages qui passent les jours dans les aires de chantier à jouer. Et, pour ceux qui vont à l'école le chemin de quelques kilomètres pour s'y rendre est très difficile, la plus proche école étant à Ekok pour le cas du village Mekin et Nyabizou. Les observations et les enquêtes sur le terrain nous ont permis de voir et d'apprendre que les rapports entre les différents acteurs qui concourent à faire vivre les villages ne sont pas au beau fixe. On a relevé les plaintes d'extorsion des pêcheurs par certains individus, le mécontentement des villageois de Mekin de la commune de Meyomessala, la non communication entre les villageois autochtones, les dirigeants d'Hydromekin et les populations d'ailleurs. Nous avons relevé un brassage culturel au village Mekin allant du domaine culinaire, au jeu de distraction.

##### R1.3. Environnement économique

Voie routière principale goudronnée bien que n'ayant pas été achevée. Elle permet de relier le village Mekin à d'autres villages, voire aux petites villes favorisant ainsi un déplacement aisé des biens et services des populations. Ce qui n'est pas le cas des villages Nyabizou et Awoan, qui présentent encore des pistes pour le déplacement des biens et services de ses populations. Les pirogues en pagaies ou à moteur permettent de relier les villages. Après enquête auprès des personnes ressources, on a relevé que les populations ont reçues des formations sur les techniques de pêches et de fumage du poisson, des nouvelles techniques de pratiques agricoles, sur la lutte contre le braconnage et une distribution des kits agricoles, bien que ne venant pas de la structure Hydromekin mais de Sudhevea.

Les observations participatives et les enquêtes sur le terrain nous ont permis de constater que la pratique agricole bien qu'étant extensive et sur brûlis, était en perte de vitesse dans les trois villages. Ceci est dû à l'ennoisement des sols, au pourrissement des produits (manioc, macabo, arachides, etc.) pendant leur développement. Pour le cas des produits de rentes comme le cacao, le palmier à huile, ils sont

abandonnés à cause du manque de terres et du non rendement. Lors des récoltes, les femmes sont les plus présentes à cette activité que les hommes.

## **R2. Analyse de l'effectivité et de la performance des mesures**

### **R2.1. Analyse de l'effectivité**

Il ressort de ces évaluations que le niveau de mise en œuvre effective des mesures à date du 16 juin 2021 se résume comme suit :

- Pour les mesures relatives aux impacts d'importance majeure, les mesures réalisées ont un pourcentage de 75%, les mesures en cours de réalisation ont un pourcentage de 18,75% et ceux non réalisées ont un pourcentage de 6,25%.
- Pour ce qui est des mesures relatives à importance moyenne, les mesures réalisées ont un pourcentage de 50,5%, les mesures en cours de réalisation sont de 12,50% et ceux non réalisées ont un pourcentage de 37,50%.

### **R2.2. Analyse de la performance**

Elle se détermine à la suite de l'analyse de ses critères: efficacité, pertinence, impact et durabilité.

- Efficacité : il ressort de l'analyse de l'efficacité des mesures mises en œuvre que les mesures efficaces ont un pourcentage de 46%, les mesures plus efficaces ont un pourcentage de 29% et le pourcentage des mesures non efficace est de 25%.
- Pertinence : après analyse des critères d'évaluation de la pertinence des mesures il ressort que la pertinence globale des mesures enregistre une note de 4 pour un pourcentage de 70% conduisant à une appréciation satisfaisante.
- Impact : après analyse des paramètres de l'impact des mesures, il ressort que l'impact des mesures enregistre une valeur de l'importance relative de 1,76 inférieur à la moyenne.
- Durabilité : grâce à la boussole bernoise du développement durable il en ressort que le critère environnemental enregistre une durabilité de -0,75, le critère économique enregistre une moyenne de 3 et celui du social enregistre une moyenne de -1.

Après analyse de ses critères il en ressort que la performance des mesures d'aménagement du barrage hydroélectrique de Mekin a reçu une côte de 3 correspondants à une performance plutôt satisfaisante.

## **6. Conclusion**

« La réalisation du développement ne se fait pas par des décisions bureaucratiques, ou par le biais de rapports

techniques fin prêts et manquant de crédibilité. Cela requiert plutôt la connaissance profonde de la réalité des peuples et de leurs spécificités, l'analyse objective des contextes dans lesquels ils vivent, et le travail de terrain sérieux qui répond à leurs aspirations et leurs préoccupations réelles. » (FDC, 2021).

La réalisation du développement durable constitue l'un des défis les plus pressants pour l'humanité entière et particulièrement pour le Cameroun, surtout qu'il s'agit de trouver le nécessaire équilibre entre les impératifs du progrès économique et social et l'exigence de protection de l'environnement ainsi que la nécessité de préserver les droits des générations à venir. D'où son adhésion et l'application de la mise en œuvre de «l'Agenda 2030» répondant aux 17 objectifs du développement durable et aussi l'application de «l'Agenda 2063» ayant pour slogan «l'Afrique que nous voulons» devront être le socle des plans de développement du Cameroun.

La prise en compte des mesures et leurs suivi-évaluation avant, pendant et après leurs mises en œuvre requièrent un intérêt particulier pour les bailleurs de fonds, et le respect des procédures de réalisation des projets permettra une attractivité des partenaires très importants. C'est ainsi que le bien-être des populations riveraines des milieux récepteurs des projets sera garanti, les populations intégreront la conscience environnementale et les entreprises développeront un esprit de responsabilité sociétale. Tout ceci permettra l'émergence en 2035 du Cameroun.

## **7. Recommandations**

### **- Aux Ministères et particulièrement le MINEPDED**

Nous proposons que l'Aspect environnemental fasse partie des priorités lors des réalisations des projets et que le suivi-évaluation soit plus rigoureux et publié sur les plateformes dédiées.

### **- A la société BET CONTEC SARL**

L'intégration de la gestion des impacts à importance mineure dans les PGES qui semblent négligeables mais, peuvent causer d'énormes dégâts tant sur l'environnement que sur l'aspect socio-économique. Elle doit intégrer aussi les impacts générés pendant et à la fin de chaque phase des projets.

### **- A la société HYROMEKIN,**

Un suivi en continu de la plateforme d'échange populations riveraines-société Hydrimekin, une sensibilisation avant, pendant et après la réalisation

de chaque mesure du PGES auprès des populations riveraines ;

- \* La réalisation à temps des activités des mesures du PGES, pour une protection efficace et efficiente de l'environnement et l'amélioration des conditions de vie des populations riveraines ;
- \* De faire part aux acteurs du contrôle du suivi-évaluation, des mesures du PGES qui ne sont pas réalisables ;
- \* Une communication au grand public de la suite des activités de mises en œuvre des mesures du PGES du projet hydroélectrique de Mekin.

**- A l'UNESCO et aux ONG présentent dans la zone**

Une large sensibilisation de leurs objectifs auprès des populations riveraines et des organisations, des séminaires de formations à certains riverains pour la pérennisation des actions dans les localités.

**- A CTD de MEYOMESSALA**

Une proximité des autorités de la mairie de Meyomessala auprès des populations villages

environnants permettrait une multiplication des actions sociales plus dans le domaine de la santé, l'éducation et l'accès à l'eau potable en quantité et en qualité, et de l'emploi en nombre des jeunes des villages Mekin, Nyabizou et Awoan.

**- Aux populations riveraines**

Une appropriation et une préservation des acquis du projet, afin d'éviter des actes d'incivisme et de vandalisme pouvant dégrader les infrastructures présentes dans les localités.

**Mots clés :** *PGES, évaluation, barrage, barrage hydroélectrique.*

**Mémoire de master professionnel en Evaluation Environnementale et Aménagement du Territoire 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**

### Nécrologie

Le Coordonnateur Régional du RIFFEAC a le grand regret d'annoncer le décès du Docteur HIOL HIOL François (Ancien Coordonnateur du CRESA Forêt-Bois de 2014 à 2018), survenu le samedi 02 avril 2022 à l'Hôpital Général de Yaoundé (Cameroun) des suites de maladie.

Le Docteur HIOL HIOL, Expert Forestier a été Chargé de Cours à la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang au Cameroun.

Les témoignages des collègues que nous attendons déjà seront publiés dans le volume 19 de la Revue du RIFFEAC à paraître en octobre 2022.



**Dr. HIOL HIOL François**

### Communiqué de presse: La République d' Angola rejoint la Comifac pour protéger le premier puits de carbone du monde - COMIFAC

*13 janvier 2022*

La Commission des forêts d'Afrique centrale (Comifac), organisme commun aux pays de la sous-région chargé de la coordination des actions en matière de conservation et de gestion durable des écosystèmes forestiers, annonce l'adhésion de la République d'Angola à l'institution en tant que onzième État-membre. Le 20 octobre, le Président João Lourenço, après un vote à l'Assemblée nationale angolaise, a signé la lettre d'adhésion de son pays.

Les 11 pays vont poursuivre leurs efforts de coordination et d'harmonisation des politiques publiques en faveur des 268 millions d'hectares de couverture forestière du Bassin forestier du Congo, et de ses 100 millions d'habitantes et habitants. Les États-membres continueront de classer de plus en plus de surface en aire protégée. L'Angola participera aussi à la collecte et à la publication de données cruciales pour l'adaptation des politiques publiques dans cette zone exceptionnelle et fragile.

Le Bassin du Congo abrite 10 000 espèces de plantes - dont 30% sont endémiques - 1 300 espèces d'oiseaux, 400 espèces de mammifères ainsi que des animaux mythiques comme l'okapi, le gorille des montagnes, le chimpanzé...

La région est le plus grand puits de carbone au monde et l'Accord de Paris, qui entend conserver un réchauffement global inférieur à 1,5°C, ne peut se permettre de la voir brûler. La Comifac joue ainsi un rôle de premier plan dans la lutte globale contre le changement climatique.

Mais, plus de 16,6 millions d'hectares de forêt sont partis en fumée entre 2000 et 2014. Plus largement, les feux de forêts en Afrique subsaharienne représenteraient un cinquième des émissions mondiales de gaz à effet de serre. L'Angola connaît un péril semblable. Son couvert forestier, qui occupe environ 40% de sa surface, est en danger, et a diminué de 5,3% entre 2002 et 2020, selon Global Forest Watch.

La Comifac et l'Angola ont déjà des relations étroitement imbriquées. Luanda influe fortement sur les échanges économiques régionaux. Le pétrole représente environ 50% de son PIB et 89% de ses exportations (selon l'OPEP). Et l'élevage occupe une part importante de la population.

Du fait de sa situation géographique, l'Angola offre à la Comifac un territoire d'action stratégique, vers le Sud et vers l'Océan Atlantique.

La Comifac salue enfin le travail de ses États-membres, le Burundi, le Cameroun, le Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale, la République centrafricaine, la République démocratique du Congo, le Rwanda, Sao Tomé et Príncipe, le Tchad et de ses partenaires, au premier rang desquelles l'agence de coopération internationale allemande pour le développement, la GIZ.

Jules Doret Ndongo, Président en exercice de la COMIFAC a déclaré :

“Une adhésion historique, et nécessaire. La Comifac doit s’agrandir pour assurer la survie de notre bassin forestier, premier puits de carbone au monde, si crucial pour l’avenir de l’humanité. Nous nous réjouissons du travail conjoint et enrichissant avec nos nouveaux partenaires. Nous espérons accueillir d’autres pays du continent... et même d’ailleurs, dans les prochains mois. Toutes les énergies et synergies doivent converger pour le Bassin forestier du Congo.”

Mme Paula Cristina Francisco Coelho, Ministre de l’environnement de l’Angola :

“Mon pays se devait de rejoindre la Comifac dans

sa noble mission de protéger les forêts d’Afrique centrale. Nos destins étaient liés depuis longtemps et notre adhésion à la Comifac vient formaliser cette situation. Nous travaillons déjà main dans la main et invitons nos partenaires techniques et financiers à nous rejoindre dans notre tâche.”

Bien vouloir télécharger ci-dessous la lettre d’adhésion de l’Angola:

<https://pfbc-cbfp.org/actualites-partenaires/Angola-comifac.html?file=files/docs/news/1-%202022/lettre%20d%27adh%C3%A9sion%20de%20l%27Angola%20%C3%A0%20la%20COMIFAC.pdf>

## **Conservation Biodiversité - COMIFAC : 33<sup>ième</sup> réunion du Groupe de Travail Biodiversité d’Afrique Centrale**

*16 février 2022*

La COMIFAC réunit ses experts et points focaux de la Convention de la biodiversité et de ses protocoles additionnels pour la tenue de la 33<sup>ième</sup> réunion du Groupe de Travail Biodiversité d’Afrique Centrale (GTBAC 33). Du 14 au 18 février 2021, le Secrétariat Exécutif de la COMIFAC organise la trente-troisième réunion du GTBAC (GTBAC-33). Cette réunion présidée par le Secrétaire Exécutif de la COMIFAC, s’est ouverte sur un mot préliminaire tour à tour porté par le Pilote du GTBAC, le Directeur de Projet Régional GIZ d’appui à la COMIFAC et la Co-facilitateur du Partenariat pour les Forêts du bassin du Congo. Le Secrétaire Exécutif de la COMIFAC a, par la suite salué l’adhésion de l’Angola à la COMIFAC et donc très prochainement aux différents groupes de travail de la COMIFAC (climat, biodiversité, sous-groupe aires protégées et faunes sauvage, gouvernance forestière, désertification, etc.).

Cette 33<sup>ième</sup> réunion, conjointement appuyée par le Programme ECOFAC6 de l’Union européenne et le Projet régional GIZ d’appui à la COMIFAC, représente un pari important en guise de levier stratégique de la préservation de la biodiversité régionale. De fait, garantir une utilisation durable des ressources naturelles, assurer un partage juste et équitable des avantages découlant de l’exploitation des ressources génétiques, veiller à la santé humaine et environnementale, promouvoir le bien-être humain, sont assurément autant d’enjeux à défendre dans ce cadre.

La 15<sup>ième</sup> Conférence des parties de la CDB prévue à Kunming en Chine en 2022 se penchera sur le

déroulement et les résultats de la mise en œuvre du Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique, en vue de fixer la décision finale concernant le cadre mondial de la biodiversité pour l’après-2020, ainsi que des décisions sur des sujets connexes, dont le renforcement des capacités, la mobilisation des ressources, etc..

Mettant l’emphase sur les questions de juridiction internationale aux fins de la réglementation de l’usage des ressources issues de la biodiversité, il est attendu de ce 33<sup>ième</sup> GTBAC, le décryptage des recommandations adoptées lors des précédentes réunions, l’analyse du draft 1 du cadre mondial biodiversité post 2020 et l’examen des questions inscrites aux ordres du jour de l’OSASTT/SBSTTA-24 (24<sup>ième</sup> rencontre de l’organe subsidiaire en charge de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques du CDB) et de la SBI 3 (3<sup>ième</sup> réunion préliminaire de l’organe subsidiaire sur sa mise en œuvre).

Cette démarche méthodologique permettra à la COMIFAC et à ses pays membre une préparation efficace à l’effet de l’élaboration d’une position commune de l’Afrique Centrale pour la prochaine COP15, ainsi que la 10<sup>ième</sup> Conférence des Parties agissant en qualité de Réunion des Parties au protocole de Cartagena (COP-MOP 10) et la 4<sup>ième</sup> Conférence des Parties agissant en qualité de réunion des parties au protocole de Nagoya (COP-MOP 4) toutes prévues au courant de l’année 2022. En guise de rappel, le Groupe de Travail Biodiversité d’Afrique

## Nouvelles

---

Centrale (GTBAC) est un outil de planification du Secrétariat Exécutif de la COMIFAC, qui a pour mission de rendre opérationnel les aspects traitant de

la biodiversité. A ce titre, le GTBAC accompagne les pays dans la préparation des réunions internationales et l'élaboration des positions communes.

### **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.

### **Gestion durable du bassin du Congo : L'Organisation internationale de la Francophonie (OIF) dévoile sa stratégie**

Pour préserver de manière durable la biodiversité du bassin du Congo, l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF) vient de développer et mettre en place l'Initiative de la Francophonie pour le bassin du Congo (IFBC). Selon l'OIF, l'objectif de l'initiative est de contribuer à la conservation du bassin du Congo, à travers la gestion durable des ressources énergétiques et environnementales de ses écosystèmes. De manière concrète, il est question de répondre aux attentes des 10 pays francophones du bassin du Congo [Burundi, Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, RDC, Rwanda, Sao-Tomé-et-Principe et Tchad] dans le cadre régional de la commission Climat du bassin du Congo et de son instrument financier, le Fonds bleu du bassin du Congo. La Francophonie entend ainsi jouer un rôle majeur dans la mobilisation de la solidarité internationale en général et francophone en particulier au profit de toutes les catégories d'acteurs (les jeunes et femmes notamment).

Afin de donner corps à ce « projet phare, structurant et transversal à toutes les actions de la Francophonie »

tel que présenté par le représentant de l'OIF pour l'Afrique centrale, Fadamba Madakome Waguena, un atelier de concertation des parties prenantes sur les enjeux et défis du bassin du Congo s'est tenu à Yaoundé (Cameroun) du 24 au 26 novembre 2021. L'ambition est d'amorcer la co-construction de l'initiative en vue d'aboutir à un dossier de mobilisation des ressources optimales pour sa mise en œuvre effective. Cela passe par l'identification des principales niches de positionnement à haute valeur ajoutée pour la Francophonie par rapport aux actions et initiatives en cours dans le bassin. Il est également question des projets de terrain à impact rapide en faveur des jeunes et des femmes pour renforcer l'initiative, tout en s'assurant que les autres actions intègrent la perspective égalité hommes-femmes. Un premier dialogue des parties prenantes a été organisé le 8 octobre par visioconférence.

#### **10% de la biodiversité mondiale à préserver**

« L'objectif de l'initiative n'est nullement de dupliquer les initiatives existantes, ni de se substituer aux

acteurs de terrain sur les priorités qu'ils ont identifiées et sur lesquelles ils travaillent si bien. Le principe de la subsidiarité est au contraire au centre de son approche stratégique, afin de positionner la Francophonie sur les niches où elle pourrait apporter une haute valeur ajoutée », indique M. Fadamba Madakome Waguena. En outre, la solidarité mobilisée permettra d'accompagner la Commission climat du bassin du Congo à mettre en œuvre son plan d'investissement climat qui est estimé à 10 milliards de dollars, soit plus de 5831 milliards de F.CFA, sur une période de dix ans, de l'avis du directeur par intérim de l'IFDD, Tounao Kiri.

La société civile est également mise à contribution, dans un contexte où l'une des faiblesses des pays du bassin du Congo est la capacité de mobilisation de ressources financières. « Aujourd'hui, on nous parle de 100 milliards de FCFA dans le cadre climatique, mais nous ne pouvons pas les mobiliser. L'expertise de la Francophonie va permettre de combler cette lacune. Cette initiative arrive à point nommé au moment où la CEEAC a mis en place des agences d'exécution », confie le président du Réseau des organisations de la société civile pour l'économie verte en Afrique centrale

(Rosevac), Nicaise Moulombi. Faut-il rappeler que l'intervention de la Francophonie fait suite à la visite de sa secrétaire générale, Louise Muskikiwabo, au Congo du 24 au 27 octobre 2020. Visite au cours de laquelle le président congolais, Denis Sassou Nguesso, lui a demandé d'être « la marraine » de la commission Climat du bassin du Congo en général et du Fonds bleu pour le bassin du Congo en particulier.

Etant donné que la dividende démographique dans le bassin du Congo (qui verra sa population passer à plus de 400 millions d'âmes en 2050 selon les sources officielles), va aggraver et accentuer la pression sur sa biodiversité endémique, l'entrée en scène de la Francophonie vient à point nommé. Avec ses 1,56 millions de km<sup>2</sup> de forêt tropicale, le bassin du Congo est la deuxième réserve mondiale de séquestration de carbone. Il détient 10% de la biodiversité mondiale et compte 30% de réserves africaines d'eau douce ainsi que 34% de réserves mondiales de minerais précieux, comme l'or, l'uranium, le cobalt et le cuivre. A l'heure actuelle, la mise à nu probable de ses 30 milliards de tonnes de tourbières découvertes en 2017 remettrait en cause tous les engagements de l'Accord de Paris sur le climat.

### **Cameroun : L'organisation internationale WildAid et le gouvernement disent " non " à la consommation de la viande du pangolin**

Le pangolin fait l'objet de menaces de plus en plus accentuées au Cameroun. Selon une enquête réalisée du 1er au 14 septembre 2021 par l'organisation environnementale WildAid et le Groupe d'action sur la viande de brousse en Afrique centrale (CABAG), le pangolin est la deuxième forme de viande de brousse la plus fréquemment consommée (après le porc-épic), avec 49% des consommateurs identifiés dans les villes de Douala et Mbalmayo au cours des 12 derniers mois, sur un échantillon de 424 consommateurs de viande de brousse. Auparavant, une autre enquête menée dans cinq villes du Cameroun a révélé une faible connaissance par les populations de la loi de 2017 protégeant les pangolins au Cameroun. Les statistiques indiquent que seuls 29% des répondants savaient qu'il est illégal de tuer et de commercialiser tous les espèces de pangolin. Une « écrasante » majorité (93%) était fière de l'existence des pangolins au Cameroun.

Pour militer en faveur de la préservation de cette espèce, WildAid a mis à contribution des légendes du football comme Rigobert Song et des musiciens comme Stanley Enow et Locko. Ces derniers se sont constitués comme les parrains de la campagne

« Disons non à la viande de pangolin », qui vise à faire prendre conscience du rôle des pangolins dans le maintien d'un environnement sain. Ce d'autant plus que « les pangolins se reproduisent lentement et ne peuvent avoir qu'un seul petit tous les 18 mois. L'utilisation commerciale illégale de la viande peut rapidement réduire leur nombre et les menacer d'extinction », fait savoir le président de WildAid, Peter Knights Obe.

Le Cameroun a surtout pris la pleine mesure de la nécessité de protéger cet animal, à travers des opérations coup de poing et le renforcement des patrouilles sur le terrain, notamment au niveau des aires protégées. D'après le directeur de la faune et des aires protégées au ministère camerounais des Forêts et de la Faune (MINFOF), Joseph Lekealem, la sensibilisation doit aller au-delà des milieux ruraux et s'étendre même dans les villes. Pour décourager la consommation du pangolin, le consultant junior auprès de WildAid, Simon Denyer, pense qu'on pourrait trouver des alternatives comme la consommation du poulet du village, du porc, du poisson et du bœuf.

Quatre tonnes d'écaille de pangolin, soit l'équivalent

## Nouvelles

---

de 4000 kg ont été saisis au poste douanier de Gashiga, dans la partie septentrionale du pays en mars 2021, pour une valeur d'environ quatre milliards de F. Au niveau international, entre 100 000 à plus de 2,5 millions de pangolin sont prélevés dans la nature

chaque année en Afrique et en Asie. Les populations des huit espèces de pangolin dont trois répertoriés au Cameroun (pangolin géant, pangolin à ventre blanc et pangolin à ventre noir; Ndlr) sont en voie d'extinction, selon la convention CITES.

### 22 nouvelles espèces animales disparues aux Etats-Unis

Le 29 septembre dernier, la commission du US fish and Wildlife Service à annoncé le déclassement de 22 nouvelles espèces animales de la liste des animaux en voie de disparition aux Etats-Unis. La raison est simple : ces espèces auraient officiellement disparu. Cette liste inclut les espèces suivantes :

#### Oiseaux :

La paruline; Le Zostérops bridé ; Le pic à bec ivoire; Maui kepa ; Hémignathe de Kauai ; Hémignathe de Oahu ; Hemignathus affinis ; Le grimpeur de Molokai; Po-o-uli masqué; Kaula ; Grand muguet.

#### Moules :

La moule de Marshal ; La moule a fleur tuberculée; Epioblasma othcaloogensis ; Stirrupshell ; Le combshell des hautes terres ; Epioblasma florentina.

#### Poissons :

Le gambusia de San Marcos ; Noturus trautmani.

#### Chauve-Souris :

Pteropus tokudae.

#### Une protection trop tardive des espèces :

Ces espèces ont commencé à être protégées uniquement par le Endangered Species Act, passé en 1973. On pourrait considérer que malgré tous les efforts déployés en vue de protéger ces espèces, elles étaient déjà trop peu nombreuses pour être sauvées dans un laps de temps aussi court.

#### Une extinction difficilement solvable :

Ces espèces proviennent en majorité de deux endroits : Hawaii (pour les oiseaux) et l'État d'Alabama pour les moules. Il semblerait que pour les oiseaux d'Hawaii, la cause d'extinction la plus commune serait la malaria des oiseaux (touchant également les chauve-souris), celle-ci,

transmise par les moustiques. Les espèces des oiseaux disparus logeaient en altitude, là où originellement, on ne trouve pas de moustique, malheureusement en raison du réchauffement climatique, les moustiques ont commencé à migrer vers de plus hautes altitudes touchant ainsi ces espèces. La propagation d'une telle maladie est très difficile à combattre ou à éviter.

Pour ce qui concerne les moules, les réelles causes sont incertaines. Il semblerait qu'il s'agirait de la transformation des rivières en lacs (à l'œuvre depuis les 100 dernières années) qui aurait déséquilibré l'écosystème des moules. De manière générale, l'extinction d'une espèce à une causalité multifactorielle, elle est due en majorité aux diverses activités humaines réduisant leurs surfaces d'habitation et l'introduction d'espèces invasives.

De réels efforts de conservation mis en oeuvre

Bien que ce bilan semble assez négatif, il faut le remettre en contexte. La Ecological Society of America (ESA) à réussi avec succès à éviter l'extinction de plus de 99% des espèces de cette liste élaborée en 1973.

Grâce aux nouvelles technologies et à la participation des citoyens dans le recensement d'espèces (ornithologique notamment), la conservation devient de plus en plus efficace. Les biais de la conservation existent malheureusement toujours, notamment dans l'élaboration de législations adaptées.

De nouvelles sous-disciplines ont vu le jour ces dernières années, tel que la psychologie de la conservation, alliant les connaissances dans le domaine de la biologie et de la psychologie de la conservation. Nous pouvons espérer que de meilleures stratégies de conservation soient prises afin d'éviter une extinction trop massive de la biodiversité.

### Cameroun : Près de 43 tonnes d'emballages plastiques non biodégradables détruits

La délégation régionale du ministère en charge de l'Environnement pour le Nord a détruit 42,5

tonnes d'emballages plastiques non biodégradables, le 29 septembre 2021 à Garoua. Les emballages

non conformes ont été saisis dans la nuit du 19 au 20 septembre par les éléments de la Douane camerounaise, opérant dans le cadre de l'opération Halte au commerce illicite zone 3 (Halcomi 3). La cargaison était constituée de 531 ballots.

L'initiative a été saluée par Greenpeace Afrique qui demande par ailleurs au gouvernement de redoubler de vigilance pour l'abolition du plastique. « Presque huit ans après, ces sachets plastiques continuent de servir d'emballage dans les marchés et se retrouvent malheureusement dans la rue après utilisation. A terme, ils se retrouvent enfouis dans les sols ainsi que dans des cours d'eau. Un processus qui se répète au fil des ans et qui contribue à boucher les drains et autres voies d'évacuation des eaux dans nos villes, contribuant à la recrudescence des inondations tel qu'on les a vécus à travers le pays ces derniers mois », explique Ranece Jovial Ndjeudja, responsable de la campagne forêt chez Greenpeace Afrique.

En 2012, un arrêté conjoint n° 004/ Minepded/ Mincommerce du 24 octobre de la même année avait été signé pour interdire la fabrication, l'importation, la détention et la commercialisation des emballages plastiques non biodégradables, à basse densité inférieure ou égale à 60 microns d'épaisseur (un micron vaut 1/1000 mm) ainsi que les granulés servant à leur fabrication. Comme alternative, le ministre de l'Environnement, Helé Pierre, avait prescrit le recours à l'utilisation des emballages en matériaux non-ligneux comme le raphia, les écorces de bananier...; les sacs en tissu ou en jute, etc. Malgré cette réglementation, l'utilisation des emballages plastiques non conformes a la peau dure. Le sujet est d'autant plus d'actualité que le thème de la journée mondiale 2021 des droits du consommateur célébrée le 3 juillet, portait sur le thème « Lutter contre la pollution plastique ».

### **" Pour l'amour de la baie " un regard sur l'économie bleue durable de la Baie des Chaleurs**

Penser l'économie bleue à travers le vivant c'est ce que l'évènement «Pour l'amour de la baie» a tenté de réaliser le 14 octobre dernier. Près de 40 personnes ont réfléchi à la durabilité de la viabilité et de la Baie de Chaleurs dans une perspective d'échanges entre les provinces canadiennes du Québec et du Nouveau-Brunswick et de réconciliations avec les Premières Nations. Cet évènement est le fruit d'une collaboration entre le Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick, le Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick et la professeure Anne Fauré de l'Université du Québec à Rimouski.

Au-delà de la valeur marchande accordée aux ressources offertes par le milieu marin, c'est bien notre relation avec la Baie des Chaleurs que nous avons interrogée à l'aulne des crises du climat, de la biodiversité et sanitaires. La conférence, avec pour thématique l'économie bleue durable dans la Baie des Chaleurs, s'est déroulée en deux parties. La première partie a réuni des experts qui se sont attaqués aux thématiques suivantes :

- Importance de la collaboration transfrontalière et communautaire dans le cas de la Baie des Chaleurs.
- Vision autochtone des relations transfrontalières et de l'économie bleue durable de la baie.
- Intérêts et enjeux de la planification de l'espace

maritime dans un contexte transfrontalier : le cas de la mer Baltique

- Redéfinir l'économie dans un cadre géopolitique régional.

Nous avons retenu que «La Baie des Chaleurs est un écosystème précieux dont la richesse et la vitalité sont indispensables pour le mieux-être des habitants du Gespe'gewa'gi (le septième district du Mi'gma'gi[1]). La baie fournit une source importante de nourriture, pour des pêches à des fins alimentaires, rituelles et sociales (homard, saumon, maquereau, bar rayé, coques, foin d'odeur, plantes médicinales, etc.) comme l'a expliqué Catherine Lambert-Koizumi, Directrice générale de l'Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmaq et Malécite. La beauté des paysages et le bien être procuré par la baie sont des éléments qui fédèrent les communautés des deux côtés de la baie. Par la suite, en décentrant notre regard sur la mer Baltique, Rolland Cormier, Chercheur spécialisé en gouvernance des espaces maritimes à l'Institut des systèmes côtiers à Helmholtz-Zentrum Hereon (Allemagne), nous a expliqué les processus engagés par une dizaine de pays pour se coordonner et répondre à la Directive-cadre pour la planification de l'espace maritime, un processus complexe enclenché il y a déjà 7 ans. Finalement, le philosophe Alain Deneault, Professeur de Philosophie à

l'Université de Moncton, a mis en tensions et souligné les paradoxes qui lient les concepts d'économie et de durabilité dans le contexte des défis existentiels liés à la crise climatique, de la pandémie et de la biodiversité que l'humanité affronte aveuglément aujourd'hui. Par ailleurs, il nous a invités à réfléchir à un changement de paradigme radical à la lumière des enquêtes menées par la Journaliste Marie-Monique Robin.

La deuxième partie dynamique a permis aux participants de discuter des enjeux relatifs à l'économie bleue de la Baie des Chaleurs. Plusieurs acteurs clés du milieu nous ont indiqué travailler sur des enjeux communs relatifs aux changements climatiques, la protection de la biodiversité et assurer des développements côtiers harmonieux. Par ailleurs, la question linguistique est régulièrement un obstacle à la collaboration en plus de l'éloignement des centres de prise de décision et des

domaines de compétences non partagés qui peuvent rendre difficile la mise en place d'une vision commune pour la baie et partagée par les autorités publiques compétentes. La reconnaissance du rôle joué par les organismes communautaires et de leur soutien financier est donc cruciale pour maintenir les ponts entre les deux rives et faire vivre l'économie bleue dans une perspective écosystémique.

Pour terminer, les participants se sont dits à réitérer l'exercice annuellement ou périodiquement pour être en mesure d'observer et suivre les avancées en termes d'économie bleue durable dans la région.

Pour revisionner les conférences, consultez le lien suivant : <https://youtu.be/lvR6zBZQcWI>

Pour en savoir plus sur l'évènement et les conférenciers, consultez le site web [www.pourlamourdelabaie.ca](http://www.pourlamourdelabaie.ca)

### **En fondant, les tourbières gelées pourraient libérer des tonnes de carbone**

Une étude (<https://doi.org/10.1038/s41558-022-01296-7>) publiée le 14 mars dans la revue Nature Climate Change s'attarde sur un autre écosystème vulnérable : les « tourbières à pergélisol ». Ces zones humides gelées tout au long de l'année, que l'on retrouve notamment en Suède, en Finlande, en Norvège et en Sibérie, pourraient elles aussi atteindre rapidement leur point de rupture. Leur dégel, qui devrait s'amorcer dans le nord de l'Europe d'ici une vingtaine d'années, risque de relâcher des milliards de tonnes de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Pour parvenir à ce résultat, les chercheurs de l'Université de Leeds ont utilisé un modèle statistique. Ce dernier leur a permis de définir où se situent les aires propices à la présence de tourbières à pergélisol, et comment leur répartition pourrait évoluer en fonction de la trajectoire de nos émissions de gaz à effet de serre. Quatre scénarios ont été étudiés. Le plus optimiste (SSP 2.6) table sur une réduction très forte de nos émissions. Le plus pessimiste (SSP 8.5), le « scénario du pire », décrit ce qui pourrait advenir si nos émissions continuent d'augmenter au rythme actuel.

Quelle que soit la trajectoire de nos émissions de gaz à effet de serre, le climat du nord de l'Europe ne sera plus adapté à la présence de tourbières à pergélisol d'ici 2040, alertent les chercheurs. « Dans les quatre scénarios, la Finlande, la Suède et la Norvège devraient devenir trop chaudes et trop humides pour que le pergélisol puisse rester gelé, explique à Reporterre

Richard Fewster, doctorant en géographie à l'Université de Leeds et coauteur de cette étude. Nous montrons que ce basculement devrait arriver très rapidement, même en cas d'atténuation très forte du changement climatique. »

#### **Le carbone est aujourd'hui piégé dans la glace**

Une lueur d'espoir : les tourbières gelées de l'ouest de la Sibérie, qui contiennent beaucoup de carbone, pourraient être sauvées si nos émissions de gaz à effet de serre déclinent drastiquement. « Si nos émissions continuent d'augmenter au rythme actuel, la quasi-totalité des tourbières à pergélisol pourrait disparaître de cette région d'ici 2060, poursuit le géographe. La tendance est similaire en cas d'efforts d'atténuation modérés. Seule une atténuation forte du changement climatique pourrait permettre de conserver un climat adapté à leur présence. »

La sauvegarde de ces écosystèmes est vitale : les tourbières à pergélisol étudiées dans le cadre de cette étude, qui s'étendent sur plus de 1,6 million de kilomètres carrés, contiennent environ 39,5 milliards de tonnes de carbone. Cela correspond au double de ce qui est stocké par les forêts européennes. Les tourbières gelées contiennent une quantité bien plus importante de matière organique que le pergélisol formé à partir de sols minéraux. « Elles peuvent être composées à 66 % de plantes en décomposition, voire plus dans certains cas », précise Richard Fewster. Le carbone contenu dans ces matières est aujourd'hui piégé dans la glace, parfois depuis des centaines de milliers d'années. « Si ces tourbières dégèlent, elles pourraient relâcher du méthane

et du dioxyde de carbone, ce qui pourrait accélérer le réchauffement climatique. »

### « On voit l'écosystème disparaître sous nos yeux »

Les infrastructures construites sur ces écosystèmes (comme les routes) pourraient également être fragilisées par leur dégel. La végétation pourrait elle aussi se transformer, avec des conséquences en cascades sur les autres espèces. « Nous nous attendons à ce que de grands changements aient lieu », note Richard Fewster.

Un certain nombre d'inconnues demeurent : pour le moment, les scientifiques ignorent à quelle vitesse les tourbières à pergélisol pourraient disparaître une fois le processus de dégel enclenché. « La matière organique située à la surface des tourbières forme une sorte de couverture isolante, qui crée une barrière entre le sol gelé et la température de l'air, explique Richard Fewster. Nous ne pouvons pas dire avec certitude combien de temps passera avant que la couche inférieure ne dégèle complètement. » Selon la littérature scientifique déjà publiée, cela pourrait prendre « entre quelques années et plusieurs décennies ». « Mais ces observations se basent sur des périodes temporelles antérieures, sans prise en compte du rythme extrêmement rapide du changement climatique », précise-t-il. « En Scandinavie, certains systèmes sont déjà en déséquilibre, dit Laure Gandois, chargée de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et spécialiste des tourbières (qui n'a pas contribué à l'étude). Cela se passe très très vite. On

voit l'écosystème disparaître sous nos yeux. »

Un débat existe également au sein de la communauté scientifique au sujet du type d'écosystème qui pourrait remplacer ces tourbières, et de la quantité de carbone qui serait émise dans l'atmosphère au cours de leur transition. « Lorsque les tourbières dégèlent, cela crée une dépression. Souvent, une nouvelle zone humide se met en place, qui peut être colonisée par une mousse, la sphaigne », explique Laure Gandois. Cette nouvelle végétation pourrait capter du carbone, et donc compenser dans une certaine mesure les émissions causées par le dégel des tourbières. « Mais on ne sait pas à quelle vitesse ce nouveau puits de carbone pourrait se mettre en place, précise Laure Gandois. Les tourbières accumulent du carbone au cours de siècles ou de millénaires. Là, il se passe quelque chose à très grande vitesse, avec des processus abrupts qui font perdre des stocks de carbone accumulés sur du temps long. » « Le carbone piégé dans les tourbières pourrait être relâché de manière très rapide, alors que toute nouvelle végétation aurait besoin de plusieurs décennies pour absorber la même quantité de carbone », ajoute Richard Fewster.

Selon le chercheur, ces résultats démontrent, une fois de plus, l'importance de mettre en place une stratégie de décarbonation ambitieuse : « Au final, continuer de suivre la trajectoire que nous suivons actuellement nous conduira aux mêmes résultats que dans le scénario du pire, mais simplement un peu plus tard. Le scénario d'atténuation fort est le seul qui peut faire la différence. »

## En 2021, le secteur de l'énergie a émis plus de CO<sub>2</sub> que jamais

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'énergie ont rebondi l'an dernier pour atteindre leur plus haut niveau historique, a indiqué l'Agence internationale de l'énergie (AIE), mardi 8 mars. L'énergie, premier secteur producteur de gaz à effet de serre, a vu ses émissions progresser de 6% en 2021 pour atteindre 36,3 gigatonnes. Cette augmentation « de plus de 2 milliards de tonnes a été la plus importante de l'histoire ».

En cause : la reprise économique, après une année 2020 fortement marquée par les confinements et la pandémie, qui a entraîné une surconsommation de charbon. Le charbon a ainsi représenté plus de 40 % de la croissance globale des émissions mondiales de dioxyde de carbone, loin devant le gaz et le pétrole. Ce volume d'émissions record a également été alimenté par les conditions météorologiques et par la forte hausse des prix du gaz, qui ont poussé nombre de pays à se tourner vers la houille, et ce malgré une croissance inédite des capacités renouvelables.

### Un rebond « largement porté » par la Chine

Un rebond « largement porté » par la Chine, dont les émissions de CO<sub>2</sub> ont pesé pour un tiers des émissions mondiales en 2021, selon l'AIE : le pays « a été la seule grande économie à connaître une croissance économique à la fois en 2020 et en 2021, a précisé l'Agence. Les augmentations des émissions au cours de ces deux années en Chine ont plus que compensé la baisse globale dans le reste du monde au cours de la même période. » À l'inverse, les émissions européennes et étasuniennes « sont tombées à 8,2 tonnes par habitant en moyenne et sont désormais inférieures à la moyenne de 8,4 tonnes en Chine ».

L'AIE est inquiète de ce record d'émissions : « Le monde doit maintenant s'assurer que le rebond mondial des émissions en 2021 n'était qu'un cas isolé — et que la transition énergétique s'accélère, afin de contribuer à la sécurité énergétique mondiale et à la baisse des prix de l'énergie pour les consommateurs.

### Climat - Comment fonctionne le Giec, qui publie son nouveau rapport ?

Lundi 28 février 2022, à midi, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) a dévoilé le deuxième volet de son sixième rapport d'évaluation (intitulé « AR6-WG2 »). Celui-ci a été préparé par le groupe de travail no 2, dont la mission porte sur les conséquences du changement climatique et les manières de s'y adapter.

#### 1 • Différence entre le rapport du groupe de travail no 2 et les autres ?

Depuis sa création en 1988, le Giec publie tous les cinq ans à peu près des « rapports d'évaluation » (Assessment Report) décrivant l'état des connaissances scientifiques sur le changement climatique. Depuis 1988, le Giec a publié cinq rapports d'évaluation sur l'état des connaissances scientifiques et socioéconomiques permettant de comprendre les risques liés au réchauffement climatique d'origine humaine. Le premier est paru en 1990, le deuxième en 1995, le troisième en 2001, le quatrième en 2007 et le cinquième en 2014.

Les rapports d'évaluation sont composés de trois parties, publiées successivement. AR6 ne déroge pas à cette règle :

- La synthèse du groupe de travail no 1, consacrée à l'état des connaissances scientifiques sur le climat, a été publiée le 9 août 2021. Celle-ci, édifiante, montre que le changement climatique s'accélère et s'intensifie inexorablement. « Pour ce faire, les scientifiques utilisent des modèles sophistiqués pour prévoir les changements de température, de pluviométrie, en fonction de différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre », explique à Reporterre Paul Leadley, écologue professeur à l'Université Paris-Saclay.
- Celle du groupe de travail no 2, dont il est question lundi 28 février, porte sur « les conséquences, l'adaptation et la vulnérabilité des sociétés humaines et des écosystèmes face au changement climatique », dit Paul Leadley, qui a participé à ce volet dans le cadre du cinquième rapport d'évaluation du Giec.
- La synthèse du groupe de travail no 3, « qui esquisse les différentes solutions pour atténuer le changement climatique », résume M. Leadley, est attendue dans quelques semaines.

#### 2 • Le contenu de ce rapport

Les informations inscrites dans ce rapport sont sous embargo jusqu'à lundi. Quelques grandes tendances se dessinent. « Ce rapport va mettre à jour les

connaissances sur le risque climatique pour toutes les grandes régions et sur une diversité de sujets : les écosystèmes, la santé humaine, les infrastructures, la sécurité alimentaire... », a affirmé Alexandre Magnan, auteur du groupe 2 et chercheur à l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri-Sciences Po), lors d'un point presse. « Une plus grande importance sera donnée aux conséquences du changement climatique sur les inégalités et les injustices, avec des auteurs plus jeunes, plus féminins qui viennent des sciences sociales », complète François Gemenne, l'un des auteurs du rapport, joint par Reporterre.

Au Pérou, 300 000 personnes ont été déplacées dans le pays à cause des inondations extrêmes de 2017. Ces migrants climatiques vivent dans des campements de fortune.

Ces conséquences du changement climatique seront présentées selon différents niveaux de réchauffement, 1,5 °C, 2 °C, et 4 °C par rapport à l'ère préindustrielle et selon différents pas de temps. Mais, a insisté Alexandre Magnan, « le futur, c'est maintenant ». « Les impacts du changement climatique sont déjà largement détectables » : mortalité des humains confrontés aux vagues de chaleur, effondrement des coraux, amenuisement de la pêche dans les hautes latitudes...

Ce volet sera également l'occasion de faire le point sur la mise en œuvre de l'adaptation à l'échelle globale et à l'échelle régionale. Il s'agit de « la capacité de résister, de répondre et d'être résilient face à des événements extrêmes mais aussi de la capacité d'anticiper un changement plus graduel », explique Alexandre Magnan, dont l'expertise porte justement sur l'adaptation au changement climatique. « Nous avons analysé et nous présenterons l'efficacité potentielle d'une grande gamme d'options d'adaptation », précise-t-il, tels que les systèmes d'alerte, les digues ou les migrations. Les auteurs devraient aussi clarifier les limites de cette adaptation.

#### 3 • Le rapport a-t-il été élaboré

Sa rédaction a impliqué 270 auteurs principaux, coordinateurs et éditeurs de toutes nationalités et de divers domaines, parmi lesquels huit scientifiques travaillant en France. Tous sont bénévoles.

Ces experts ne font pas de recherche « proprement dite », dit Paul Leadley : « Leur mandat est d'évaluer les informations scientifiques disponibles pour dégager clairement les éléments qui relèvent d'un

consensus de la communauté scientifique, ainsi que ceux qui sont plus incertains ou font dissensus. » Le rapport a donc pour mission d'« établir une expertise certaine.

#### 4 • La fiabilité de ce rapport

Qu'est-ce qui garantit la robustesse des informations contenues dans ce rapport ? « C'est toujours là-dessus que les détracteurs du Giec tentent de nous attaquer », regrette l'océanographe Jean-Pierre Gattuso. Il est l'un des auteurs du rapport spécial sur les corrélations entre la crise climatique et les évolutions constatées dans les océans et la cryosphère, préparé par le groupe 2 et publié en 2019.

Pourtant, affirme François Gemenne, « le processus est extrêmement sophistiqué et rigoureux : il est inattaquable ». « Les auteurs de chaque chapitre peuvent s'adjoindre des contributeurs si la moindre expertise manque », dit Jean-Pierre Gattuso. De plus, en cinq ou six ans de travail, « au moins la moitié est consacrée à des périodes de relecture », estime François Gemenne. « Le rapport est ouvert aux commentaires de l'ensemble de la communauté. Pour ce deuxième volume, nous en avons reçu 17 000 ! Les auteurs sont obligés de répondre à chacun d'eux, en justifiant la rectification, ou non, du rapport pour en tenir compte. »

Quelle est l'influence des gouvernements sur le contenu final du rapport, une fois qu'ils l'ont commandé ? « Elle est nulle : les scientifiques ont le dernier mot », assure Paul Leadley. En revanche, les 195 États membres du Giec ont leur mot à dire sur le résumé à l'intention des décideurs, qui est une synthèse des messages principaux contenus dans le rapport. « Ces deux dernières semaines, le résumé a été lu et approuvé ligne par ligne, en présence des représentants des gouvernements, afin de trouver des formulations qui conviennent à tout le monde », dit Jean-Pierre Gattuso. En cas de litige, « la session peut être interrompue le temps que des auteurs et des représentants trouvent un compromis, qui peut aller jusqu'à la suppression du passage concerné. Mais les gouvernements ne peuvent de toute façon pas demander de modifications qui iraient à l'encontre du contenu du rapport. »

Selon le site d'information Climate Home News, qui cite « des sources proches des négociations » lors de la session d'approbation du résumé aux décideurs qui

a débuté le lundi 14 février, les États-Unis se sont opposés à l'utilisation du terme « pertes et dommages ». Ce terme désigne les conséquences irréversibles générées par des catastrophes climatiques soudaines ou les phénomènes à occurrence lente, comme la montée du niveau des mers ou la désertification des sols. Les nations riches veulent éviter cette mention car elles refusent l'idée de fournir, en compensation de leur responsabilité historique dans le changement climatique, des financements spécifiques aux pays en développement qui subissent ces pertes. Ce terme sera-t-il finalement sauvegardé par les auteurs et les États concernés ?

#### 5 • Ce rapport sera-t-il utile dans la lutte contre le changement climatique ?

Que faut-il encore attendre des rapports du Giec ? « C'est vrai qu'on peut donner le sentiment de se répéter, qu'on a déjà montré maintes fois que la situation était grave, dit Jean-Pierre Gattuso. D'un rapport à l'autre, la science est plus précise, fouillée, mais le message général ne change pas : il y a urgence à agir. » Néanmoins, ces rapports « servent de fondations aux grands accords internationaux sur le climat, comme l'Accord de Paris, qui ensuite infusent les politiques publiques. »

« Le changement climatique est un problème global, ces rapports sont indispensables car ils donnent, justement, un socle de connaissance et une direction globale pour y répondre », dit Paul Leadley. Pour l'écologue, à titre d'exemple, la mise en place en 2012 de l'IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques), le « Giec de la biodiversité », a complètement modifié les discours sur la biodiversité. Alors que « quand il revenait à chaque pays de faire ses propres évaluations, c'était le chaos ».

Comment faire pour que ces rapports aient plus d'écho ? Selon François Gemenne, « il serait peut-être plus utile de faire des rapports plus courts, sur des sujets précis qui font controverse dans la société, pour trancher de vrais choix politiques. Mais le Giec est un très gros paquebot. Il a tellement peur d'être accusé d'interventionnisme politique qu'il est un peu attentiste et peut cautionner, parfois, une certaine forme d'immobilisme. » « Cette posture n'est pas tenable face à l'urgence », juge-t-il.

*Sources : Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC / [www.pfbc-cbjfp.org](http://www.pfbc-cbjfp.org))*

*Système d'Information Francophone pour le Développement Durable (Méditerranée / [www.mediaterrre.org](http://www.mediaterrre.org))*

*Le quotidien de l'écologie (<https://www.reporterre.net>)*

### Histoire d'une feuille d'arbre

**Auteur : Elisabeth Dumont; Gravures de Florence Dumont**

*Editeur : Editions Harmattan ; Nombre de pages : 174 ; ISBN : 978-2-343-24027-5 ; Date de Publication : 31/12/2021*

Mieux comprendre le vivant est une question passionnante d'une actualité incontestable pour saisir les bouleversements en cours. Cet ouvrage raconte la vie d'une feuille d'arbre au fil des saisons, de la naissance à la chute automnale. Pourquoi une feuille ? Parce qu'elle est le siège d'un phénomène d'une importance essentielle pour le reste du monde vivant : la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique. Ce récit fait écho aux textes récents

consacrés à l'intelligence des plantes, mais l'approche se veut dénuée d'anthropomorphisme. Au contraire, pour paraphraser Francis Hallé, elle tente d'exprimer l'extrême altérité du monde végétal, une autre façon d'être au monde. La plante se situe dans le contexte d'évolution du vivant et dans un ensemble de relations qui font un écosystème. En clôture, un herbier propose 37 photos de feuilles d'arbres communs de nos régions.

### Le Bassin du Congo. Monde sans lui, monde sans vie

**Auteur : Michel Innocent Peya**

*Editeur : Editions Harmattan; Nombre de pages : 222 ; ISBN : 978-2-343-24406-8 ; Date de Publication : 2021*

Cet ouvrage, consacré au Bassin du Congo, a la particularité d'imaginer le portrait-robot d'un univers dénué du deuxième poumon mondial après l'Amazonie, constitué de forêts, d'eau, de tourbières, de grandes réserves de carbone et d'une riche biodiversité. Ces trésors sont cependant menacés par, d'un côté, les intérêts mercantiles des réseaux mafieux avides d'enrichissement et, de l'autre,

par la mauvaise gestion des institutions et des puissances, qui occasionne des zones d'incertitudes qui échappent au contrôle des pouvoirs autochtones endogènes. C'est en observant ces abus que Michel Innocent Peya tire la sonnette d'alarme sur le risque de génocide climatique planétaire si le Bassin du Congo se dégradait ou disparaissait

### Les 100 mots de l'eau

**Auteurs : Jean-Louis Chaussade, Maryvonne Pella ;**

*Editeur : Éditions PUF; Collection Que sais-je ? Nombre de pages : 127 ; EAN : 9782130595571 ; Date de Publication : 2012*

Impossible de trouver un sujet plus transversal que l'eau. À l'image de sa nature fluide, elle s'infiltrait partout, dans l'économie, la géopolitique, l'écologie, la physique et la chimie, la médecine, la littérature, la géographie, l'histoire, les arts, etc. Elle a permis la naissance de la vie, lui est indispensable et accompagne le développement des civilisations.

Si l'eau est une substance commune sur Terre, elle y est à 97% salée, c'est-à-dire impropre telle à la consommation. Dans les 3% restants, il faut aussi

compter les calottes polaires, l'eau douce piégée dans les glaciers, ou dans des nappes souterraines parfois inaccessibles. Avec l'augmentation de la population, l'eau devient une ressource de plus en plus précieuse et un enjeu crucial.

De "H<sub>2</sub>O" aux "Sirènes", en 100 mots, cet ouvrage prend le contre-pied de la formule réjouissante de Pierre Desproges qui réduisait l'eau à "un liquide translucide qui sort du robinet" et propose d'éclairer toutes les facettes de l'or bleu.

### Repenser la conservation de l'environnement

**Auteur : André Desrochers ; Discipline: Ecologie - environnement**

*Éditions Presses de l'Université Laval ; Nombre de pages : 466 ; Date de Publication : 2022*

Il ne se passe pas une journée sans qu'on nous alerte à propos d'une crise planétaire, voire d'un

effondrement à court terme si l'humanité refuse de changer de cap. Ces annonces génèrent de l'anxiété

## Suggestions de Lecture

---

au sein d'une proportion croissante de la population. Pourtant, la tendance définie par de nombreux indicateurs touchant à l'état de l'environnement et à la condition humaine est encourageante.

Dans cet ouvrage, l'auteur remonte aux sources historiques de la pensée environnementale afin de mettre en lumière le caractère politique plutôt que scientifique de cet amalgame qu'on appelle la conservation. Dans un exposé des fondements écologiques de la conservation, il propose un regard

critique envers l'establishment environnemental et les nombreux jugements de valeur maquillés en science.

Pour aborder les concepts essentiels à une compréhension des enjeux qui ont trait aux espèces et aux espaces naturels, l'auteur adopte une perspective écomoderniste à l'aide de laquelle il entend présenter une vision progressiste, humaniste et optimiste de la conservation de l'environnement..

### **Aide-mémoire d'hydraulique - Outils et méthodes de calcul**

**Auteur : Régis Bourrier - Collection Expertise technique**

*Editeur : Le Moniteur; Nombre de pages : 304; EAN13 : 9782281143829 ; Date de Publication : 2020*

Cet aide-mémoire présente une synthèse des outils et des méthodes de calcul indispensables à la compréhension des mécanismes et phénomènes qui régissent l'hydraulique et l'hydrologie.

Rédigé sous forme de fiches et illustré par de nombreux exemples, schémas et tableaux synthétiques, cet ouvrage détaille les différentes typologies d'écoulement, d'obstacles, de canalisations et d'équipements qui constituent l'essentiel des voies d'eau et des réseaux.

Chaque chapitre décrit de façon simple et homogène

les contextes particuliers de l'hydraulique naturelle, souterraine, en surface, en aménagement, en réseau, en application d'énergies cinétique et mécanique.

Conçu comme un instrument de travail, ce livre sera utile aux techniciens et ingénieurs - qu'ils soient maîtres d'ouvrage ou maîtres d'oeuvre - en situation de réalisation et d'exploitation des réseaux d'eau potable ou d'assainissement, d'aménagements de rivière, d'exploitation d'ouvrages, d'électropompage, d'hydro-environnement..

### **Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité**

**Auteur : François Ramade**

*Editeur : Dunod; Publication : 2013 ; ISBN : 978-2-10-049282-4 ; Nombre de pages : 750*

L'importance de la préservation de la nature et de sa biodiversité est aujourd'hui une préoccupation majeure pour l'Homme. Résultant de la prise de conscience des phénomènes de dégradation et de destruction de la faune et de la flore, les sciences de la nature connaissent aujourd'hui un regain d'intérêt considérable.

Cet ouvrage présente, sous forme de dictionnaire encyclopédique en couleurs, l'état des connaissances actuelles sur le monde animal et végétal. Richement illustré de photos, de dessins et de graphiques de l'auteur, il comporte près de 9000 entrées sur les divers domaines des sciences de la nature: minéralogie, pétrographie, stratigraphie, tectonique, paléontologie, cryptogamie, botanique, zoologie, biogéographie, écologie. Suivant l'importance des

entrées, l'ouvrage propose :

- de simples définitions,
- des articles courts, moyens et détaillés,
- des dossiers complets sur les notions de biologie de terrain ou de sciences de la terre les plus importantes.

Chaque terme est accompagné de sa traduction en anglais, du nom usuel lorsqu'il existe et des éventuels synonymes. Des renvois permettent de se reporter aux entrées fortement corrélées ou complémentaires.

Précieux ouvrage de référence, ce dictionnaire encyclopédique s'adresse à tous les naturalistes amateurs ainsi qu'aux agents des organismes publics et associatifs, experts des bureaux d'étude, étudiants, enseignants et chercheurs des différentes disciplines abordées.

## Suggestions de Lecture

---

### Petite encyclopédie étonnante et singulière de la Terre

**Auteur : Malo Richeux - Collection Le magasin des curiosités**

*Editeur : Albin Michel; EAN : 9782226190024 ; Nombre de pages : 200 ; Date de Publication : 2009*

ette petite encyclopédie hétéroclite mais non moins savante référence 250 articles où les dimensions de notre galaxie côtoient la cosmogonie du peuple Dogon, les profondeurs abyssales des océans, le choix du méridien de Greenwich, les vingt-cinq façons de dire "neige" dans la langue inuit, la liste

des pays disparus, la gestation chez l'opossum et le monde vu par Diderot et d'Alembert.

L'essentiel et l'insolite. Le grave et l'anodin. L'infiniment grand et l'extraordinairement petit. L'inoubliable et l'anecdotique : une lecture passionnante.

### Life Cycle Assessment of agri-food systems

**Auteurs : Claudine Basset-Mens, Angel Avadí, Cécile Bessou, Ivonne Acosta-Alba, Yannick Biard, Sandra Payen**

*Editeur : Éditions Quae; EAN :9782759234677 ; Nombre de pages : 210 ; Année publication : 2021*

Life Cycle Assessment (LCA) is the internationally recognized method to assess the environmental impacts of products and services. Its application to agri-food systems in developing or emerging contexts is recent and represents many challenges of scientific, partnerial and operational nature. With more than 10 years of scientific and field experience, the CIRAD LCA team has synthesized, with

other internationally recognized experts, the best knowledge and approaches available to apply LCA under these conditions. This operational guide is a useful tool for LCA practitioners; it provides best practice recommendations to carry out LCA studies on agri-food products in developing and emerging contexts.

DOI : 10.35690/978-2-7592-3467-7

### Crise de l'eau, changements climatiques et migration

**Auteurs : Houria Tazi Sadeq et Mohamed Ali Mekouar**

*Editeur : editions-harmattan ; Collection : Colloques et rencontres ; ISBN : 978-2-343-23727-5 ; Nombre de pages : 302; Publication : 2021*

Les liens étroits entre raréfaction de l'eau, changements climatiques et flux migratoires méritent d'être examinés à la loupe. Au prisme de regards interdisciplinaires croisés, leurs interactions profondes sont ici cernées et illustrées à travers des analyses nationales, régionales et internationales, avec un focus sur le continent africain. Aux facteurs classiques des phénomènes migratoires s'ajoutent des déterminants induits par les dérèglements

climatiques et des chocs écologiques, dont le stress hydrique. Ce faisceau de causes complexes de la mobilité engendre de nouveaux migrants : les déplacés environnementaux. Parallèlement, la crise de l'eau s'aggrave. Stabilité climatique, sécurité hydrique et mobilité humaine doivent se conjuguer harmonieusement, dans le respect de la dimension transgénérationnelle des droits de l'Homme et de l'Humanité. Climat : comment éviter un désastre -

### L'Afrique et son capital carbone - La forêt au secours de la planète

**Auteur : Lotfi Bel Hadj**

*Editeur : Res publica éditions ; ISBN : 978-2-35810-091-5; Nombre de pages : 152; Publication : 2011*

Cet ouvrage fait le point sur un sujet d'avenir : les crédits forestiers d'émission de carbone. Il part d'un

constat évident : les grandes forêts de la planète ont une capacité considérable à absorber et à éliminer

## Suggestions de Lecture

---

le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'atmosphère. Elles contribuent ainsi au ralentissement du réchauffement climatique et à la préservation de l'environnement. Le bassin du Congo est la deuxième plus grande zone forestière du monde, après l'Amazonie. Les pays qui s'y trouvent ont un énorme atout économique et écologique à jouer : vendre des crédits carbone

forestiers aux pays qui n'ont pas encore su ou pu se donner les moyens de réduire leurs émissions de carbone. Ces pays-là aideront ainsi les Etats africains du bassin du Congo à se doter d'infrastructures " éco-compatibles ", tournées vers le développement durable.

### **Les solutions actuelles. Les innovations nécessaires**

**Auteur : Bill Gates**

*Editeur : Flammarion; ISBN : 978-2-08-151642-7 ; Nombre de page : 381 ; Année de parution : 2021*

Dans ce livre urgent, Bill Gates propose un vaste plan à la fois pragmatique et accessible pour atteindre le zéro carbone à temps et éviter ainsi une catastrophe climatique. Bill Gates a passé une décennie à enquêter sur les causes et les effets du changement climatique. Avec l'aide d'experts dans les domaines de la physique, de la chimie, de la biologie, de l'ingénierie, des sciences politiques et de la finance, il s'est concentré sur ce qui doit être fait pour empêcher une catastrophe environnementale.

Dans cet essai, il explique non seulement pourquoi nous devons cesser d'émettre des gaz à effet de serre, mais détaille également ce que nous devons faire pour atteindre cet objectif crucial. Il expose très clairement les défis auxquels nous sommes confrontés. S'appuyant sur sa compréhension

de l'innovation et de ce qui est nécessaire pour introduire de nouvelles idées sur le marché, il décrit les domaines dans lesquels la technologie contribue déjà à réduire les émissions, expose les moyens de rendre la technologie actuelle plus efficace, tout en présentant les technologies de pointe nécessaires et ceux qui travaillent sur ces innovations essentielles.

Enfin, il présente un plan concret pour atteindre l'objectif zéro carbone – non seulement les politiques que les gouvernements doivent adopter, mais aussi ce que nous pouvons faire en tant qu'individus pour que notre gouvernement, nos employeurs et nous-même participions à cette entreprise décisive. Bill Gates l'affirme sans détour : atteindre le zéro carbone ne sera ni simple ni facile, mais si nous suivons le plan qu'il présente ici, c'est un objectif à notre portée.

### **Le plus grand défi de l'histoire de l'humanité - Face à la catastrophe écologique et sociale**

**Auteur : Aurélien Barrau**

*Editeur : Michel Lafon ; ISBN : 978-2-7499-4263-6 ; Nombre de page : 211 ; Année de parution : 2020*

Dans la première édition de ce livre, Aurélien Barrau nous disait : "La vie, sur Terre, est en train de mourir. L'ampleur du désastre est à la démesure de notre responsabilité. L'ignorer serait aussi insensé que suicidaire. Plus qu'une transition, je pense qu'il faut

une révolution. Et c'est presque une bonne nouvelle". Dans cette nouvelle édition, il complète et affine son propos en analysant la nature des oppositions à la pensée écologique et en suggérant de nouvelles voies de résistance pour dépasser l'immobilisme suicidaire.

### **La fabrique des pandémies - préserver la biodiversité, un impératif pour la santé planétaire**

**Auteurs : Marie-Monique Robin, Serge Morand**

*Editeur : Pocket ; ISBN : 978-2-266-32602-5 ; Nombre de page : 419 ; Année de parution : 2022*

" Voir un lien entre la pollution de l'air, la biodiversité et la covid-19 relève du surréalisme, pas de la science

! ", affirmait Luc Ferry en mars 2020, accusant les écologistes de " récupération politique ". Voilà un

## Suggestions de Lecture

---

philosophe bien mal informé. Car, depuis les années 2000, des centaines de scientifiques tirent la sonnette d'alarme : les activités humaines, en précipitant l'effondrement de la biodiversité, ont créé les conditions d'une "épidémie de pandémies".

C'est ce que montre cet essai, mobilisant de nombreux travaux et des entretiens inédits avec plus de soixante chercheurs du monde entier. En apportant enfin une vision d'ensemble, accessible à tous, Marie-Monique Robin contribue à dissiper le grand aveuglement collectif qui empêchait d'agir. Le constat est sans appel : la destruction des écosystèmes par la déforestation,

l'urbanisation, l'agriculture industrielle et la globalisation économique menace directement la santé planétaire.

Cette destruction est à l'origine des "zoonoses", transmises par des animaux aux humains : d'Ebola à la covid-19, elles font partie des "nouvelles maladies émergentes" qui se multiplient, par des mécanismes clairement expliqués dans ce livre. Où on verra aussi comment, si rien n'est fait, d'autres pandémies, pires encore, suivront. Et pourquoi, plutôt que la course vaine aux vaccins ou le confinement chronique de la population, le seul antidote est la préservation de la biodiversité, impliquant d'en finir avec l'emprise délétère du modèle économique dominant sur les écosystèmes.

## Vaincre l'injustice climatique et sociale - Feuilles de combat à l'usage des jeunes générations

**Auteurs : Naomi Klein, Rebecca Steffoff**

*Editeur : Actes Sud ; ISBN : 9782330149178 ; Nombre de page : 297 ; Année de parution : 2021*

Le changement climatique s'est aggravé à tel point que les nouvelles générations grandissent en sachant que la Terre ne sera plus habitable dans quelques décennies. Du moins, plus pour tous. A cette dégradation de la planète, une partie de la jeunesse répond par l'engagement et la lutte : un vaste mouvement mondial, qui refuse l'héritage catastrophique que les générations précédentes lui ont légué, vise à freiner le dérèglement climatique et à changer radicalement la donne politique.

Son credo ? Un avenir équitable et une planète vivable pour tous. Naomi Klein suit avec ferveur l'évolution de ce mouvement et partage ses outils politiques, stratégiques : comment en sommes-nous arrivés là ? Comment déjouer les pièges tendus par les principaux pollueurs/destructeurs de la planète et leurs complices ? Et comment tracer le chemin d'un futur désirable ? Un ouvrage écrit pour les jeunes et en hommage à leur extraordinaire capacité à se mobiliser, à résister et à inventer..

## L'écologie ou l'ivresse de la table rase

**Auteur : Bérénice Levet**

*Editeur : Observatoire (Editions de l') ; ISBN : 979-10-329-2369-6 ; Nombre de page : 222 ; Année de parution : 2022*

La philosophe Bérénice Levet dénonce avec force le "totalitarisme vert" des nouveaux écologistes et plaide pour une écologie des sens et de la gratitude. L'écologie a gagné la bataille des esprits, la chose est incontestable. Cependant, telle qu'elle s'incarne aujourd'hui chez Les Verts et certains socialistes, ou dans les mouvements associatifs et militants (animaliste, antispéciste, végan, zaddiste), elle est engagée dans une vaste, furieuse et funeste entreprise de déconstruction de nos sociétés.

Plus occupée à changer les comportements et les mentalités, à convertir les âmes et à remodeler nos imaginaires et nos rêves qu'à préserver ce qui peut

et doit l'être. Désoccidentaliser nos civilisations, telle serait, pour nos belles âmes vertes, la voie du salut. D'où la porosité et les alliances avec le féminisme intersectionnel, le décolonialisme, l'islam politique, le "wokisme" ou la "cancel culture"...

Nous voilà, une fois encore, entraînés dans l'ivresse de la table rase et de la régénération de l'humanité ! Bérénice Levet analyse et dénonce ce grand règlement de compte civilisationnel et, dans une approche autant politique que philosophique et littéraire, nourrie de Giono, Camus, Colette, Calvino, Hannah Arendt, Simone Weil ou Vaclav Havel, propose une autre écologie, une écologie des sens qui s'appuie sur

## Suggestions de Lecture

---

les hommes, leurs expériences, leurs attachements, leurs fidélités, leur besoin de continuité et de stabilité – autant de dispositions conspuées par les écologistes officiels.

Ce livre s'offre ainsi comme une profonde et précieuse réflexion sur l'humaine condition, mais aussi comme un hymne à l'Occident et, singulièrement, à la civilisation française.

### **La dictature du carbone**

**Auteur : Frédéric Denhez**

*Editeur : Fayard ; EAN : 9782213662053 ; Nombre de page : 300 ; Année de parution : 2011*

A l'exception de quelques climato-sceptiques, la cause est entendue : les, occidentaux en particulier, sont responsables de la formidable accélération du changement climatique enregistrée depuis un demi-siècle. Notre société de consommation productiviste et les émissions massives de CO<sub>2</sub> relâchées dans l'atmosphère. Pour contrer ce phénomène, un nouvel indicateur a été créé et mis à toutes les sauces : le carbone. On calcule les empreintes carbone de tous nos faits, gestes et entreprises, on veut instaurer une taxe carbone, on spéculé sur les bourses au carbone. Le carbone serait donc notre nouvelle boussole,

à l'aune de laquelle nous pourrions mesurer tous nos actes afin d'inverser le cours des choses. Dans cet essai enlevé, Frédéric Denhez révèle la gabegie que recouvre cette dictature du carbone. Car hélas, c'est l'arbre qui cache la forêt ou plutôt l'indicateur qui permet au système de s'acheter – fort cher – une bonne conscience écologique pour continuer de plus belle. Il montre de manière claire et implacable quelles sont les autres critères qu'il faut prendre en compte pour redonner à notre société un avenir plus radieux et quelles solutions, plus contraignantes pour le système, doivent être mises en place au plus tôt.

### **Biomimétisme – Quand la nature inspire des innovations durable**

**Auteur : Jeanine M. BENYUS**

*Editeur : RUE ECHIQUIER ; ISBN : 978-2917770238 ; Nombre de page : 408 ; Année de parution : 2011*

Le biomimétisme est une approche scientifique révolutionnaire qui consiste à imiter les plus belles inventions de la nature - l'efficacité énergétique de la photosynthèse, la solidité du corail, la résistance des fils de soie de l'araignée, les propriétés adhésives des filaments de la moule - pour les adapter au service de l'homme. Dans Biomimétisme (Quand la nature inspire des innovations durables) - le livre qui a rendu

cette théorie populaire à travers le monde - , Janine M. Benyus nous fait découvrir des applications efficaces et respectueuses de l'environnement, développées par des chercheurs pionniers dans les domaines de l'agriculture, des matériaux, de l'informatique, de l'industrie, etc. Elle nous révèle surtout la merveilleuse richesse de la nature, et nous incite à mieux l'observer pour mieux l'imiter.

### **Le climat qui cache la forêt - Comment la question du changement climatique occulte les problèmes d'environnement**

**Auteur : Guillaume Sainteny**

*Editeur : RUE DE L'ECHIQUIER ; ISBN : 979-10-329-2369-6 ; Nombre de page : 272 ; Année de parution : 2016*

Avec cet essai au titre polémique, Guillaume Sainteny chamboule les représentations médiatiques de la hiérarchie entre les problèmes de la planète : et si la priorité accordée au changement climatique par rapport aux autres enjeux environnementaux n'était pas justifiée ? Vaut-il mieux lutter contre la pollution atmosphérique ou contre le changement climatique ? La politique climatique française est-elle efficace ? La

thèse de l'auteur est soutenue par une analyse politique, économique et sociale des problèmes environnementaux aux niveaux international et national. Sans nier l'importance du changement climatique, il rappelle que la pollution de l'air, l'érosion de la biodiversité, la dégradation des sols ou encore la pollution des eaux sont des problématiques également vitales. Constatant la suprématie du changement climatique sur toutes

## Suggestions de Lecture

---

les autres préoccupations, Guillaume Sainteny étudie les éventuelles justifications de cette domination et conteste cette hiérarchisation en étudiant les politiques françaises environnementales et leurs limites. Sa critique souligne d'ailleurs l'absence d'intégration de la réponse au sein des diverses politiques publiques (ainsi la politique fiscale française qui favorise l'usage des énergies fossiles). D'où la nécessité de revoir notre politique climatique pour qu'elle soit conciliable et même bénéfique aux autres politiques

environnementales. Et, finalement, la nécessité de redéfinir l'« écologie » sans l'assimiler exclusivement au changement climatique. La démonstration s'appuie sur de nombreuses analyses chiffrées, mais le lecteur risque parfois d'en perdre le fil : leur multiplicité et celle des exemples et des comparaisons sont sans doute la force de cet ouvrage, mais rendent parfois sa lecture ardue. Pour autant, cet essai riche en arguments nous offre une réflexion constructive sur la complexité des enjeux en cause.

### Miscellanées des plantes - Tout sur les plantes et un peu plus encore

**Auteur : Anne-France Dautheville**

*Editeur : Buchet-Chastel ; ISBN : 2283029309 ; Nombre de page : 144; Année de parution : 2016*

Une promenade dans l'univers des fleurs, des feuilles et des branches, pour rire, pour apprendre, pour rêver... Vous découvrirez qu'un iris peut effrayer un bison et comment un petit trèfle enterre sa graine. Vous vous émerveillerez devant la résurrection du melon canadien et vous apprendrez que certaines fleurs sont capables de changer de couleur pour attirer leur pollinisateur. Cet ouvrage réunit plus de deux cents chroniques, anecdotes amusantes ou légendes sur le monde extraordinaire et fascinant des plantes. Sérieuses ou ludiques, scientifiques ou pratiques, utiles ou futiles mais toujours poétiques, ces histoires

étonnantes invitent au voyage et se picorent au gré des envies.

Un lotus qui a inventé le chauffage individuel ;

Des plantes qui discutent en émettant des clics sous la terre comme les dauphins dans la mer ;

Des graines de persil qui mettent 40 jours à germer parce qu'elles font neuf fois l'aller-retour entre la demeure du diable et le potager ;

Des fleurs qui donnent l'heure ;

Un arbre qui recueille les gouttelettes du brouillard.

### Philosophie de la biodiversité - Petite éthique pour une nature en péril

**Auteur : Virginie Maris**

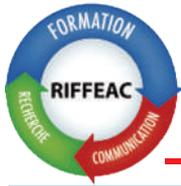
*Editeur : Buchet-Chastel ; ISBN : 978-2-283-02935-0 ; Nombre de page : 230; Année de parution : 2016*

La disparition des espèces et, de façon plus générale, l'érosion de la diversité du vivant, prennent une ampleur telle qu'on parle aujourd'hui de 6e extinction. A la différence des précédentes crises de la biodiversité, celle que nous vivons ne résulte pas d'une catastrophe naturelle mais de l'accumulation de nos choix : surconsommation, gaspillage énergétique, intensification des productions agricoles et industrielles...

Pour comprendre les phénomènes en oeuvre et esquisser des solutions, l'auteur réinterroge le concept de biodiversité qui ne désigne pas une simple collection figée mais un processus dynamique, un cadre éthique pluraliste, dans lequel les intérêts humains ne sont

qu'une part des valeurs à prendre en compte. La solution ne peut donc se trouver uniquement dans les sciences et les techniques mais réside d'abord dans un changement de notre rapport à la nature tant d'un point de vue individuel que collectif et sociétal.

Cinq ans après la 1ère édition, une version augmentée qui intègre certains développements récents : la création d'un " GIEC de la biodiversité " (l'IPBES), la montée en puissance de l'approche par services écosystémiques et des évaluations monétaires de la biodiversité, les interactions entre politiques climatiques et politiques de conservation. L'ouvrage accorde aussi davantage d'importance aux cas concrets et à la spécificité des contextes.



## 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 :

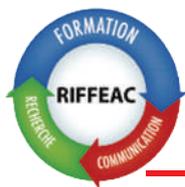
- Adresse électronique (email) de l'auteur;
- Adresse postale complète de l'auteur;
- Numéro de téléphone.

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

### Illustrations

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

### The summaries

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

### Miscellaneous

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

### Submission Procedure

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

**Mr Kachaka Kaiko Sudi Claude**

**Chief Editor and Regional Coordinator of RIFFEAC**

**e-mail : [redaction@riffec.org](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.



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



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

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

3. Au 31 octobre 2013, le portefeuille du FFBC dispose de 41 projets, soit : i) 15 projets de la société civile approuvés à l'issue du 1<sup>er</sup> appel à propositions lancé en 2008 ; ii) 36 projets approuvés à l'issue du second appel à propositions lancé en décembre 2009, dont 23 projets gouvernementaux et 13 projets de la société civile.

4. Afin de mieux répondre aux sollicitations de ses donateurs, le FFBC a élaboré : i) son manuel simplifié de procédures d'approbation des projets ; ii) son manuel simplifié de procédures de décaissements qui entrera en vigueur à partir des prochains appels à propositions. Toutefois, les leçons additionnelles tirées de cette première phase opérationnelle porteront entre autre sur : i) l'accompagnement technique de proximité en faveur de ses bénéficiaires membres de la société civile, au regard de leurs capacités limitées en matière de gestion des projets et de la maîtrise des règles et procédures de la Banque ; ii) la diligence accrue en terme de traitement des besoins exprimés par les donateurs. Le FFBC s'active de ce fait pour donner une réponse satisfaisante à ces différents écueils. Aussi, le FFBC a initié la révision de son cadre logique ainsi que le renforcement des capacités de son Secrétariat, en vue de mieux répondre aux défis opérationnels et de ce fait contribuer plus efficacement à l'atténuation des effets liés aux changements climatiques et à la lutte contre la pauvreté en milieu rural.

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



**AFRICAN DEVELOPMENT  
BANK GROUP**



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