



**ENVIRONNEMENT, URBANISATION ET RURALITE DANS LA  
REGION DES GRANDS LACS D'AFRIQUE : QUELS DEFIS?  
QUELLES SOLUTIONS?**

*Colloque International Sur l'Environnement*

**8-10 Novembre 2012  
Université du Burundi, à Bujumbura**



**UNIVERSITE  
DU BURUNDI**



**IDRC | CRDI**

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international

**Canada**



# PROGRAMME

**Jeudi, 8 novembre 2012 : Environnement, Urbanisation et Ruralité dans la région des Grands Lacs d'Afrique : Quels défis? Quelles solutions?»**

## ***Sous-Thème 1: Paysage et environnement terrestre***

8h00- 8h30	Accueil et installation des participants par le Comité d'organisation
8h30-8h40	Présentation du programme par le Professeur Ndikumana Théophile (Président).
8h40-8h55	Discours d'accueil par le Recteur de l'Université du Burundi
8h55-9h10	Discours d'ouverture par Son excellence le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
9h10-9h20	Master complémentaire en Sciences de l'Environnement à l'UB: Bilan et Perspectives par le Professeur Ntakarutimana Vestine
9h20 – 9h40	Pause –café & photo de groupe
9h40-10h00	Menaces environnementales au Burundi, leur nature, leur ampleur par Dr. Bigendako Marie Josée (Université du Burundi)
10h00-10h 25	Etat actuel de la diversité floristique du Burundi et perspectives d'avenir (Burundi) par Prof. Mpawenayo Balthazar (Université du Burundi)
10h 25 -10h45	Facteurs de dégradation du milieu naturel et stratégies de restauration en territoires d'Uvira et de Fizi, République Démocratique du Congo par Dr Masumbuko Céphas Ndabaga (RDCongo)
11h30 - 11H50	Pression foncière face à la croissance démographique : cas de la province de Kirundo au Nord du Burundi par Mr. Minani Bonaventure (Université de Ngozi).
11h50 – 12h10	Outil d'évaluation et de gestion des risques afférents aux rivières qui traversent la ville de Bujumbura : Cas de la rivière Ntakangwa par Mr. Nibigira Léonidas (Université de Liège, Belgique)
12h10 – 12h30	Conservation et gestion durable de la biodiversité du Parc National de la Ruvubu (Burundi) : contexte, contraintes et axes de suivi par Dr. Tatien MASHARABU
12h30 – 13h00	Discussion
13h 00-14h30	Repas de midi

## ***Sous-Thème 2: Environnement aquatique***

14h 30-14h50	Contribution to the identification of resources and the planning of swamps of Burundi: Case of swamps of River Mubarazi watershed par Niyungeko Alexis (Université du Burundi).
14h 50-15h10	Preliminary fish diversity assessment of Lowa River Eastern of Republic Democratic of the Congo par Kisekelwa T. (République Démocratique du Congo).
15h10 – 15h30	Effects of water quality in Nyabarongo River on Clarias sp fish communities par Munyuri Théodore (République Démocratique du Congo).
15h30 – 16h 00	Pause –café + section posters
16h 00-16h30	Discussions
16h 30	Fin de la première Journée

**Vendredi, 9 novembre 2012 : Environnement, Urbanisation et Ruralité dans la région des Grands Lacs d'Afrique : Quels défis? Quelles solutions?**

8h30- 9h15 : Présentation des rapporteurs (Synthèse de la première journée) + Echanges

**Sous-Thème 3: Prévention et Remediation des Pollutions**

9h15-9h35	Voies de traitements des déchets solides: valorisation matière et énergie par Prof. Gisèle JUNG (Université Libre de Bruxelles)
9h40-10h 00	Application d'un modèle simple de la digestion anaérobie incluant la sulfato-réduction et la sulfo-oxydation au lagunage anaérobie par Dr Harerimana Casimir
10h00- 10h 20	Discussions
10h 20-10h 40	Pause-café
11h 40-11h 00	Impact des collecteurs d'eaux pluviales sur la baie Nord-est du Lac Tanganyika par Prof. Ndikumana Théophile
11h 05-11h25	Bujumbura, ses consommations et ses déchets: illustration par un film documentaire par Mme Mizero Mireille
11h 30-12h00	Discussions
12h 00-13h00	Visite et présentation des Posters
13h 00-14h00	Repas de midi

**Sous-Thème 4: Sujets transversaux**

14h 00-14h20	Evaluation des impacts économiques du changement climatique au Burundi par Prof. Sabushimike Jean Marie (Université du Burundi)
14h 20-14h40	Potentiel des insectes comestibles dans l'amélioration de la sécurité alimentaire et adaptation aux changements climatiques par Dr NDIMUBANDI JEAN (Université du Burundi)
14h 40-15h00	Economic valuation of irrigation water in smallholder farming system in Rwanda: the case of Kibaya-cyunuzi scheme par Mme URUJENI Sandrine (Rwanda)
15h 00-15h45	Discussions
15h 45-16h10	Pause-café
16h10 – 16h 30	Plaidoyer de l'approche terroir comme méthode de développement rural : Etude de cas par Prof. Lejoly J. (Université Libre de Bruxelles)
16h 30-16h50	Les exploitations minières artisanales au Burundi. Une opportunité ou un désastre national? Par Prof. Midende Gilbert (Université du Burundi)
16h 55-17h15	Impact des pratiques rizicoles sur l'environnement par Dr Nusura H. (Université du Burundi)
17h 15-17h35	Discussions
17h 35 – 18h00	Rapport général du colloque et recommandations
18h 00	Clôture du colloque

**Samedi, 10 novembre 2012 : Environnement, Urbanisation et Ruralité dans la région des Grands Lacs d'Afrique : Quels défis? Quelles solutions?**

8 h00	Rencontre Faculté des Sciences pour une Excursion Itinéraire : Visites Baie nord est du lac, eau thermale de Mugara (Forêt claire de Rumonge)
8 h30	Départ
13H00	Escale à BlueBay
15h00	Départ de BlueBay

## RESUME

---

### Menaces environnementales au Burundi, leur nature, leur ampleur

M. J Bigendako<sup>1,\*</sup>, J. Ndayishimiye<sup>2</sup> et E. Bizuru<sup>3</sup>

(1): Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 2700 Bujumbura-Burundi.

(2): Université Nationale du Rwanda, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 117 Butare-Rwanda.

(\*): Adresse pour correspondance : [jbigendako@yahoo.fr](mailto:jbigendako@yahoo.fr)

Divers types de crimes environnementaux sont commis aux Burundi malgré l'existence des textes légaux dont le code de l'environnement, le code forestier et le code foncier. Face à ces crimes, l'environnement est en continuelle dégradation. Comme conséquence, on observe que le bien être de la population est menacée. La présente étude a pour objectif de montrer grâce à la collecte des données bibliographiques et la collecte des données de terrain, une analyse de l'état de l'environnement au Burundi, du commerce illégal de la faune et de la flore, de l'état de déversement des déchets et du régime de la gouvernance en rapport avec la lutte contre les crimes environnementaux. Les résultats issus de cette étude permettront d'identifier et d'évaluer l'efficacité et les défis des institutions dans la détection et la lutte contre les crimes environnementaux au Burundi.

---

### Etat actuel de la diversité floristique du Burundi et perspectives d'avenir

Balthazar Mpawenayo<sup>1\*</sup> & Joël Ndayishimiye<sup>2</sup>

(1) Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, B.P. 5223 Bujumbura, Burundi.

(2) Université du Burundi, Facultés des Sciences, Département de Biologie, BP. 2700 Bujumbura, Burundi.

\* Adresse pour correspondance : [bmpawenayo@yahoo.fr](mailto:bmpawenayo@yahoo.fr)

Le Burundi est caractérisé par des écosystèmes très variés et regorge d'une multitude d'espèces végétales évaluées à plus de 3000 espèces de plantes supérieures. Ces dernières ont été collectées lors de l'exploration botanique au Burundi réalisée par des chercheurs nationaux et belges qui ont sillonné une partie importante du Burundi. Le présent exposé cherche à montrer l'état actuel des connaissances sur la diversité floristique au Burundi, tout en mettant un accent particulier sur les études réalisées sur les Fabaceae récoltées au Burundi entre 1922 et 2005. Afin de pérenniser les travaux de recherche en Botanique et avoir une meilleure connaissance de la diversité floristique du Burundi, des recherches devraient être orientées prochainement vers les zones les moins explorées et porter sur divers aspects de la biodiversité qui sont mentionnés dans le présent exposé.

---

### Facteurs de dégradation du milieu naturel et stratégies de restauration en territoires d'Uvira et de Fizi, République Démocratique du Congo

Masumbuko Céphas Ndabaga

Université Officielle de Bukavu, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 570 Bukavu ;  
[masundab2002@yahoo.fr](mailto:masundab2002@yahoo.fr)

Dans les territoires d'Uvira et de Fizi situés à l'Est de la République Démocratique du Congo, une simple vue sur le milieu naturel renseigne qu'il y a une forte dégradation de l'environnement. Une bonne surface de ces deux territoires se localise en zone de montagne dont la grande partie est incluse dans le massif d'Itombwe. En 2010, le Cadre de Concertation des Reboiseurs a élaboré une liste des essences végétales en disparition. Les causes liées à la dégradation de l'environnement ont été présentées. Mais des propositions concrètes permettant une gestion durable des milieux naturels n'ont pas été suggérées. Dans ce travail, nous avons analysé les usages des essences d'arbres qui sont à la base de la surexploitation des forêts. Nombreuses espèces d'arbres sont utilisées comme source d'énergie (fabrication de braise ou bois de chauffe), d'autres dans la construction (bois d'œuvre) et d'autres dans le traitement des maladies (remède). En tenant compte de l'épuisement accéléré des arbres dans les forêts des territoires d'Uvira et de Fizi, un travail de zonage a été recommandé et des stratégies de gestion et/ou de restauration des milieux naturels ont été proposées.

---

## **Pression foncière face à la croissance démographique: Cas de la province de Kirundo au nord du Burundi**

Minani Bonaventure\*

Directeur du Centre de Recherche en Agriculture et Développement Rural (CERADER) de l'Université de Ngozi

\*Adresse pour correspondance : bnminani@yahoo.fr

Le Burundi compte huit millions d'habitants sur une superficie de 27834 km<sup>2</sup>, ce qui en fait un des pays les plus densément peuplés du monde. Plus de 90% de cette population vivent en milieu rural. Elle exerce une forte pression sur les terres qui deviennent de plus en plus exiguës. En province de Kirundo cette population est passée de 404564 habitants en 1990 à 628 256 habitants en 2008, soit une croissance démographique annuelle de 3.17 %. Notre étude a été menée en province de Kirundo au nord du Burundi où 355 exploitants agricoles ont été enquêtés dans les communes de Bugabira, Busoni, Bwambarangwe, Gitobe, Kirundo, Ntega et Vumbi respectivement 50, 75, 30, 40, 55, 55 et 50 exploitants agricoles. Le nombre de ménages agricoles enquêtés était fonction de la pondération du nombre d'exploitants dans chaque commune. Cette enquête était complétée par une étude documentaire. Les résultats issus de l'analyse des données montrent que la taille moyenne des ménages est de 5.01. Parmi les exploitants agricoles enquêtés 54 % ont une superficie de 0.234 ha, 25 % ayant une superficie de 0.678 ha tandis que 21 % seulement possèdent une superficie de plus d'un hectare. L'amenuisement des terres a provoqué une intensification des terres allant jusqu'à 200 % sans technique de renouvellement de la fertilité. Cette surexploitation des sols provoquant ainsi une infertilité et une forte érosion de ces derniers a engendré une diminution de la production agricole. La raréfaction croissante des terres a provoqué de nombreux conflits relatifs à la propriété, aux successions et aux limites des parcelles ; elle a également entraîné un exode rural des jeunes vers les villes à cause du désœuvrement observé chez les exploitants agricoles ayant des ressources naturelles limitées, mais aussi des mariages précoces chez leurs enfants. Certains exploitants ont laissé de cultiver leurs champs à cause de leur improductivité. Un facteur particulièrement visible de la dégradation de l'environnement au niveau de cette province est le déboisement continu sans technique de protection des sols provoquant ainsi un changement climatique.

---

## **Outil d'évaluation et de gestion des risques afférents aux rivières qui traversent la ville de Bujumbura : cas de la rivière Ntakangwa**

Nibigira Léonidas

Université de Liège, Faculté des Sciences ; [leonidas.nibigira@hotmail.com](mailto:leonidas.nibigira@hotmail.com)

Depuis des décennies, la ville de Bujumbura fait objet des inondations récurrentes. Les répercussions de cette situation sur les habitations et les infrastructures sociales ne cessent de croître. En même temps capitale économique et politique, les dégâts qui en résultent coûtent cher à l'économie burundaise. Sur base d'une étude centrée sur l'une de ces rivières, la rivière Ntakangwa, ce travail essaye de répondre à certaines interrogations en rapport avec les causes potentielles ainsi que les moyens de prévention et de gestion du risque d'inondation. A l'aide d'une méthodologie fondée sur l'exploitation des données pluviométriques, géographiques, démographiques, topographiques et altimétriques, l'ouvrage fait découvrir que, malgré leur rythme d'occurrence très irrégulier, ces inondations ne peuvent pas être considérées comme une fatalité à part entière. En effet, le risque est défini chaque fois qu'il y a présence d'un aléa et d'une vulnérabilité. Une modélisation hydraulique nous révèle la portée de l'aléa inondation selon sa probabilité d'occurrence. Cela nous a permis de proposer des solutions et des mesures y relatives. Quant à la composante liée à la vulnérabilité, un changement de comportement doit être de rigueur, tant au niveau du choix des espaces où construire qu'au niveau des activités liées à l'exploitation des rivières.

**Mots clés:** *inondation, vulnérabilité, aléa, écoulement, risque, profil*

---

## **Conservation et gestion durable de la biodiversité du Parc National de la Ruvubu (Burundi) : contexte, contraintes et axes de suivi**

Masharabu Tatien

Université du Burundi, Facultés des Sciences, Département de Biologie, BP. 2700 Bujumbura, Burundi ; [masharabin@yahoo.fr](mailto:masharabin@yahoo.fr)

Dans le contexte du Burundi et dans un contexte global de la pression anthropique et des changements climatiques, il est important de repenser les stratégies de conservation. L'article consiste en une synthèse de la littérature disponible sur le Parc National de la Ruvubu (PNR), la plus grande aire protégée du Burundi ainsi que les textes légaux en matière d'environnement. A travers une analyse faisant référence aux théories de la conservation et de l'utilisation de la biodiversité, le papier fournit des lignes directrices de nature à promouvoir la survie du système d'aires protégées et la garantie des services écosystémiques.

---

# Contribution to the identification of resources and the planning of swamps of Burundi: Case of swamps of River Mubarazi watershed

Niyungeko A.<sup>1,\*</sup>, Ntakimazi G<sup>1</sup>., Micha J.C<sup>2</sup>.

(1): Université du Burundi, Facultés des Sciences, Département de Biologie, BP. 2700 Bujumbura, Burundi. (2) : Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP) ; [niyunge.alexis@yahoo.fr](mailto:niyunge.alexis@yahoo.fr)

Les seuls moyens dont dispose le Burundi pour étendre les terrains agricoles sont les marais non encore exploités. Le but du présent travail était d'apporter notre contribution à la connaissance des ressources dont dispose le marais de la Mubarazi. L'autre objectif était de proposer un plan de mise en valeur d'un marais au choix (la partie aval du marais de Mubarazi) afin de pouvoir mettre à profit ses diverses ressources. Les informations recueillies auprès des divers acteurs et des exploitants de ces marais révèlent que la grande majorité des marais du bassin versant de la rivière Mubarazi sont exploités anarchiquement et sans aucune mesure contraignante de la part des responsables. Ceci ne permet pas aux exploitants d'avoir une production suffisante alors que la population de cette région vit dans une insécurité alimentaire. Son action entraîne d'autres conséquences fâcheuses sur l'environnement et les ressources qu'il contient. Ces informations permettent également d'identifier les ressources dont disposent ces marais et qui, une fois exploitées rationnellement peuvent être à l'origine du changement de la situation du point de vue sécurité alimentaire. Leurs ressources sont notamment les grandes étendues de marais, les réserves en eau, divers matériaux utilisables pour la construction (sable, moellons, graviers, argile), sans oublier les espèces aquatiques d'importance alimentaire et économique comme le poisson. L'aménagement de la partie aval du marais de Mubarazi permettrait de capitaliser pas mal de ressources et en même temps d'augmenter la production et les revenus de la population riveraine. Notre proposition est la combinaison de la rizi-pisciculture à l'élevage des poules. Ceci se traduirait par la création de l'emploi lors de la mise en place des infrastructures de cet aménagement, par l'augmentation des productions rizicoles, piscicoles et de la volaille, ce qui réduit considérablement l'insécurité alimentaire et permet d'augmenter les revenus. Pour une bonne réussite, nous proposons qu'il y ait des zones à garder intactes et indemnes de tout aménagement pour préserver l'équilibre environnemental, pour que ces zones servent d'éponges pour l'épuration des eaux venant des zones aménagées et servir de refuges pour diverses espèces aquatiques du marais. En définitive, pour que la mise en valeur de ces marais soit effective, il est plus qu'urgent que les pouvoirs publics s'y investissent au point de vue technique, financière et organisationnelle, par la recherche, la sensibilisation de tous les acteurs et la mise en place des mécanismes permettant à la population riveraine d'avoir un léger mieux tout en protégeant l'environnement.

---

## Preliminary fish diversity assessment of Lowa River Eastern of Republic Democratic of Congo

Kisesselwa T.<sup>(1)</sup>, Isumbisho M.P<sup>(1)</sup>, Ntakimazi G<sup>(2)</sup>. & Micha J.C<sup>(3)</sup>

(1) UERHA/ISP Bukavu; [kisengoja@yahoo.fr](mailto:kisengoja@yahoo.fr)

(2) Université du Burundi, Facultés des Sciences, Département de Biologie, BP. 2700 Bujumbura, Burundi

(3) : Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP)

In this study, nineteen species (*Clarias* sp., *Parauchenoglanis punctatus*, *Pollimyrus* sp., *Oreochromis niloticus*, *Mastacembellus congicus*, *Labeo lukulae*, *L. macrostomus*, *Barbus* spp., *Bryconaethiops boulengeri*, *Brycinus* aff. *poptae*, *Pareutropius debauwi*, *Bagrus bayad*, *Chrysichtys graueri*, *Mormyrus caballus*, *Myomyrus* aff. *Macrops*, *Marcusenius* sp., *Raiamas* sp., *Micralestes humilis* and *Distichodus altus*) have been collected in Lowa. These fishes belong to 4 orders (Siluriforms, Mormyriiforms, Perciforms and Cypriniforms) and 10 families: Clariidae, Schilbeidae, Bagridae, Claroteidae, Mormyridae, Cichlidae, Mastacembellidae, Cyprinidae, Alestidae and Distichodontidae. Eighteen genera are almost monospecific except the genus *Labeo*. Fish species distribution in the different habitats of Lowa river is driven by substratum characteristics. Clariidae, Claroteidae, Bagridae, Schilbeidae, Mormyridae have been collected in shallow slow waters with a soft substratum. Cyprinidae, Alestidae and Distichodontidae were found in rapid waters and close to vegetated habitats. Mastacembellidae are distributed in submerged vegetation roots in inshore habitats. Cichlidae were quite rare in catches. Some species were limited by waterfalls. *Marcusenius* sp. and *Myomyrus* were found only upstream Boboro waterfall while *Synodontis* and *Malapterurus* were collected only downstream.

---

# Effects of water quality in Nyabarongo river on *Clarias sp* fish communities

Munyuli Théodore<sup>1,2</sup> & Tete Pascal<sup>2</sup>

(1) Department of Biology, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo; [tmnyuli@yahoo.com](mailto:tmnyuli@yahoo.com), [tmunyuli@gmail.com](mailto:tmunyuli@gmail.com), Mobile: +243992143245

(2) Department of environment, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo

Water is a valued natural resource for the existence of all living organisms. Management of the quality of this precious resource is, therefore, of special importance. In this study river water samples were collected and analyzed for physicochemical and bacteriological evaluation of pollution in the lower stream segment of Nyabarongo River in South-Kivu Province of eastern D R Congo. Juvenile samples of *Clarias sp* fish were collected from the segment and were analyzed for comparative histological investigations and bacterial density in the liver and intestine in order to evaluate the impact of pollution on the aquatic biota. The water pH was found to range from 6.32 to 6.66 with a mean temperature range of 23.3 to 25.78 °C. Other physicochemical parameters monitored including total suspended solids, total dissolved solids, biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand values exceeded the recommended level for surface water quality. Results of bacteriological analyses including total heterotrophic count, total coliform and thermotolerant coliform counts revealed a high level of fecal pollution of the river. Histological investigations revealed no significant alterations in tissue structure, but a notable comparative distinction of higher bacterial density in the intestine and liver tissues of *Clarias* from the River. It was inferred that the downstream Nyabarongo River is polluted and its aquatic biota is bacteriologically contaminated and unsafe for human and animal consumption.

**Keywords:** *Nyabarongo River, physicochemical parameters; histological; water quality; pollution*

---

## Voies de traitements de déchets solides : valorisations matière et énergie

JUNG C. Gisèle

Université Libre de Bruxelles – Belgium; [cgjung@ulb.ac.be](mailto:cgjung@ulb.ac.be)

La connaissance du déchet est primordiale si l'on souhaite déterminer le mode de traitement le mieux adapté en tenant compte des circonstances locales et avec l'objectif essentiel d'un développement durable. En effet, en fonction de la composition d'un déchet, le choix d'une valorisation matière ou énergie doit être effectué dans des conditions économiquement acceptables en respectant les contraintes environnementales. Le choix d'une technologie doit se faire en relation avec la situation locale en fonction de la nature et de la dispersion des déchets. La connaissance de la nature et des caractéristiques du déchet permet d'orienter vers un choix de filière approprié. Une première manière de procéder est d'en définir les composants essentiels. Chaque composant présente ses caractéristiques propres. Lorsqu'on dispose d'un échantillon représentatif du déchet, on peut en définir l'humidité (ou la teneur en matières sèches), la teneur en cendres (sur matières sèches), le rapport matières volatiles / matières sèches, la présence de divers polluants potentiels (métaux lourds, chlore et soufre total, hydrocarbures poly aromatiques et dérivés, etc.) et son pouvoir calorifique inférieur (PCI en MJ/kg). Les différentes filières de traitement des déchets peuvent alors être examinées sur les plans récupération matières et valorisation énergétique sur base de la caractérisation. L'enfouissement technique effectué en Centres d'Enfouissement Technique (CET) autrefois dénommés les décharges, ne permet aucune valorisation, sauf s'il est accompagné par une collecte des gaz émis (méthanisation) et leur combustion. Le compostage et la biométhanisation sont particulièrement bien adaptés à la fraction «organique» ou «fermentescible» des déchets ménagers comprend la partie «putrescible» des déchets, c'est-à-dire les « biodéchets », composés des déchets alimentaires, des produits alimentaires non consommés et des déchets verts et agricoles. Les biodéchets sont susceptibles d'avoir des incidences majeures sur l'environnement mais renferment aussi un potentiel considérable en tant que source d'énergie renouvelable et matériaux recyclés. Mis en décharge, ils se décomposent et produisent des gaz et lixiviats de décharge : non capté, ce gaz contribue fortement à l'effet de serre car il se compose principalement de méthane. La fraction fermentescible peut être restreinte aux seuls déchets collectés séparément et, inversement, étendue aux déchets de biomasse en général, ce qui revient alors à distinguer les déchets en fonction de leur nature plutôt que de leur origine. La valorisation énergétique par traitements thermiques de certains déchets solides, de préférence à haut pouvoir calorifique (PCI élevé) sont proposées et sont classées en fonction du rapport air/déchet : en présence d'un excès d'air, il y a combustion (incinération et co-combustion), en présence d'un défaut d'air ou de vapeur d'eau, il y a gazéification et enfin, en absence totale d'air, il y a thermolyse (pyrolysis). Les filières de traitement thermiques présentent l'avantage de transformer la fraction organique des matières contenues dans les déchets en combustibles de substitution avec la possibilité de produire de l'électricité dans des régions qui en sont dépourvues. Cette solution est à examiner dans le cadre d'un développement durable avec valorisation de déchets solides spécifiques et caractérisés, pour une production d'énergie utile à moyen et long terme.

---

# Application d'un modèle simple de la digestion anaérobie incluant la sulfato-réduction et la sulfo-oxydation au lagunage anaérobie

Harerimana Casimir<sup>1,\*</sup>, Ndikumana Théophile<sup>2</sup>, Chéma Keffala<sup>3</sup>, Jean Luc Vassel<sup>3</sup>

(1) Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, B.P. 5223 Bujumbura, Burundi; [harecasimir@yahoo.fr](mailto:harecasimir@yahoo.fr)

(2) Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, B.P. 2700 Bujumbura-Burundi.

(3) Université de Liège. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. Unité "Assainissement et Environnement" Avenue de Longwy, 185. B-6700 Arlon, Belgique

Un des inconvénients régulièrement cités de la technique du lagunage est la production d'odeurs nauséabondes, souvent associées à la présence de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), lui-même engendré par le processus de sulfato-réduction. L'objectif spécifique que nous nous sommes fixés lors de l'élaboration du modèle de la digestion anaérobie incluant la sulfato-réduction et la sulfo-oxydation au lagunage anaérobie, était de pouvoir prédire la production des odeurs en lagunage anaérobie, en fonction des paramètres du milieu. Pour arriver à cette fin, nous avons procédé par la modélisation théorique et par la modélisation expérimentale. Notre démarche s'est déroulée en trois grandes étapes :

1° Expérimentation : nous avons réalisés des essais pour étudier le phénomène de la réduction des sulfates.

2° Modélisation : nous avons fait une représentation mathématique du déroulement de phénomènes biologiques, physiques, chimiques impliqués dans la digestion anaérobie incluant la sulfato-réduction. 3° Simulation : nous avons d'abord incorporé notre modèle dans le logiciel de simulation des stations d'épuration WEST®, et nous avons utilisé ce simulateur pour calculer les concentrations en sulfures et en sulfates à l'équilibre sur la station d'épuration de Mèze en France. Les résultats obtenus par le logiciel WEST® prouvent qu'il est possible de prévoir la réduction des sulfates et la production des sulfures dans les bassins anaérobies. Notre modèle est structurellement valide, puisque la structure du modèle représente avec une exactitude raisonnable la relation de cause à effet du système réel. Notre modèle présente également une validité prédictive puisque les prédictions du comportement du système sont raisonnablement conformes à l'observation du système réel.

**Mots clés** : Sulfato-réduction, Sulfo-oxydation, Modélisation, Lagunage anaérobie, WEST

---

## Impact des collecteurs d'eaux pluviales sur la baie Nord-est du lac Tanganyika

Ndikumana Th.<sup>1,\*</sup>, Bizindavyi E. & Kisoholo A.

(1) Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, B.P. 2700 Bujumbura-Burundi.

\* Adresse de correspondance : [theo.ndikumana@gmail.com](mailto:theo.ndikumana@gmail.com)

Le centre de la ville Bujumbura est traversé par des collecteurs d'eaux pluviales qui débouchent dans la baie Nord-est du lac Tanganyika. Ces collecteurs, simplement dénommés R1, R2, R3, R4 et R5 se concentrent entre l'ancien Cercle nautique et le port de Bujumbura. La présente étude porte sur la mesure des paramètres de pollution et du débit des collecteurs R1, R2 et R3. Les paramètres de pollution, mesurés par l'utilisation des kits de réactifs et évalués par un photomètre sont la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>), les ions ammonium, nitrate et phosphate. Ils permettent d'établir le pollutogramme de ces collecteurs. Le débit a été mesuré par la méthode d'injection de bulles en période sèche et en période humide. Les variations du débit, au cours de la journée, permettent d'évaluer l'hydrogramme du collecteur. Le débit journalier étant de 9446 m<sup>3</sup> ces valeurs nous permettent d'évaluer la charge polluante déversée dans la baie Nord-est du lac Tanganyika à hauteur de: DCO : 11269 kg ; DBO<sub>5</sub> : 1195kg ; NO<sub>3</sub> : 87 kg ; NH<sub>4</sub> : 113 kg ; PO<sub>4</sub> : 61 kg. Ces quantités de polluants riches en nutriments expliquent la prolifération de plantes dans la zone sous étude avec risque d'eutrophisation de la baie.

---

## Bujumbura, ses consommations et ses déchets: *illustration par un film documentaire*

Mizero M.<sup>1\*</sup> & Ndikumana Th.<sup>2</sup>

(1) Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Technologies agroalimentaires, Université du Burundi; [mizero144@yahoo.fr](mailto:mizero144@yahoo.fr)

(2) Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, B.P. 2700 Bujumbura-Burundi.

La ville de Bujumbura (Burundi), abrite actuellement plus de cinq cents mille habitants répartis dans plusieurs quartiers de standings assez différents. Les activités menées quotidiennement et les modes d'alimentation conduisent à une production de déchets solides municipaux (DSM) représentant un tonnage important. La quantification et la caractérisation des déchets solides municipaux permettent de connaître ce qu'il y a à gérer. L'estimation de la quantité de déchets solides municipaux(DSM) par habitant et par jour s'est basée sur le relevé des volumes des DSM déversés

quotidiennement par des camions à ordures à la décharge publique de Mubone. La caractérisation a porté sur un volume de 8,8 m<sup>3</sup> équivalent à 4.7 tonnes de DSM triés par une main d'œuvre de 72 hommes-jour. De cette évaluation, il ressort qu'un habitant de la ville de Bujumbura produit en moyenne 0,6 kg/jour soit 217 kg/an dont 57% représentent les déchets fermentescibles, contre 43% de déchets non fermentescibles. Ces derniers sont constitués principalement de verre (15%), de sachets et bouteilles en plastiques (8%), de papier et carton (6%) et d'objets métalliques (5%). Le bois et ses dérivés représentent 3% et le textile 4%. Des produits biomédicaux et autres déchets dangereux ont été également identifiés à raison de 2% de la quantité de DSM triés. Ce travail porte seulement sur ce qui est amené à la décharge de Buterere. Sachant qu'à travers la ville des décharges sauvages jonchent les coins de rues des quartiers entourant le centre ville, le documentaire projeté illustre la nécessité d'une éducation environnementale des populations citadines, ainsi que le besoin de protéger l'environnement et les populations riveraines par l'aménagement d'une décharge contrôlée.

---

## **Evaluation des impacts économiques du changement climatique au Burundi**

Sabushimike Jean Marie<sup>1</sup>

(1): Université du Burundi, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie; [sabujm2000@yahoo.fr](mailto:sabujm2000@yahoo.fr).

La deuxième communication nationale 2008 sur le changement climatique au Burundi confirme que le réchauffement local est plus important par rapport à la moyenne régionale ou encore plus à la moyenne planétaire. Si au niveau mondial la hausse de la température moyenne au 21<sup>ème</sup> siècle a été de 0.74°C, cette augmentation au Burundi se situe entre 1.5°C dans les hautes terres et 2°C dans les basses terres du pays, soit plus du double que la hausse moyenne du Globe terrestre. De plus, les modèles climatiques prévoient pour le Burundi des événements météorologiques extrêmes qui seront marqués par une augmentation de la température de 1°C combinée à une alternance des épisodes cycliques de 10 ans tantôt plus pluvieux, tantôt plus secs 2010 jusqu'à l'horizon 2050. Cette analyse a comme ambition essentielle de déterminer les impacts économiques de ces changements climatiques sur les secteurs clés de la vie nationale comme l'agriculture, la santé, l'eau et l'environnement, les infrastructures, l'énergie, la biodiversité et autres services des écosystèmes naturels au Burundi. Les pertes économiques exprimées dans cet article montrent à suffisance que le Burundi est déjà confronté à l'urgence aiguë d'une crise qui relie aujourd'hui et demain. Mais, le Burundi était en apparence peu soumis aux risques et catastrophes climatiques, et cela jusqu'à une époque relativement récente. Depuis plus d'une décennie, des événements météorologiques extrêmes frappent durement le pays. Il s'agit principalement des sécheresses répétitives et sévères, des pluies diluviennes accompagnées d'inondations et de glissements de terrain et autres pertes en terre énormes, des tempêtes tropicales destructrices et enfin des épidémies de maladies dues soit aux sécheresses, soit aux inondations. C'est dans cet esprit que cette évaluation des impacts économiques des changements climatiques au Burundi devrait alerter davantage l'opinion publique sur l'urgence des défis auxquels le pays est confronté. Elle stimulera sans doute un débat national sur les actions possibles du gouvernement, du secteur privé et de la société civile pour la lutte contre le changement climatique à base d'une économie politique et environnementale d'adaptation nationale et sous régionale.

---

## **Analyse du potentiel des insectes comestibles dans l'amélioration de la sécurité alimentaire, la nutrition et l'adaptation au changement climatique dans le bassin du Lac Victoria**

Ndimubandi, J.<sup>(1)</sup>; Nyeko, P.<sup>(2)</sup>; Okia, C.<sup>(3)</sup>; Nzabamwita, P.<sup>(4)</sup>; Odongo, W.<sup>(5)</sup>; Nusula, N.<sup>(6)</sup>

(1) Faculty of Agricultural Sciences, University of Burundi, P.O Box 1555 Bujumbura, Burundi; [jean.ndimubandi@gmail.com](mailto:jean.ndimubandi@gmail.com)

(2) Department of Forestry, Biodiversity & Tourism, Makerere University, P.O Box 7062, Kampala, Uganda.

(3) Department of Extension and Innovation Studies, Makerere University, P.O Box 7062, Kampala, Uganda,

(4) Department of Forestry and Nature Conservation, ISAE-Busogo, P.O Box Musanze 210, Northern Province, Rwanda.

(5) Department of Rural Development and Agribusiness, Gulu University, P.O Box 166, Gulu Uganda,

(6) Natural Chemotherapeutics Research Laboratory, Ministry of Health, P.O. Box 4864, Kampala, Uganda,

Les insectes comestibles constituent une source importante de nourriture en Afrique, mais leur potentiel pour améliorer les moyens de subsistance et la conservation de l'environnement n'a pas encore été pleinement exploité. En 2011, le Conseil interuniversitaire pour l'Afrique orientale (IUCEA) a approuvé et a fourni un soutien financier pour ce projet de 3 ans sur les insectes comestibles dans le bassin du lac Victoria (BLV). Le projet vise à accroître l'utilisation des insectes comestibles dans le BLV, avec une attention particulière à l'augmentation de la sécurité alimentaire des ménages, la santé, la nutrition et les revenus des communautés locales, d'une part, et de contribuer à l'adaptation aux changements climatiques d'autre part. Les groupes de discussion (focus groups) et enquêtes auprès des ménages à l'aide

d'un questionnaire pré-testé ont été menées dans des districts sélectionnés dans les pays de l'étude pour documenter les connaissances autochtones, les perceptions, les préférences et les pratiques sur les insectes comestibles et l'adaptation au changement climatique. D'autres enquêtes au niveau des ménages et des marchés ruraux et urbains ont été lancées pour analyser les opportunités de marché, les acteurs du marché et de la chaîne de valeur des produits comestibles d'insectes en vue d'élaborer des directives commerciales appropriées pour aider les producteurs. Les ménages sélectionnés pour les enquêtes sur les connaissances et pratiques autochtones ont également été interviewés pour leur commercialisation des produits d'insectes. Des statistiques descriptives ont été utilisées pour fournir des conclusions préliminaires des enquêtes. La collecte d'échantillons d'insectes comestibles en utilisant diverses techniques est en cours. Les échantillons sont photographiés et conservés avec de l'éthanol, de l'azote liquide avec les objectifs suivants: (i) développement des collections de référence et catalogues des espèces comme des outils pour l'identification des insectes comestibles, (ii) détermination des valeurs nutritives et des contaminants dans les espèces d'insectes comestibles des différents systèmes d'exploitation agricole, et (iii) exploration des possibilités de développement de nouveaux produits présentant un potentiel de commercialisation pour les enfants malnutris et les personnes malades. Les sites d'étude ont été identifiés dans les trois pays pour évaluer les effets du changement d'utilisation des terres et de la saisonnalité sur la structure de la communauté, l'abondance, la diversité et le caractère saisonnier de certaines espèces. Les résultats des enquêtes des ménages et des groupes de discussion ont montré que jusqu'à 21 espèces d'insectes ont été consommées en Ouganda, et 13 et 6 respectivement au Burundi et au Rwanda. La source la plus commune d'insectes comestibles dans les ménages était leur propre collection dans la nature même si un certain nombre d'insectes sont également achetés sur les marchés ou obtenus comme dons de la part des voisins, des amis ou des parents. Les diverses communautés locales ont rapporté différentes façons de collecter, traiter et stocker les insectes. Dans l'ensemble, la plupart de ces activités sont restées sous-développées et nécessitent des interventions technologiques appropriées. Malgré la consommation très courante d'insectes comestibles, aucun effort n'a été signalé sur la conservation et l'élevage de l'un ou l'autre insecte comestible dans les trois pays. Cela soulève de sérieuses questions en rapport avec la consommation durable des insectes comestibles, en particulier dans le contexte des changements climatiques dans la région.

---

## **Economic valuation of irrigation water in smallholder farming system in Rwanda: the case of kibaya-cyunuzi scheme**

Ngabitsinze Jean Chrysostome<sup>1</sup> & Urujeni Sandrine<sup>2</sup>

(1) Ngabitsinze Jean Chrysostome is a senior Lecturer and head of Agricultural Economics and Agribusiness Department, National University of Rwanda, and Chairman of national Land Commission, Ministry of Natural resources; [jeanchrysostome@hotmail.com](mailto:jeanchrysostome@hotmail.com)

(2) Urujeni Sandrine, is Assistant Lecturer in the Agricultural Economics and Agribusiness department, National University of Rwanda

This study has been carried out in one irrigation scheme of the Eastern Province, Rwanda. The study determined the economic value of irrigation water of a smallholder irrigation scheme (Kibaya-Cyunuzi Scheme). The specific objectives were to estimate the economic value of water for irrigation, investigate the willingness to pay among smallholder farmers for irrigation water in Kibaya-Cyunuzi scheme and to identify the impact of Irrigation Management Transfer using water users' association on water allocation and management in the scheme. The study counted on the data collected from 110 respondents from two villages which are Kibaya and Cyunuzi. Data were analyzed using descriptive and quantitative methods. The Residual Computation Method was used to compute the economic values of irrigation water for paddy as a main crop found in the scheme. The Contingent Valuation Method was employed to elicit the willingness to pay for irrigation water and its related infrastructures; while the socio-technical analysis helped us to capture the process of water control and management through Water users association. The findings showed that, the economic value of water for irrigation for paddy was 5.33 Rwf/m<sup>3</sup>. The economic value for paddy is low in that scheme due to the fact that, paddy uses much water and some parts of that scheme don't have sufficient water. The results from CVM indicated that, the respondents were willing to pay an average of 8000 Rwf per Ha per annum for irrigation water. The study showed also that the WUAs are becoming realms of interaction for different interest groups involved in water management. The study elicited some problems faced by farmers in the scheme; it therefore recommends some joint effort among stakeholders in order to improve farming in that scheme. The decision making process related to water sector investments, allocation and management could be potentially guided if key dimensions of water that are related to water availability and use in the face of increased scarcity are properly accounted for in valuation.

---

# Plaidoyer de l'approche terroir comme méthode de développement rural, étude de cas

Lejoly J.<sup>1, 2, 3</sup>

(1) Université Libre de Bruxelles, Laboratoire d'Ecologie végétale et Biogéochimie, CP 244, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, B-1050 Bruxelles, Belgique; [jeanl@ibi-village.cd](mailto:jeanl@ibi-village.cd)

(2) Service Laïque de Coopération au Développement (SLCD, ONG, Belgique), (3) Groupe d'Initiatives pour l'Agroforesterie en Afrique (GI Agro, ONG, RDC)

Dans le contexte actuel de gestion durable qui vise à réconcilier la croissance économique avec la protection de l'environnement et la cohésion sociale, nous avons développé une nouvelle méthode de développement rural basée sur la gestion du terroir. L'objectif de cette méthode est de permettre une croissance du bien-être sans détruire l'environnement naturel. Une étude de cas réalisée uniquement sur les productions agricoles dans la commune de Mukike, province de Bujumbura pour la période de 2010-2014 montre que les revenus de 200 ménages membres de neuf groupements paysans ont été sensiblement améliorés grâce à une augmentation de leurs productions agricoles et une plus grande disponibilité de semences améliorées de pomme de terre, maïs et blé dans la commune de Mukike.

---

## Les exploitations minières artisanales au Burundi : une opportunité ou un désastre national?

Midende Gilbert<sup>1</sup>

1) Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre, B.P. 2700 Bujumbura-Burundi ; [midendegilbert@yahoo.com](mailto:midendegilbert@yahoo.com)

Déjà en 2006, le document de la Banque Mondiale sur le Burundi intitulé Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP, septembre 2006) classait la promotion du secteur de l'extraction minière parmi les domaines d'appui à une croissance économique viable et équitable. Plus spécifiquement, il précise que le Burundi dispose d'atouts substantiels caractérisés par une vaste gamme de dépôts minéraux, et que le secteur de l'exploitation minière offre de bonnes perspectives de diversification des activités économiques qui pourraient générer des effets positifs directs sur la croissance économique, le revenu, l'emploi, et le transfert des technologies. Dans ce cadre une des actions recommandées était la promotion des activités émergentes d'extraction minière artisanale. L'exploitation minière artisanale peut en effet avoir un impact considérable sur l'économie du Burundi, elle contribue déjà à la survie des populations de plus en plus nombreuses, évaluées à plus ou moins 200.000 personnes. Malgré cette importance, force est de reconnaître que ce secteur est encore loin d'atteindre les résultats escomptés. À l'heure actuelle les artisans miniers travaillent de manière informelle, ce qui engendre des conséquences néfastes considérables sur l'ensemble de l'économie du pays, sur le développement durable des régions concernées et sur l'environnement physique, social et humain : écrémage des gisements ; problèmes de santé, de sécurité et d'hygiène sur les sites ; dégradation des mœurs et problèmes socioculturels, problèmes du travail des enfants et de femmes, impacts désastreux sur l'environnement physique, déforestation et perte de la biodiversité. On manque de ressources financières et de moyens techniques dont souffre le secteur, s'ajoutent les contraintes organisationnelles, législatives et fiscales. Cependant, eu égard à la croissance démographique, à la dégradation et à l'insuffisance des terres cultivables, ces petites exploitations artisanales sont à encourager dans la perspective de lutter contre la pauvreté qui s'accroît constamment au Burundi. Pour cela, il est nécessaire de procéder à la formalisation des EMA. La formalisation des EMA est un long processus qui s'appuie sur l'organisation des EMA et qui commence par la mise en place d'une législation appropriée. Ce processus se réalise à travers des Stratégies en faveur des artisans miniers tel que l'appui technique et la formation, l'amélioration des conditions d'accès au marché, l'amélioration de leurs conditions de vie de manière générale, la protection de l'environnement, la mise en place des mécanismes de collaboration avec les autres programmes et projets envisagés pour le développement local et durable. Pour réussir la formalisation plusieurs défis sont à relever et concernent différents niveaux mais tout particulièrement le gouvernement. Ces défis seront relevés. Pour amener les artisans miniers vers un cadre plus légal et formel il faudra instaurer un véritable climat de collaboration et de confiance. Les différents facteurs qui influent sur la volonté du petit mineur à travailler dans la légalité seront investigués : les facteurs légaux, administratifs, moraux et économiques.

---

# Impacts des pratiques rizicoles en vigueur au Burundi sur l'environnement

Sibomana R.<sup>1</sup>, Habonimana B.<sup>1</sup>, Bigirimana J.<sup>1</sup>, Nusura H.<sup>1</sup>

(1) Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Technologies agroalimentaires, Université du Burundi; [h nusura@hotmail.com](mailto:h nusura@hotmail.com)

Le riz est une culture importante pour la sécurité alimentaire du Burundi. Le développement durable des systèmes rizicoles exige le choix des pratiques rizicoles qui préservent l'environnement. Afin de contribuer à l'identification des meilleures pratiques rizicoles, nous avons procédé à une étude des effets des pratiques rizicoles en vigueur au Burundi sur l'environnement. Cette étude a été menée dans 6 périmètres rizicoles en zones de basse et moyenne altitude sur base de données collectées selon différentes méthodes : des observations au niveau des différents périmètres, des réunions avec 6 groupes-cibles de riziculteurs ainsi qu'une enquête auprès de 180 ménages agricoles. Les résultats obtenus ont permis de relever les répercussions de la riziculture sur l'environnement à deux niveaux. Au niveau de l'exploitation des terres, l'introduction et l'extension de la pratique de la riziculture s'est faite au détriment de certaines espèces végétales sauvages. Et tout au long du cycle de la culture de riz, plusieurs risques et dégâts environnementaux peuvent être signalés. Après le labour des parcelles rizicoles, l'érosion est accrue, le risque d'attraper la malaria augmente à cause des pépinières de riz. Le manque de dispositifs adéquats d'irrigation et de drainage provoque des dégâts à l'environnement. Ainsi, dans plus de 50 % des cas, l'eau d'irrigation est insuffisante ou en excès. Par ailleurs, des risques de lessivage des intrants et de transmission des maladies entre les parcelles, et le phénomène de salinisation des terres rizicoles ont été observés. Même si le niveau d'usage des fertilisants et des produits phytosanitaires dans la riziculture est encore trop bas pour provoquer des dégâts visibles, la manière dont ces intrants sont utilisés constituent déjà une menace à l'environnement et la santé humaine : un usage hasardeux, le non respect du moment d'application et de la dose adéquate. La pratique du gardiennage est effectuée sans aucune norme et perturbe l'équilibre des écosystèmes : disparition d'oiseaux insectivores, contamination des eaux et du sol par le poison utilisé contre certaines mammifères. Cependant, certaines pratiques culturales qui ont été observées peuvent constituer un atout important pour la protection de l'environnement : la jachère, la rotation et la prise en compte des précédents culturaux. Une bonne exécution de ces pratiques, un encadrement et d'un soutien aux riziculteurs permettant l'usage adéquat des amendements organiques et inorganiques ainsi qu'une bonne gestion de l'eau, sont des conditions requises pour le développement durable de la riziculture au Burundi

**Mots clés** : riziculture, environnement, pratiques culturales

---

## POSTERS

---

### Contribution à la connaissance des espèces agroforestières utilisées en milieu rural burundais: cas de la Crête Congo-Nil, de Mumirwa et de la Plaine de l'Imbo

<sup>1</sup>R. Muvunyi, <sup>2</sup>B. Habonimana et <sup>3</sup>J. Bogaert

<sup>1</sup> Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Technologies agroalimentaires, Université du Burundi.

<sup>2</sup> Faculté des Sciences Agronomiques, Département d'aménagement du milieu et écologie, Université du Burundi.

<sup>3</sup> Unité de Biodiversité et Paysage, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech. Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

Le suivi-évaluation des espèces agroforestières introduites au Burundi demeure inconnues et en conséquence, les espèces retenues et diffusées en milieu rural sont souvent rejetées par les bénéficiaires. Cette étude vise la réalisation d'une liste exhaustive des espèces agroforestières exotiques et autochtones présentes dans la Crête Congo-Nil (le Mumirwa et la plaine de l'Imbo). Une enquête agroforestière menée dans les zones agro-écologiques a été réalisée. Les résultats obtenus ont révélé la présence d'un grand nombre d'espèces agroforestières présentes dans la zone agro-écologique de Mumirwa et de l'Imbo. S'agissant du taux d'adoption des espèces diffusées, les résultats de ce travail ont montré qu'il est de 40% sur la Crête Congo-Nil, 60% dans le Mumirwa et 50% dans la plaine de l'Imbo.

**Mots clés** : agroforesterie, exploitation agricole, galop démographique, atomisation des terres, fertilité du sol

---

# Ecologie et distribution de *Dialium guineense* dans les phytodistricts Est du Sud-Bénin

Assongba Faustin<sup>1</sup>, Djègo G. Julien<sup>1</sup>, Yédomonhan Paul<sup>2</sup>, Adomon Aristide<sup>2</sup>

(1) Laboratoire d'Ecologie Appliquée / FSA/ UAC ; yedjanlognon@yahoo.fr

(2) Herbiée Nationale / FAST / UAC

La valorisation des espèces des formations naturelles est aujourd'hui une nécessité pour l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et urbaines qui les utilisent. La diversité biologique est aujourd'hui gravement menacée parce que le rythme des extinctions s'accélère considérablement. Les activités humaines sont désormais génératrices de très fortes pressions sur les écosystèmes forestiers et leurs espèces vivantes. Cette étude a pour but de contribuer à l'enrichissement de données sur *Dialium guineense*. Dans les phytodistricts de Pobè et de Zangnanado, des relevés phytosociologiques et dendrométriques ont été faits dans des placeaux de 30 m X 30 m dans les galeries et 100 m X 100 m dans les savanes et forêts denses et semi décidues. La matrice constituée de 173 espèces et 31 relevés ont été soumise à la Detrended Correspondence Analysis (DCA). Trois groupements végétaux ont été discriminés. Il s'agit du Groupe G1 correspondant aux relevés effectués dans les champs et des formations post-culturelles ; Groupe G2 composé des relevés effectués dans les savanes et le groupe G3 formé des relevés effectués au sein de la forêt dense semi décidue et des galeries. L'indice de Shannon varie entre 3,8 et 4, 2 bits alors que l'équitabilité de Pielou est comprise entre 0,66 et 0,7. La densité moyenne des populations de *Dialium guineense* varie entre 35 et 127 arbres / ha. La distribution en classe de diamètre des arbres (Weibull) a montré une structure en J renversé pour les trois groupements végétaux. De cette étude, il ressort que *Dialium guineense* est plus conservé dans les formations végétales protégées que dans les terroirs cultivés et post culturels.

**Mots-clés:** *Dialium guineense*; Formations végétales; Répartition géographique ; Bénin.

---

## Estimation of shrew diversity: a comparison made between old secondary forest and primary forest in Masako Forest Reserve (Kisangani, DRC).

M. Gambalemoke<sup>1</sup>, I. Mukinzi<sup>1</sup>, P.G.B. Katuala<sup>1</sup>, A. Dudu<sup>1</sup>, J. Hulselmans<sup>2</sup>, H. Leirs<sup>2,3</sup>, R. Hutterer<sup>4</sup>, P. Kalemé<sup>5</sup>, E. Verheyen<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>University of Kisangani, Faculty of Sciences (Biology), Laboratory of Ecology and Animal Resources Management (LEGERA), P.O. Box 2012 Kisangani, DR. Congo; sgambalemoke@yahoo.fr

<sup>2</sup>Evolutionary Ecology Group, Universiteit Antwerpen, Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerpen, Belgium.

<sup>3</sup>Danish Pest Infestation Laboratory, University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Integrated Pest Management, Skovbrynet 14, DK-2800 Kongens Lyngby, Denmark.

<sup>4</sup>Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn, Germany.

<sup>5</sup>Evolutionary Genomics Group, Department of Botany and Zoology, Stellenbosch University, South Africa.

<sup>6</sup>Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), Vertebrate Department, Molecular Laboratory, Vautierstraat 29, Brussels, Belgium.

Comparison is made to check up shrew diversity in two habitats in Masako Forest Reserve as local people are installing their crops. Shrews were captured in primary forest and in old secondary forest by trapping on open transects (200 m long), and in a 1 ha closed area with fence, 45 cm height, 700 m. We combined three types of traps: Pitfall [PF], Victor [VT] and Sherman [SH]. At each station, we set two traps [PF, VT] or [PF, SH], regularly at 5 m from each other. In total, we captured 181 shrews [128 males and 53 females; trapping effort (TE) = 7,376 TN (traps-nights)], grouped into 5 genera, 12 species in old secondary forest. In 1 ha, the relative density was estimated to 2.0% (TE = 5,612 TN, 114 shrews, 12 species), while it was estimated to 3.8% (TE = 1,764 TN, 67 shrews, 11 species) on the open transects. Four species were dominant: *Crociodura ludia* Hollister, 1916 (21.0%), *Paracrociodura schoutedeni* Heim de Balsac, 1956 (18.2%), and *C. denti* Dollman, 1915 (16.6%). In primary forest, we caught 178 shrews [108 males and 53 females; TE = 7,376 TN], grouped into 5 genera, 15 species. In 1 ha, the relative density was estimated to 1.8% (TE = 5,652 TN, 99 shrews, 15 species), while it was estimated to 4.7% (TE = 1,680 TN, 68 shrews, 12 species) on the open transects. Four species were dominant: *C. latona* Hollister, 1916 (20.8%), *C. ludia* Hollister, 1916 (19.7%), *C. denti* Dollman, 1915 (11.2%) and *C. littoralis* Heller, 1910 (10.7%). Although eleven shrew species are common for the primary forest and the old secondary forest, only *Sylvisorex akaibe* I. Mukinzi, R. Hutterer & P. Barriere, 2009, *Crociodura crenata* Brosset, Dubost & Heim de Balsac, 1965, and *C. cf. muricauda* [*C. muricauda* (Miller, 1900)], *C. cf. poensis* [*C. cf. poensis* (Fraser, 1843)], were captured in primary forest. Pitfall are the most efficient traps in collecting shrews (primary forest: 165 shrews, 15 species, TE = 2827.5 NT, TS = 5.8%; old secondary forest: 176 shrews, 12 species, TE = 3251 NT, TS = 5.4%) as compared to Sherman and Victor traps.

**Key Words:** Diversity, Shrew, Masako Forest Reserve, Kisangani.

---

# Analyse par approche systemique de la gestion des ressources forestieres et minieres au sein de la zone peripherique du parc national de ranomafana (madagascar)

Andriamandimbisoa RAOLIHARIVAO<sup>1</sup>, Isaac Roger TCHOUAMO<sup>2</sup> et Mamy RAKOTOARIJONA<sup>3</sup>.

(1) Université de Kinshasa, Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux, B. P. 15 373, Kinshasa, République Démocratique du Congo ; [and\\_olyh@yahoo.fr](mailto:and_olyh@yahoo.fr).

(2) Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences agricoles - Département de vulgarisation agricole et de sociologie rurale, b.p. 35 302, Yaoundé – Cameroun.

(3) Madagascar National Park– Parc National de Ranomafana, BP 02 Ranomafana Centre, Fianarantsoa Madagascar.

Actuellement, la conservation de l'environnement constitue un sujet standard de tout un chacun. Au Sud Est de Madagascar, s'étend de 47°18' à 47°37' de longitude Est de 21°02' à 22°25' de latitude Nord, le Parc National de Ranomafana (PNR). L'*Hapalemur aureus* découvert en 1986 fut la création du Parc. Ce lémurien doré, considéré disparu, a trouvé refuge dans la région et a subsisté jusqu'à maintenant. La commune de Ranomafana et de Kelilalina font partie de la zone périphérique (ZP) du PNR. Parmi ses ressources naturelles, la ZP du PNR est caractérisée par ses ressources forestières et minières. Leur gestion passe par les diverses menaces qui les détériorent jusqu'aux divers acteurs qui cherchent des voies et moyens pour un développement humain durable. Ces deux communes possèdent 27,5% de la masse démographique de la ZP, en 2010, soit 28 324 habitants et ont de densité respective de 87,5% et de 40,5%. L'accroissement démographique évolue depuis la mise en place du parc en 1990. La déforestation augmente avec cette accroissement. Le taux de scolarisation des enfants n'est que de 56,9%, en 2008. Chaque commune possède un centre de santé de base. En longeant la route nationale, de l'Ouest vers l'Est du PNR, d'altitude 1300m à 600m, l'aménagement des territoires se dégradent. Actuellement, l'exploitation aurifère artisanale autour de la ZP est en vogue, surtout dans la commune de Kelilalina. En un an, 50 ha ont été détruits (BD PNR, 2010). Les immigrants l'accroissent. Les ressources réclament alors une gestion rationnelle et participative. Cette gestion participative demande l'apport de toutes les parties prenantes. Ainsi, des enquêtes ont été réalisées. Les parties prenantes identifiées sont les sociétés civiles et les institutions étatiques. Leurs rôles sont décrits, du gardien de proximité à la constitution des lois et textes pour la gestion de ces ressources. 50% de la population locale ont reçu les lois et textes et en comprennent une partie. Ils perçoivent que ces ressources leur appartiennent entièrement. Le niveau de connaissances des textes et lois régissant la gestion de ces ressources reste très bas. Les autorités administratives au niveau supérieur les maîtrisent. Les conflits se créent tant sur le fonctionnement et l'interrelation des parties prenantes que sur la prise de décision. En général, les résolutions sont soit à l'amiable, soit par application de la loi coutumière. Les lois et textes existent.

**Mots clés** : ressources forestières, ressources minières, gestion participative, parties prenantes, aire protégée, conflits, Parc National de Ranomafana.

---

## La gestion durable de la biodiversité des aires protégées : rôles des parties prenantes, défis et pistes des solutions : cas du Parc National de Kkahuzi-Biega à l'est de la RDCongo.

Baleke Rukumuza Elie<sup>1</sup>

(1) Expert en Conservation Biodiversité à la C.E.E.A.C. ; [mvbantu@yahoo.fr](mailto:mvbantu@yahoo.fr)

Le Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB), site du patrimoine mondial de l'UNESCO est localisé en Afrique centrale, à l'Est de la République Démocratique du Congo, en province du Sud-Kivu. Vaste de 600.000 hectares et très riche en biodiversité (194 espèces de mammifères, avec des espèces phares comme les Gorilles, Chimpanzés, Eléphants. Cet article est rédigé sous-forme d'un rapport qui constitue un ensemble d'expériences et des leçons tirées du travail personnel pour plus de huit (ans) dans des organisations internationales de la conservation de la nature (WWF, GTZ, FFI, PACEBCo) et auprès du service étatique en charge de la gestion des Aires Protégées, l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN) en RDCongo. Une analyse objective des rôles de ces parties prenantes et des propositions concrètes dans l'accomplissement des rôles de ces derniers permettra à chacune d'entre elles de contribuer de manière significative à la préservation de la biodiversité de ces Aires Protégées. Les propositions concrètes seront fournies à l'égard de toutes parties prenantes afin qu'il y ait une appropriation globale à divers niveaux de la conservation de la biodiversité.

---

# Les savoirs traditionnels et leur rôle dans la conservation des forêts

Jean-Marie Bantu Baluge<sup>1</sup>

(1) Bureau d'Etudes Scientifiques Techniques (B.E.S.T.) Bukavu, R.D. Cong ; [jmvbantu2002@yahoo.fr](mailto:jmvbantu2002@yahoo.fr)

Les savoirs traditionnels ont permis de conserver, depuis des siècles, les forêts. Aujourd'hui, nous connaissons un taux élevé de déforestation et de dégradation des forêts avec comme conséquence l'émission des gaz à effet de serre. Toutes les stratégies qui favorisent le maintien et le rétablissement des couverts forestiers sont à encourager. L'une de ces stratégies réside dans « les savoirs traditionnels et endogènes » qui ont fait leurs preuves depuis les temps immémoriaux. Il n'est pas de doute que les connaissances traditionnelles sont antérieures aux politiques et projets de conservation. En effet, c'est seulement en 1872 qu'a été créé le premier Parc, le « Yellowstone national Park » aux Etats-Unis. Dans les processus qui ont conduit à la création des aires protégées actuelles, les connaissances traditionnelles ont joué et continuent à jouer beaucoup de rôles. Le rôle majeur joué par les savoirs traditionnels est celui de source d'information. Seules les autochtones détiennent l'information sur le mode d'extraction des ressources, la gestion de la faune et l'utilisation des terres. Le rôle de nommer et de classer les espèces : les savoirs traditionnels permettent de faire des distinctions intraspécifiques extrêmement fines sur la base de l'âge, du sexe, des variations saisonnières, du comportement, qui se traduisent eux aussi par un vocabulaire spécifique. Le rôle d'immortaliser les espèces : dans certaines Cultures (cas des Indiens Cris, des Inuits et des peuples circumpolaires), il y a des pratiques respectueuses qui permettent que l'âme de l'animal puisse se réincarner pour se représenter de nouveau au chasseur qui bénéficiera une fois de plus de ce don de nourriture. Les connaissances traditionnelles servent aussi de guide à la prise de décision : les remèdes et pratiques médicinales, les connaissances relatives à la diversité biologique et aux ressources phytogénétiques destinées à l'alimentation et à l'agriculture servent d'appui à l'autorité pour délimiter les zones à protéger. Les connaissances traditionnelles facilitent aussi la compréhension et la communication entre les agents de développement. Au regard de tous ces rôles, il est recommandé de prendre en compte les connaissances traditionnelles à tous les niveaux et pour toute question qui engage non seulement les forêts, mais aussi les droits des populations forestière, entendu par là les communautés locales et les autochtones pygmées.

---

## Dégradation des grottes aux poissons aveugles (*Caecobarbus geertsii*, Teleostei Cyprinidae) dans la région de Mbanza-Ngungu en R.D.Congo et proposition de création d'une aire protégée

Alexis Kimbembé ma Ibaka<sup>1</sup>

(1) I.S.P.Mbanza-Ngungu, République Démocratique du Congo ; [alexiskimbembé@yahoo.fr](mailto:alexiskimbembé@yahoo.fr)

D'après Heuts et Leleups (1954), dans la province du Bas-Congo, il doit exister quelques trois cents grottes dont 47 avaient été prospectées. De ce nombre, *Caecobarbus geertsii* Blgr, 1921 a été trouvée dans huit grottes des environs de Mbanza-Ngungu, dont deux, suite aux activités anthropiques ont disparu (Kimbembé, 2007). *Caecobarbus geertsii* est l'unique espèce de poisson endémique protégée en R.D.Congo (Pellegren, 1926 et Poll, 1951 et 1957); inscrite dans l'annexe CITES (MECNPT, 1998) et classée d'espèce vulnérable par l'UICN (Lévêque et Daget, 1984). Par la méthode de gestion des réserves de biosphère préconisée par Bioret et al. (1998) et par l'approche systémique avec ses principes fondamentaux et ses lois ainsi que les principes du développement rural intégré (Maldague et al., 1997), Kimbembé (op.cit.) révéla non seulement la dégradation de ces écosystèmes souterrains mais aussi la découverte de nouveaux sites à *Caecobarbus geertsii* dans la même région. Suite aux pressions humaines qui pèsent sur ce patrimoine, la conservation de cette biodiversité cavernicole exceptionnelle peut être possible en proposant l'inscription de ces grottes sur la liste des biens du patrimoine mondial ou sur la liste de biosphère du programme MAB.

---

## Importance Socioculturelle et distribution de *Dialium guineense* dans la Forêt classée de Wari-Marô

Assongba Y., Faustin, Djégo G. Julien., Bio Anselme., Sinsin Brice.

Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA) / FSA/ UAC ; [yedjanlognon@yahoo.fr](mailto:yedjanlognon@yahoo.fr)

Les ressources naturelles sont d'une importance capitale dans la vie de l'homme. Dans ce cadre, une étude a été menée sur l'importance socioculturelle et la distribution de *Dialium guineense* dans la forêt classée de Wari-Marô au centre du Bénin. La démarche méthodologique appliquée à ce travail a consisté à l'enquête ethnobotanique dans les villages riverains et aux relevés floristiques à l'intérieur de la forêt. Au total, 100 personnes ont été interviewées et 65 placeaux ont été installés. Les résultats de l'étude ont montré que l'espèce est globalement peu connue dans la région. Cependant, elle est utilisée dans l'alimentation, la construction et le traitement des maladies telles que le paludisme et la fatigue générale. Sur les 65 placeaux installés, 51 espèces réparties en 24 familles ont été identifiées et trois groupements

végétaux ont été discriminés. Les analyses ont prouvé que tous ces groupements sont spécifiquement diversifiés avec absence de dominance. Néanmoins, l'espèce recherchée est absente dans le groupement (G3) constitué uniquement des placeaux installés dans la savane. Les structures horizontale et verticale de *Dialium guineense* ont présenté partout une asymétrie gauche caractéristique des peuplements jeunes ou composés d'individus de faibles diamètres. Cette situation aurait dû à des menaces que subit l'espèce malgré qu'elle se retrouve dans un domaine classé. Pour une gestion durable de cette espèce dont la répartition est très localisée dans la forêt classée de Wari-Marou, il importe d'adopter des stratégies qui tiennent compte des besoins socio-économiques et culturels du milieu.

**Mots clés :** *Dialium guineense*, espèce, savane, structures horizontale et verticale, menaces, stratégies

---

## **Diminution des ressources en eau, une conséquence à la variabilité climatique ? Étude basée sur une approche participative : cas du département de Bambey (Sénégal)**

Yanon Galinéi <sup>(1)</sup> & Ndiaye Aminataï <sup>(2)</sup>

(1) Département de Géographie, Edethos, FLSH- Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005, Dakar-Fann, Sénégal ; [galileo.galine@hotmail.com](mailto:galileo.galine@hotmail.com).

(2) Département de Géographie, Laboratoire de Climatologie, FLSH- Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

L'évolution des variables climatiques pose aujourd'hui la question de la régularité, dans la distribution des apports pluviométriques inter-annuels. Il faut, toutefois, noter que cette évolution décadente de la pluviométrie entraîne de nombreuses conséquences et dont la mesure se fait, de plus en plus, à une échelle locale. L'analyse des données de pluviométrie, sur la période 1947 – 2010 dans le département de Bambey (centre du Sénégal), permet de constater une mal distribution, à l'échelle spatio-temporelle, des apports en eau. Dès lors, il est apparu des déficits énormes d'eaux, et ce surtout à partir des années 1960s avec un point de changement de moyenne noté en 1967, une moyenne pluviométrique de 678,5 mm entre 1953-1967 contre une moyenne de 1050,5 mm sur la période 1950-1952. Ces déficits ou encore réduction des apports (significative à 95 %, p-value = 0.00086813), conduisent dans bien des cas, à une situation de déséquilibre voir de disparition de réserves notamment ici les puits, les mares et les marigots. Il faut ajouter que cette situation constatée de stress est bien perçue par la population locale qui manifeste, présentement, son incapacité à définition des mesures fiables d'adaptation.

**Mots clés :** *Diminution, ressources en eau, variabilité climatique, approche participative*

---

## **Mise en place d'un processus participatif dans l'élaboration d'un plan simple d'aménagement des forêts dégradées à la périphérie de Kinshasa: cas de Kinkosi au Bas Congo**

Isaac Nshokano Byamungu

Programme Biodiversité et Forêts/Gestion Durable des Forêts, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, PBF/GIZ, ville de Bukavu, sud Kivu, République Démocratique du Congo ; [nshokanoisaac@yahoo.fr](mailto:nshokanoisaac@yahoo.fr)

La présente étude portant sur l'élaboration du plan simple de gestion à vocation bois énergie du finage de Kinkosi au Bas Congo, s'est déroulé de décembre 2011 à mars 2012. Les objectifs de l'étude étaient les suivants : définir une gestion opérationnelle basée sur une approche paysagère et sur la toponymie locale des populations, organiser l'utilisation spatiale à travers les différents systèmes de production, dans le respect des équilibres naturels en prenant en compte le savoir-faire local, co-élaborer un plan simple de gestion à vocation de production de bois énergie du finage villageois pour la satisfaction des besoins de la population locale; procéder à un diagnostic socio-économique et culturel de la communauté. La démarche participative a guidé la totalité de nos activités de recherche. Les résultats obtenus ont révélé que la majorité de la population dépend entièrement de l'exploitation des ressources naturelles (97 %), l'agriculture et la production de bois énergie sont les deux principales activités sources de revenus à la population de Kinkosi. Une surexploitation des ressources naturelles a été constatée et la pauvreté de la population serait justifiée par la rareté de celle-ci. Le volume de bois exploité pour le bois énergie serait de 1154,2 m<sup>3</sup> avec un écart type très élevé (41, 5) proche de la moyenne (voir chapitre 3). La méthodologie d'élaboration du PSG était fondée sur la typologie locale de l'espace et l'identification des unités paysagères (chapitre 2). Ainsi, douze unités paysagères ont été définies, six mesures de gestions retenues, les règles de partage de bénéfices fixées et les sanctions aux infractions qui seraient constatées lors de la mise en œuvre du plan simple de gestion (voire chapitre 3) ont été choisies.

**Mots clés :** *Plan simple de gestion, bois énergie, ressources naturelles, approche participative, unité paysagère, province du Bas-Congo.*

---

# Co-digestion anaérobie des boues de vidange des fosses septiques et des déchets de marché fermentescibles en vue de leur valorisation

Gaston Nsavyimana<sup>1</sup>

L'assainissement des eaux usées domestiques dans les villes africaines en général et dans les villes burundaises en particulier, se fait presque exclusivement par les techniques d'assainissement individuel, notamment les fosses septiques (*F.S.*). Par ailleurs, la gestion des boues de vidange des *F.S.*, lorsqu'elles sont remplies constitue aussi un problème qui n'a pas encore trouvé une solution adéquate. Ces déchets sont généralement déversés sans aucun contrôle (lieux, manutentions), ce qui occasionne des risques sérieux pour la santé de la population (maladies d'origine hydrique, paludisme, etc.) et pour l'environnement (odeurs, pollution des nappes et eaux de surface, esthétique de la ville, etc.). Une optimisation de leur gestion s'avère donc plus que nécessaire. En plus de la problématique de gestion de ces derniers, les déchets de marché sont aussi produits quotidiennement en quantité importante et constituent aussi une problématique quant à leur gestion. La caractérisation la plus approfondie possible de ces déchets a constitué une étape clé de notre recherche quant à l'orientation sur l'étude de leur valorisation. Quelques ratios par rapport à certains paramètres de pollution (cas des boues de vidange), permettant de s'orienter à telle ou telle autre filière de leur valorisation ont été calculés sur base des valeurs expérimentales. Il s'agit de:  $MVS/MES$ ,  $DBO_{brute} \infty /MVS$ ,  $DCO_s/MVS$ ,  $DCO_{part}/DCO_{brute}$ ,  $DBO_{5\ part}/DBO_{5\ brute}$ ,  $DCO_{brute}/DBO_{brute} \infty$ ,  $DCO_{part}/MES$ ,  $DBO_{5\ part}/MES$ ,  $DCO_s/SO_4^{2-}$ ,  $N-NH_4^+/DCO_{brute}$ ,  $N-NH_4^+/DCO_s$ ,  $N-NH_4^+/N_{Total}$ . Au regard des résultats sur la caractérisation, une hypothèse sur l'investigation par rapport à la modélisation de production de biogaz à partir des boues de vidange des *F.S.* a été formulée et exécutée. Les résultats nous ont montré une faible production de biogaz d'environ 1,71 m<sup>3</sup> biogaz/m<sup>3</sup> de boues de vidange *F.S.* après 2 mois de digestion. Seuls 12,33% de  $DCO_{brute}$  ont été éliminés et de cette  $DCO$  éliminée, 97% est transférée en CH<sub>4</sub>. Le taux de production de CH<sub>4</sub> est évalué à 0,37 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ kg  $DCO$  éliminé. Le biogaz produit a montré une composition en CH<sub>4</sub> de 77 % contre 23 % de CO<sub>2</sub>. La combinaison des résultats sur la caractérisation approfondie des boues de vidange et la modélisation de production de biogaz à partir de ces dernières nous prouvent que les boues de vidange des *F.S.* sont presque stabilisées et que l'habitude de les verser dans la station type lagunage naturelle existante est à décourager. Par contre, elles contiennent beaucoup plus de biomasse (anaérobie) épuratrice que le substrat, ce qui nous a permis de formuler une autre hypothèse sur l'investigation par rapport à la Codigestion anaérobie de ces boues de vidange avec les déchets solides de marché fermentescibles. Que ce soit pour les boues de vidange des fosses septiques ou les déchets de marché fermentescibles, des échantillons représentatifs ont été utilisés. Sachant que les boues de vidange constituent une bonne source de biomasse et que les déchets de marché fermentescibles constituent leur source de nourriture, un critère « rapport:  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets}$  » qui n'est rien d'autre que le rapport biomasse-substrat a été fixé pour évaluer de manière quantitative l'intérêt de leur co-digestion. Cinq scénarii ont été formulés :  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 0,3$ ;  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 0,5$ ;  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 1$ ;  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 1,5$ ;  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 2$ . Le meilleur scénario ( $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} = 0,3$ ) a permis une amélioration de rendement de 737% de production de biogaz par rapport à la digestion des boues de vidange seules, soit 12,6 m<sup>3</sup> biogaz/m<sup>3</sup> de mélange gadoues-déchets après 38 jours de digestion. Cependant, par rapport à la composition de biogaz produit, une diminution de pouvoir énergétique a été observée car le CH<sub>4</sub> y est à 66,5% pour 33,5% de CO<sub>2</sub>. Le rapport  $MVS_{F.S.}/MOV_{déchets} \leq 0,3$  a été donc considéré optimal pour une bonne gestion de ces déchets de nature diverse. Il permet aussi d'apporter une valeur ajoutée quant à la solution au problème de crise énergétique qui est aussi de grande envergure au Burundi. En définitive, cette recherche démontre que les déchets (boues de vidange des *F.S.* et déchets de marché fermentescibles) peuvent être considérés comme une ressource et non comme un problème. Leur co-traitement permettrait, tout en réduisant les nuisances associées à ces déchets, de produire une énergie valorisable et de fournir in fine un produit compostable de meilleure qualité.

---

## Vers une meilleure compréhension de l'assainissement non collectif en Afrique Subsaharienne intégrant les trois maillons de la chaîne: Application à la ville de Bujumbura

Bigumandondera Patrice<sup>1</sup>

(1) Université de Liège, campus d'Arlon; [bigumandonderape@yahoo.fr](mailto:bigumandonderape@yahoo.fr)

Une étude par enquête intégrant l'assainissement non collectif (ANC) dans toutes ses composantes (c'est-à-dire trois maillons de la filière: amont, intermédiaire et aval) a été menée en ville de Bujumbura capitale du Burundi. L'enquête a concerné quatre des huit communes utilisant l'ANC (Kinindo, Musaga, Cibitoke et Kinama). Les critères d'échantillonnage ont été le standing de l'habitat ainsi que la distance entre la commune en question et le site de dépotage des boues de vidange. Un total de 585 ménages a été enquêté. Les informations recueillies ont été encodées et stockées dans une base de données Access afin de faciliter l'exploitation. L'analyse des données d'enquête a été faite par un logiciel Statistica et la méthodologie consistant à définir une variable d'intérêt en l'occurrence l'ouvrage d'ANC. Les résultats issus des enquêtes montrent dans Kinama et Cibitoke une prédominance de la latrine traditionnelle (LT) comme ouvrage d'ANC tandis que la fosse septique (FS) prédomine dans Musaga et Kinindo. L'analyse

factorielle de correspondance appliquée à nos données montre que d'un côté, les ménages qui utilisent la FS possèdent l'eau de la Regideso à la parcelle, l'habitat est majoritairement de haut standing ou de moyen standing et la vidange des boues se fait par camion spécialisé avec dépotage en station d'épuration et de l'autre côté celles qui utilisent la LT s'approvisionnent en eau par fontaine publique, l'habitat est majoritairement de bas standing et quand la latrine est pleine, ils réalisent une autre fosse ou vidangent les boues manuellement avec dépotage clandestin. La gestion des eaux usées domestiques (eaux grises) est presque identique pour tous les ouvrages et consiste en un déversement dans les caniveaux sans aucun traitement préalable. A la lumière des résultats, il ressort que la catégorie sociale et le type d'approvisionnement en eau sont déterminants pour le choix du système d'ANC adopté par le ménage.

---

## **La gestion de l'assainissement: un grand défi environnemental, social et institutionnel: cas d'un projet intégré en zone périurbaine de Bujumbura, Burundi**

Myriam Launay<sup>1</sup>, Benoit Michaux<sup>2</sup> et Mélanie Cuvelier<sup>3</sup>

(1) Myriam Launay, Master en Ingénierie des Services Urbains en Réseaux dans les Pays en Développement, Responsable des programmes PAD au Burundi, [pad.burundi@hotmail.com](mailto:pad.burundi@hotmail.com)

(2) Benoit Michaux, Ingénieur Civil, Président de PAD,

(3) Mélanie Cuvelier, Ingénieur Agronome, Coordinatrice d'activités PAD

Dans la région des grands lacs d'Afrique, la production de déchets solides, organiques et fécaux est en constante augmentation et a un impact de plus en plus marqué sur le niveau d'hygiène et sur l'environnement de vie des populations, et plus particulièrement des populations périurbaines. La mise en place de stratégies spécifiques permettant d'envisager l'amélioration de l'environnement sanitaire doit adopter un ensemble d'approches intégrées prenant en compte la chaîne complète de la filière des déchets et impliquant les différents niveaux de la structure sociale. Dans ce sens le projet PAD/OPDE mené auprès des populations rurales et périurbaines de la commune de Mutimbuzi (province de Bujumbura rural) illustre la mise en œuvre d'une méthodologie intégrée reposant sur plusieurs approches: la formation des communautés à la construction et à l'utilisation de latrines ecosan et autres dispositifs sanitaires via une méthode d'approche participative; la création et la formation de Comités Hygiène et Assainissement appuyant les familles dans leurs changements de comportement et dans la réalisation des infrastructures; la mise en place de cellules de concertation au niveau communal ayant pour mission l'identification des besoins des populations ainsi que des règlements et plans d'aménagement nécessaires pour garantir le droit à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement de toute la population de la commune; la mise en place d'un comité de surveillance ayant pour mission d'assurer la mise en place et le respect des règlements et plans de gestion communaux.

---

## **La gestion des déchets dans la ville de Bukavu : quantité, qualités et risques pour l'environnement**

J.M. Walangululu, I.M. Balume, H.C. Mushagalusa et J.M. Birali

Faculté des Sciences agronomiques de l'Université Catholique de Bukavu, RD Congo. B.P.2 Cyangugu, Rwanda; [walangululu@yahoo.fr](mailto:walangululu@yahoo.fr)

A l'instar des autres villes de la République Démocratique du Congo, la ville de Bukavu, à l'est de la République, connaît aussi des problèmes liés au ramassage et traitement des déchets, alors que la consommation accrue caractérise sa population, produisant d'énormes quantités de déchets. L'importance des déchets dans la ville de Bukavu est telle que certaines structures existant dans la ville se sont penchées sur la question depuis 2003. La présente communication passe en revue les initiatives qui ont été entreprises en matière de gestion, depuis la quantification des déchets de différents marchés évacués vers les sites de décharge en passant par les structures intervenant dans la gestion des ces déchets, jusqu'à la valorisation de la partie biodégradable, sans oublier les risques auxquels sont exposés les utilisateurs de la fraction biodégradable et les risques pour l'environnement.

**Mots clés : déchets, pollution, métaux lourds, Bukavu.**

---

# Coliform and Metal Contamination water at Kaliba Recreational Bay, Lake Kivu, eastern of D R Congo

Théodore MUNYULI <sup>1,2\*</sup> & Pascal TETE <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo; [tmnyuli@yahoo.com](mailto:tmnyuli@yahoo.com)

<sup>2</sup> Department of environment, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo,.

Kaliba bay on Left side of the Lake Kivu is located at about 55 km from Bukavu Town in eastern DR Congo. The place is used some times as a recreational site particularly during rainy dry high. The objective of this study was to quantify coliform and heavy metal levels in this bay water before during dry and rainy seasons in 2011. Twenty two sampling points were randomly selected and two water samples were collected at each point near the surface (0.30 m) and at 1 m depth across rainy and dry season. Therefore, a total 80 water samples were analyzed for fecal and total coliforms and levels of the following metals: Al, As, B, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Si and Zn. It was hypothesized that domestic tourism contaminated this Lake water at the bay site and as a consequence, could have a negative impact on visitor health. An analysis of variance (ANOVA) study was performed for each element and its interactions considering a factorial design where factor A was sample date and factor B was sample depth. Fecal coliforms were only detected at eight sampling points in the first week, but during dry seasons, both fecal and total coliforms were detected at most sampling points. The concentrations of Al, B, Na, Ni and Se were only statistically different for factor A. The levels of Cr, Cu, K and Mg were different for both date and depth, but the dual factor interaction was not significant. The amount of Ca and Zn was statistically different due to date, depth and their interaction. No significant differences were found for any factor or the interaction for the elements as, Fe and Mn. Because of the consistent results, it is concluded that local tourism (recreational activity) is contaminating the recreational area of Kaliba Bay on Lake Kivu, eastern DRC

**Keywords:** *Heavy metals, Pollution, Bay, Recreational areas, eastern DR Congo*

---

## Spatial Variations of Heavy Metals in the Soils of Vegetable-Growing Land along Urban-Rural Gradient of Bukavu, eastern of D R Congo

Théodore MUNYULI <sup>1,2\*</sup> and Pascal TETE <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo; [tmnyuli@yahoo.com](mailto:tmnyuli@yahoo.com), [tmnyuli@gmail.com](mailto:tmnyuli@gmail.com)

<sup>2</sup> Department of environment, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo.

This study concentrated on the variation of heavy metal content due to urbanization in the vegetable-growing soil around Bukavu town. Laws and other causes of the spatial-temporal variation in heavy metal content of vegetable-growing soils were analyzed for the period of urbanization in Bukavu Town (since colonial time). The levels of Cu, Zn, Pb, Cd and Hg in samples of vegetable-growing soil were detected. The transverse, vertical spatio-temporal variation of heavy metals in soil was analyzed on the base of field investigations and laboratory analysis. The results show that: (1) in soil used for vegetable production, the levels of heavy metals decreased gradually from peri-urban to rural areas; the levels of the main heavy metals in urban areas are significantly higher than sub-urban and rural areas; (2) the means of the levels of heavy metals, calculated by subtracting the sublayer (15–30 cm) from the toplayer (0–15 cm), are all above zero and large in absolute value in urban areas, but in suburban and rural areas, the means are all above or below zero and small in absolute value. The causes of spatial and temporal variation were analyzed as follows: one cause was associated with mellowness of the soil and the length of time the soil had been used for production; the other cause was associated with population density and industrial intensity decreasing along the urban to rural gradient (i.e., urbanization levels can explain the distribution of heavy metals in soil to some extent). Land uses should be planned on the basis of heavy metal pollution in soil, especially in urban and suburban regions. Heavily polluted soils have to be expected from food production. Further investigation should be done to determine whether and what kind of agricultural production could be established near urban and peri-urban hilly centers in DR Congo.

**Keywords:** *Urbanization, Heavy metal, Soil, spatio-temporal distribution, peri-urban environments, eastern DR Congo*

---

# Microbiological evaluation of water quality from Peri-urban watersheds for domestic water Supply Improvement in eastern of Democratic Republic of Congo

Théodore MUNYULI <sup>1,2\*</sup>, Justin-Pascal Byenda BALEGAMIRE <sup>2</sup> and Pascal TETE <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo; [tmnyuli@yahoo.com](mailto:tmnyuli@yahoo.com)

<sup>2</sup> Centre de recherche pour la promotion de la santé, Département de santé publique, Institut Supérieur des Techniques Médicales, ISTM-Bukavu, République Démocratique du Congo.

<sup>3</sup> Department of environment, National Center for Research in Natural Sciences, CRSN-Lwiro, D.S.Bukavu, Democratic Republic of Congo.

Agricultural and urban runoffs may be major sources of pollution of water bodies and major sources of bacteria affecting the quality of drinking water. Of the different pathways by which bacterial pathogens can enter drinking water, this one has received little attention to date; that is, because soils are often considered to be near perfect filters for the transport of bacterial pathogens through the subsoil to groundwater. The goals of this study were to determine the distribution, diversity, and antimicrobial resistance of pathogenic *Escherichia coli* isolates from low flowing river water and sediment with inputs from different sources before water is discharged into ground water and to compare microbial contamination in water and sediment at different sampling sites. Water and sediment samples were collected from 19 locations throughout the River Nyabarongo watershed for the isolation of pathogenic *E.coli*. Heterotrophic plate counts and *E. coli* were also determined after running tertiary treated water (from gravity water supplies) through two tanks containing aquifer sand material. Presumptive pathogenic *E.coli* isolates were obtained and characterized for virulent factors and antimicrobial resistance. None of the isolates was confirmed as *Shiga toxin E.coli* (STEC), but as others, such as enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) were confirmed. There was a diversity of *E.coli* populations from different sources throughout the watershed. Seventy six percent of the isolates from urban sources exhibited resistance to more than one antimicrobial agent. A subsequent filtration experiment after water has gone through filtration tanks containing aquifer sand material showed that there was a 1 to 2 log reduction in *E. coli* in aquifer sand tank. The data showed multiple strains of *E. coli* without virulence attributes, but with high distribution of resistant phenotypes. Therefore, the occurrence of *E. coli* with multiple resistances in the environment is a matter of great concern due to possible transfer of resistant genes from nonpathogenic to pathogenic strains that may result in increased duration and severity of morbidity.

**Keywords:** Pathogenic *Escherichia coli*, indicator bacteria, surface water, sediment, contamination, watershed, Eastern DR Congo

---