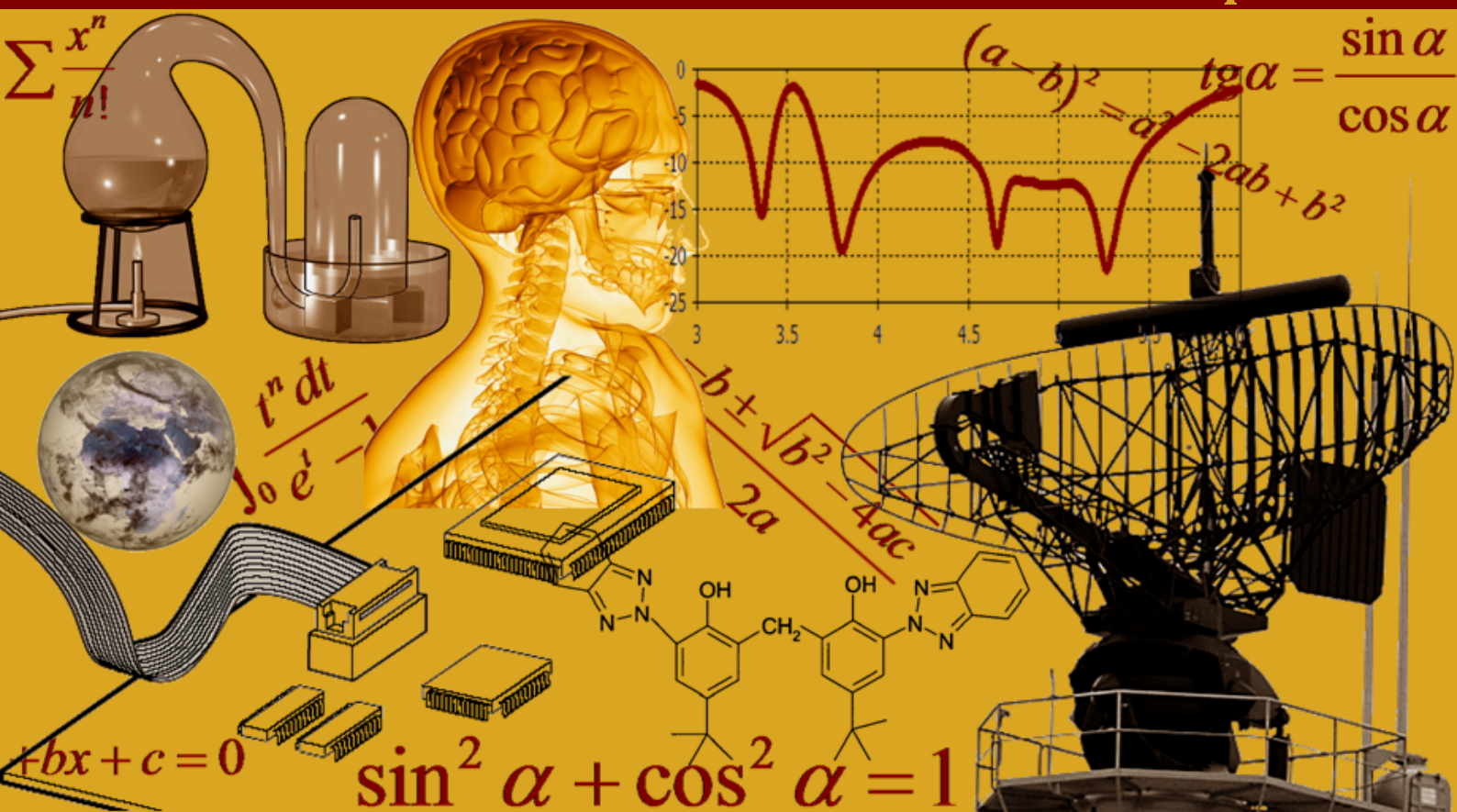


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 30 N. 1 April 2017



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

International Journal of Innovation and Scientific Research (ISSN: 2351-8014) is an open access, specialized, peer-reviewed, and interdisciplinary journal that focuses on research, development and application within the fields of innovation, engineering, science and technology. Published four times per year in English, French, Spanish and Arabic, it tries to give its contribution for enhancement of research studies.

All research articles, review articles, short communications and technical notes are sent for blind peer review, with a very fast and without delay review procedure (within approximately two weeks of submission) thanks to the joint efforts of Editorial Board and Advisory Board. The acceptance rate of the journal is 75%.

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Table of Contents

Modélisation d'un Indice de Performance de la Responsabilité Sociétale selon la norme ISO 26000 <i>Widad Fethallah, Lotfi Chraïbi, and Naoufal Sefiani</i>	1-13
Etude de la variation craniologique intra-spécifique des populations de <i>Praomys jacksoni</i> (De Winton, 1897 : Mammalia, Rodentia, Muridae) de trois milieux forestiers de Kisangani (Province de la Tshopo, RD Congo) <i>Roger A. Angoyo, Esther Yokana Isangi, Reddy E. Shutsha, Taylor B. Mambo, Justin A. Asimonyio, Consolate Kaswera Kyamakya, Charles Kasakodo Bongo, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua</i>	14-26
La connaissance, sésame pour une recherche et une mutation intégrale: Un regard bachelardien <i>Jean-Marie CIKULI CIZUNGU and Bonhomme BUHENDWA</i>	27-33
Analyse morphologique de la lagune Tagba de Grand-Lahou (Littoral Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) <i>Ted Edgard Wango, Yao Mathieu N'guessan, Konan P. M'bra, Koffi-Bi F. Kassia, Mondé Sylvain, and Aka Kouamé</i>	34-41
Le système politique et la corruption dans un contexte de l'administration publique et privée à Bukavu, RD Congo: entre tendances et évolutions <i>Christian LIBAKU MATERANYA</i>	42-54
LES CONSTRUCTIONS ANARCHIQUES ET LA DESTRUCTION DE L'ENVIRONNEMENT EN MILIEUX PERI-URBAINS DE BUKAVU : CAS DU QUARTIER CIMPUNDA <i>NTWALI NAMUSI</i>	55-64
Reproduction induite chez les silures de l'espèce <i>Clarias gariepinus</i> dans la région de Kisangani, République Démocratique du Congo <i>Franco Monsengo Mabruki, Nathalie Ngalya Bengé, Isaac SHABANI EKYAMBA, and Alidor Kankonda Busanga</i>	65-74
Evaluation de la valeur nutritive et des facteurs antinutritionnels de quatre légumes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs (Province de la Tshopo, RD Congo) <i>Jacques N.B. Tchatchambe, Basile E. Solomo, Francine B. Kirongozi, Crispin B. Lebisabo, Benoît D. Dhed'a, Jacques W.B. Tchatchambe, Nadège K. Ngombe, Pius T. Mpiana, Théophile F. Mbemba, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua</i>	75-90
Level of damage assessment of polypropylene pipes (PPR) subjected to burst pressure tests using static and unified damages and estimation of the remaining life <i>Abderrazak OUARDI, Fatima MAJID, Hicham FARID, and Mohamed EL GHORBA</i>	91-98
PRODUCTION COMPAREE DE L'ETHANOL PAR VOIE FERMENTAIRE DE QUELQUES SOURCES NATURELLES DE SUCRE EN PROVINCE DU SUD-KIVU <i>Marcellin AMULI BISIMWA</i>	99-104

Modélisation d'un Indice de Performance de la Responsabilité Sociétale selon la norme ISO 26000

[Modelling a Corporate Social Responsibility performance index according to the ISO 26000 Standard]

Widad Fethallah¹, Lotfi Chraïbi¹, and Naoufal Sefiani²

¹Département des Systèmes d'Information et de Communication, Equipe MMAPO, LABTIC, Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger, Université Abdelmalek Essaâdi, B.P 1818 Tanger Principale, Maroc

²Département Génie Mécanique, Laboratoire M.D.F., Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdelmalek Essaâdi, BP. 416 : Tanger, Maroc

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of the present work is to develop a new model to assess the Corporate Social Responsibility CSR performance of an organization based on a holistic and interdependent approach as described in the foundations and principles of the ISO 26000 standard. The proposed model generates a new Corporate Social Responsibility (CSR) Index, which help the organization to characterize and assess its performance regarding to the seven core subjects of ISO 26000 standard, with the different stakeholders. Inspired by the work of G. K. Kanji and P. K. Chopra, we propose a model of structural equations composed of latent and manifest variables. The model identifies the various connections between the different components (the core subjects). The implementation on the XLSTAT software provides an index for each latent variable that can be analysed in order to improve the CSR performance.

KEYWORDS: Corporate Social Responsibility, Structural Equation Model, Latent Variable, Manifest Variable, CSR Index, Stakeholders, XLSTAT Software.

RÉSUMÉ: Le présent travail consiste à développer un nouveau modèle relatif à l'évaluation de la performance responsabilité sociétale de l'organisation (RSO) basé sur une approche holistique et interdépendante issue des fondements et principes de la norme ISO 26000. Le modèle d'évaluation proposé génère des indices de mesure RSO, qui aideraient l'organisation à caractériser et évaluer sa performance par rapport aux sept questions centrales, dans le but d'améliorer sa démarche RSO, et ce dans une logique participative avec ses diverses parties prenantes. Inspiré des travaux de G. K. Kanji et P. K. Chopra, nous proposons un modèle d'équations structurelles composé de variables latentes et de variables manifestes. L'avantage du modèle permet de mieux cerner les diverses connections et causalités entre les différentes composantes (les questions centrales). L'implémentation du modèle sur le logiciel XLSTAT fournit des indices de mesure pour chaque variable latente qui peuvent être analysés et interprétés afin de développer les plans d'actions et les aspects à améliorer dans la démarche RSO.

MOTS-CLEFS: Responsabilité sociétale de l'organisation, Modèle d'équations structurel, Variable latente, Variable Manifeste, Indice RSO, Partie prenante, logiciel XLSTAT.

1 INTRODUCTION

Il y a actuellement une prise de conscience grandissante des avantages d'une approche proactive dans l'adoption d'une démarche de responsabilité sociétale des organisations (RSO). Avec l'avènement des préoccupations écologiques et sociales liées aux changements climatiques, la préservation de l'environnement, et la pression croissante des parties prenantes, les entreprises ressentent l'importance de répondre à ces enjeux et attentes en minimisant leurs impacts négatifs, qu'ils soient environnementaux, économiques ou sociaux, tout en assurant une croissance plus durable.

Afin de contribuer à l'harmonisation des enjeux et des approches de la RSO à l'échelle planétaire, l'ISO, l'organisation internationale de normalisation, a publié en novembre 2010, la norme ISO 26000 [10]. Il s'agit d'un guide de lignes directrices pour accompagner les entreprises dans une démarche volontaire en faveur du développement durable, répondant au mieux aux attentes de ses parties prenantes. Bien que la norme ISO 26000 ne soit pas certifiable, elle requiert à l'organisation de rendre compte de ses actions d'une manière crédible et transparente, ce qui ramène l'organisation à mesurer son niveau de maturité en termes de RSO et à évaluer la pertinence des pratiques qu'elle entreprend vis-à-vis de ses parties prenantes.

La mesure de la performance RSO suscite de plus en plus l'intérêt des chercheurs, nous retrouvons plusieurs travaux tout récents abordant des démarches qualitatives et quantitatives de mesure de la performance RSO et sa connexion avec la performance globale de l'entreprise, nous citons particulièrement les travaux de [1]- [11]- [13]. Dans le même sens, [8] a développé un modèle évaluant les actions de l'entreprise par un indice RSE, en utilisant une approche empirique ciblant les employés de l'entreprise.

Dans une démarche RSO selon la norme ISO 26000, l'organisation a besoin en premier lieu d'identifier sa responsabilité sociétale, en abordant les questions centrales qui la concernent, et puis identifier ses parties prenantes et établir avec celles-ci une approche de dialogue et de concertation en permanence. Selon le principe de la redevabilité et la prise en compte des intérêts des parties prenantes, énoncés dans la norme, l'organisation a besoin de mesurer l'impact de sa démarche et de ses actions réalisées sur ses parties prenantes, afin de pouvoir capitaliser les bonnes pratiques et connaître les axes de progrès à développer. Le présent travail s'inscrit dans ce contexte, il concerne le développement d'un modèle de mesure de la performance par rapport aux sept questions centrales, et c'est dans une logique participative avec ses diverses parties prenantes. L'objectif est de développer un modèle d'évaluation de la performance faisant ressortir **l'Indice de Performance RSO** (IPERSO), en se basant sur le scoring des parties prenantes, en tant que composante fondamentale dans une démarche RSO.

L'article est organisé comme suit : nous développons dans la section 2 le cadre conceptuel du modèle, en présentant à la fois les concepts de base de la norme ISO 26000 et les fondements statistiques du modèle, notamment la modélisation par les équations structurelles; la section 3 traitera la méthodologie statistique adoptée et les composantes du modèle IPERSO tandis que la section 4 sera consacrée à l'implémentation du modèle dans le logiciel XLSTAT, afin de définir les outputs du modèle. Nous concluons par une synthèse ainsi que par une description des étapes futures concernant l'expérimentation du modèle.

2 CADRE CONCEPTUEL

2.1 LA RSO SELON LA NORME ISO26000:UN TOUR D'HORIZON

Publié en 2010, la norme ISO26000, est le fruit d'une recherche de convergence à l'internationale des différentes initiatives et programmes de la RSE adoptées auparavant (les Principes de l'OCDE, Global Reporting Initiative, Global Compact, l'Union Européenne ...). Elle constitue donc un cadre unifié définissant le concept RSE / RSO comme suit :

« La responsabilité d'une organisation, vis-à-vis des impacts de ses décisions et activités sur la société et sur l'environnement, se traduisant par un comportement éthique et transparent qui :

- Contribue au développement durable, y compris à la santé et au bien-être de la société
- Prend en compte les attentes des parties prenantes
- Respecte les lois en vigueur tout en étant en cohérence avec les normes internationales de comportement
- Est intégrée dans l'ensemble de l'organisation et mis en œuvre dans ses relations.

La norme ISO 26000 énonce sept principes de responsabilité sociétale et recommande aux organisations de les prendre en compte dans leur plan d'action :

- **La redevabilité** : l'organisation est en mesure de répondre de ses impacts sur la société, l'économie et l'environnement.

- **La transparence** : l'organisation assure la transparence des décisions qu'elle prend et des activités qu'elle mène lorsque celles-ci ont une incidence sur la société et l'environnement
- **Le comportement éthique** : Le comportement de l'organisation est fondé sur les valeurs de l'honnêteté, de l'équité et de l'intégrité. Ces valeurs impliquent l'engagement de l'organisation de traiter l'impact de ses décisions et de ses activités sur les intérêts des parties prenantes.
- **La reconnaissance des intérêts des parties prenantes** : l'organisation reconnaît et prend en considération les intérêts de ses parties prenantes et qu'elle répond aux préoccupations que celles-ci expriment.
- **Le respect de la loi** : l'organisation accepte que le respect du principe de légalité soit obligatoire
- **La prise en compte des normes internationales de comportement** : l'organisation prend en compte les normes internationales de comportement en respectant le principe de légalité
- **Le respect des droits de l'Homme** : l'organisation respecte les droits de l'Homme et reconnaît à la fois leur importance et leur universalité.

La norme définit ensuite **sept questions centrales** sur lesquelles doivent porter les engagements des organisations :

- Gouvernance de l'organisation
- Droits de l'Homme
- Relations et conditions de travail
- Environnement
- Loyauté des pratiques
- Questions relatives aux consommateurs
- Communautés développement local

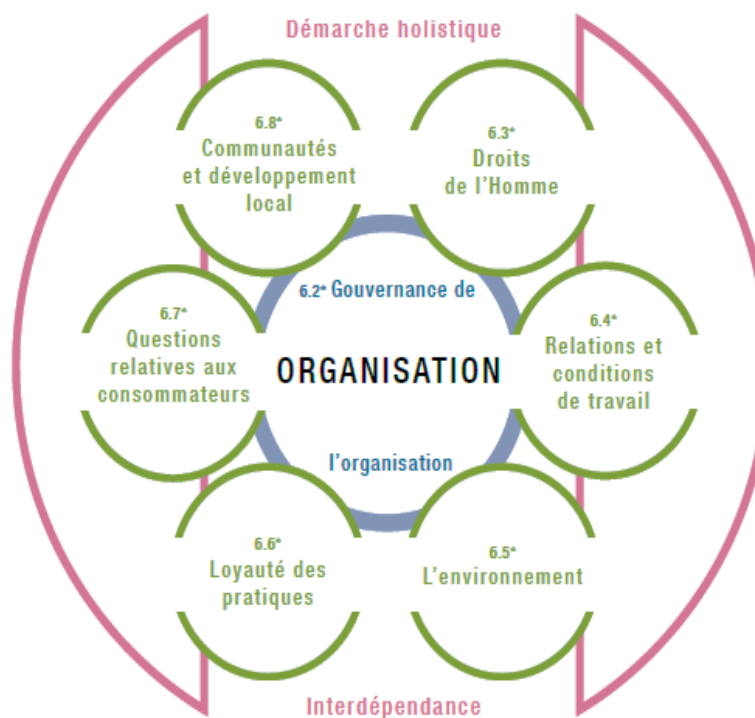


Fig. 1. Représentation des Sept questions centrales de la RSE

Ces questions centrales (voir figure1) traitent des impacts économiques, sociaux et environnementaux, les plus probables auxquels sont confrontées les organisations. Chaque question centrale comprend un éventail de domaine d'actions dont chacun est décliné en attentes et actions associées.

Etant donné le caractère interdépendant et holistique de la démarche, chaque question centrale a un certain degré de pertinence pour chacune des organisations. La norme ISO 26000 propose un mode d'emploi relatif à l'engagement et au

déploiement de la démarche RSO. Dans ce sens, l'organisation est menée à aborder deux pratiques fondamentales dans la démarche, et qui sont intimement liées :

- L'identification de sa responsabilité sociétale : il s'agit d'identifier et prioriser les domaines d'actions qui la concernent à partir des 7 questions centrales, en étudiant l'impact de ses décisions et ses activités sur ses parties prenantes.
- L'identification des parties prenantes et le dialogue avec elle : En déterminant les divers impacts économiques, sociaux et environnementaux de ses décisions et ses activités, l'organisation peut identifier aisément les parties prenantes les plus importantes.

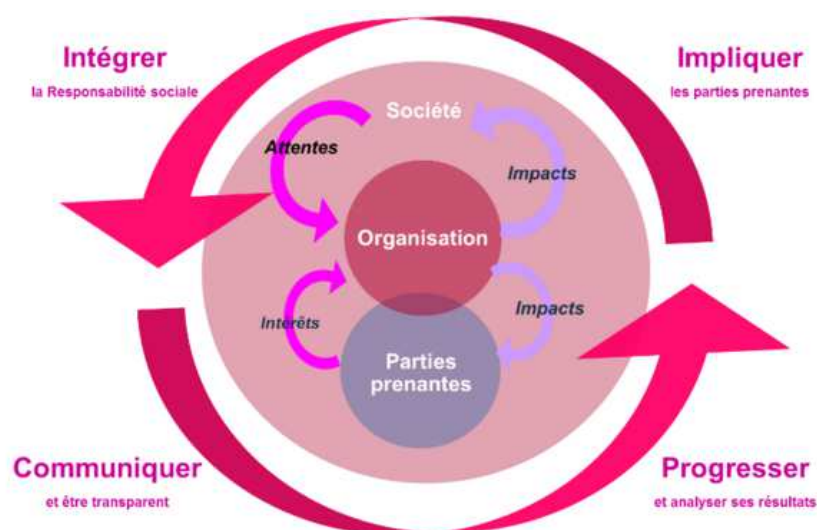


Fig. 2. Relation entre une organisation, ses parties prenantes et la société

La norme ISO 26000 suggère que les entreprises communiquent sur leur démarche RSE en interne et en externe et qu'elles rendent compte de leurs actions de manière crédible, en s'appuyant sur le dialogue avec les parties prenantes (voir figure 2). Ceci requiert de l'entreprise d'adopter une démarche de mesure et d'évaluation de l'ensemble des actions réalisées, et développer par conséquent des indicateurs et d'indices aidant l'entreprise à se positionner par rapport à sa stratégie et sa vision de la RSO.

2.2 SUR LES MODÈLES D'ÉQUATIONS STRUCTURELLES (MES)

Le modèle d'équations structurelles (MES) est une méthode statistique qui permet de quantifier des relations de cause à effet décrites par un modèle théorique, d'établir des liens entre deux ou plusieurs concepts latents, chacun étant mesuré à partir d'indicateurs observables [14] . L'idée de base est que la complexité interne d'un système est caractérisée en prenant en compte la totalité des relations de cause à effet entre les concepts latents appelées variables latentes, chacune étant mesurée par l'observation de nombreux indicateurs observables appelés variables manifestes.

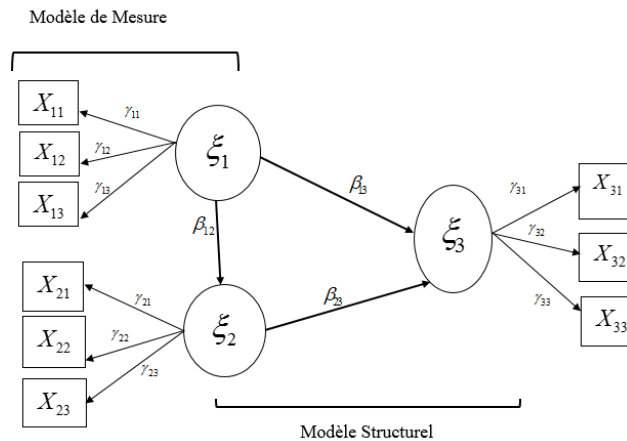


Fig. 3. Exemple d'un modèle d'équations structurel

Avec ξ : Variable latente X : variable manifeste

Le modèle de mesure représente la manière dont les variables manifestes sont liées aux variables latentes à travers un coefficient externe γ_{ij} qui est le résultat d'une régression linéaire multiple. Le modèle structurel représente la manière dont les variables latentes sont liées entre eux à travers un coefficient structurel β_{ij} qui est aussi le résultat d'une régression linéaire multiple (voir figure 3). Les MES sont largement utilisés dans la modélisation de situations de cause à effet complexes faisant intervenir à la fois plusieurs paramètres latents et manifestes. Ils sont employés de plusieurs domaines, à titre d'exemple :

- Les enquêtes de satisfaction et fidélité client [2]- [4]- [7]
- Evaluation des risques santé et environnement sur la société [12]
- Enquête sur l'apport des Jeux d'entreprises dans le management de la connaissance [1]

L'évaluation de la performance RSO, est un problème multidimensionnel induisant plusieurs relations de causes à effet directes et indirectes, ayant un caractère holistique et interdépendant ; sa modélisation par un MES s'avère très pertinente en terme de démarche et de résultat. Ce constat a été mis en exergue dans [8] où les auteurs ont développé un MES permettant d'évaluer un indice RSE en se basant sur une enquête destinée aux employés de l'entreprise. Pour ce faire, les auteurs ont testé un modèle comprenant six variables latentes interconnectées par trente-huit variables manifestes. Testé dans une étude pilote, les résultats et les scores obtenus ont été analysés et interprétés afin de pouvoir capitaliser les points forts de la démarche RSE de l'entreprise pilote, et identifier les pistes d'amélioration et les axes à couvrir dans le futur pour une meilleure performance.

La méthode de résolution est basée sur la démarche suivante :



Fig. 4. Processus de traitement d'un MES

Il existe deux approches d'estimation de MES, qui sont les plus connues : La méthode des Relations Linéaires Structurelles (Linear Structural Relationship) LISREL développée par Jöreskog [5] et la Méthode des Moindres Carrées Partielles (Partial Least Squares (PLS) développée par Wold [9]. Orientée vers la réalisation des prévisions et basée sur la variance, la méthode PLS permet d'évaluer les variables latentes sous forme de combinaisons linéaires des variables manifestes. Sur le plan pratique, la méthode est convenablement adaptée aux MES modélisant des modèles de performance [2]- [8]- [12].

3 MODEL DE L'INDICE DE PERFORMANCE DE LA RSO (IPERSO)

3.1 HYPOTHESES DU MODEL IPERSO

Le principe de base de notre modèle est de pouvoir élaborer un outil de mesure de la performance d'une démarche RSO entreprise selon les lignes directrices de la norme ISO 26000. De ce fait, nous partons des considérations suivantes :

- Chaque question centrale est une variable latente qui interagit avec les autres variables latentes.
- Chaque variable latente est expliquée par un ensemble de variables manifestes.
- Selon la norme ISO 26000, La question centrale Gouvernance de l'Organisation présente la particularité d'être à la fois une question centrale qui suscite des actions de la part de l'organisation et un moyen d'augmenter sa capacité à se comporter de manière responsable vis-à-vis des autres questions centrales.
- La variable IPERSO, est la résultante des diverses décisions et actions entreprises émanant des 7 questions centrales.
- Chaque question centrale, mais pas nécessairement chaque domaine d'action, a un certain degré de pertinence pour chacune des organisations.

Compte tenu de ces hypothèses, notre modèle se présente comme suit :

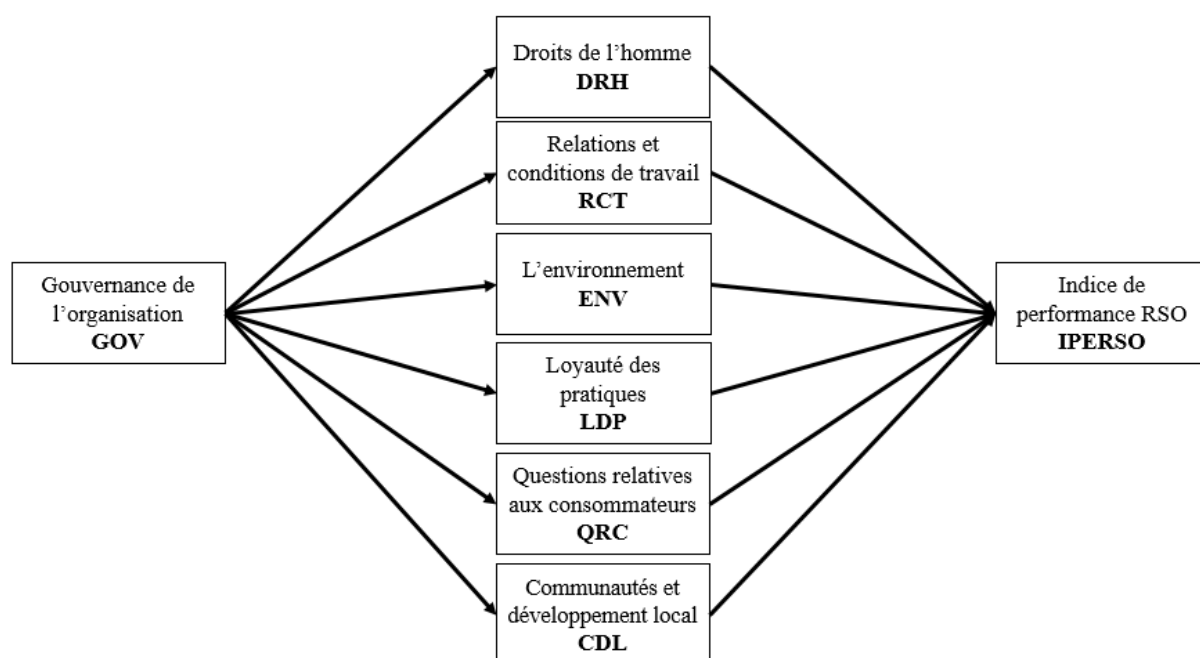


Fig. 5. Présentation du modèle IPERSO

3.2 MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

Dans un MES, les variables manifestes jouent un rôle fondamental dans le modèle, ce sont des variables de mesures qui permettent d'expliquer les variables latentes. (Voir figure 3). Plus précisément, les variables manifestes constituent les mesures (les scores) attribués par les répondants dans le cadre d'une enquête consacrée à la validation du modèle et à la mesure de la performance.

Dans ce cadre, un MES se base sur les hypothèses statistiques suivantes : [15]- [16]- [8]

- ✓ Indépendance des variables manifestes ;
- ✓ Échantillonnage aléatoire et représentatif des répondants ;
- ✓ Taille de l'échantillon minimale requise entre 30 et 100
- ✓ Linéarité de toutes les relations ; (Régression multilinéaire)

- ✓ Normalité multivariée de la distribution ;
- ✓ Pas d'aplatissement et aucune asymétrie ;
- ✓ Mesure de données appropriées à l'échelle intervalle ou de rapport ; (spécifier une échelle de scoring)

Dans notre contexte, la définition des variables manifestes se fera grâce à une enquête élaborée sous forme d'un questionnaire destinée à un échantillon aléatoire représentatif issu des parties prenantes, identifiées par l'organisation dans sa démarche RSO. Chaque variable latente lui est associée une série de questions permettant de mesurer le degré de pertinence de la question centrale traitée (voir figure 6). Le diagramme ci-dessous illustre la démarche adoptée:

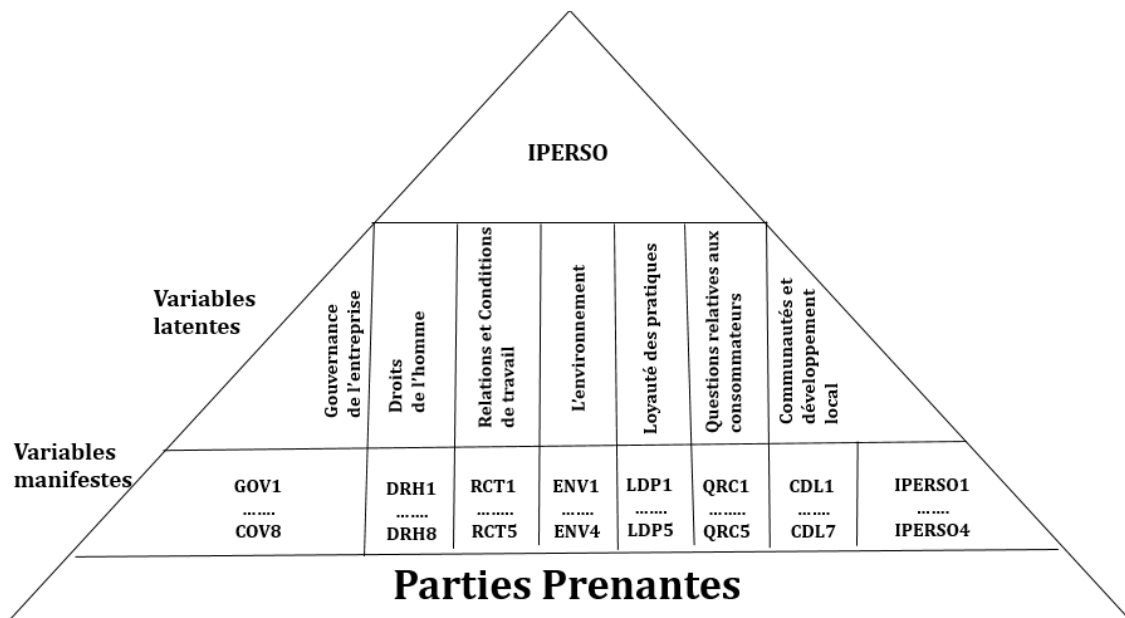


Fig. 6. Méthodologie adoptée

3.3 IDENTIFICATION DES VARIABLES

Pour élaborer notre questionnaire, nous nous sommes appuyés sur l'outil de diagnostic élaboré par l'association DIAG 26000 [3]. Il s'agit d'un diagnostic participatif autour de la norme ISO 26000 permettant à une organisation de faire le point sur sa démarche RSO vis-à-vis les sept questions centrales structurant la norme. Afin de pouvoir mesurer chaque variable manifeste, nous proposons une échelle de notation graduelle de 1 à 10 : le score 1 est attribué par le répondant quand l'aspect traité n'est pas du tout pris par l'organisation, le score 10 est attribué par le répondant quand l'aspect traité est totalement pris en compte par l'organisation. Dans ce qui suit, nous allons présenter chaque variable latente avec ses variables manifestes associées.

LA GOUVERNANCE DE L'ORGANISATION (GOV)

Selon la norme ISO26000, la gouvernance de l'organisation est le système par lequel une organisation prend des décisions et les applique en vue d'atteindre ses objectifs, autrement dit c'est la qualité du management de l'organisation en terme d'activités et du personnel.

Tableau 1. Variables manifestes associées à la variable latente GOV

Variable latente 1 : Gouvernance de l'organisation GOV	Pas du Tout → Totalement
GOV1 : Les dirigeants de l'organisation ont défini des valeurs, cohérentes avec les principes du développement durable. GOV2 : Une approche stratégique a été définie, déclinée en plan d'actions et objectifs. GOV3 : La stratégie a été communiquée, les collaborateurs de l'organisation sont associés à son déploiement. GOV4 : Des indicateurs (environnement, sociaux, économiques...) sont suivis régulièrement pour piloter les activités de l'organisation GOV5 : Une démarche d'amélioration continue de l'organisation est en place (plan d'actions, revue de direction, bench marking...). GOV6 : L'organisation a identifié ses différentes parties prenantes. Leurs attentes sont prises en considération dans les processus de décision de l'organisation. GOV7 : L'organisation rend compte de l'impact de ses actions et décisions, de façon transparente, vers l'ensemble des parties prenantes. GOV8 : L'organisation veille à appliquer les réglementations des territoires sur lesquels elle intervient ainsi que les textes de référence internationaux	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DROITS DE L'HOMME (DRH) :

Selon la norme ISO26000, les droits de l'Homme sont les droits fondamentaux auxquels tous les êtres humains ont droit. Il existe deux grandes catégories de droits de l'Homme. La première catégorie regroupe les droits civils et politiques et comprend des droits comme le droit à la vie et à la liberté, l'égalité face à la loi et la liberté d'expression. La seconde catégorie regroupe les droits économiques, sociaux et culturels et inclut des droits comme le droit au travail, le droit à la nourriture, le droit au meilleur niveau.

Tableau 2. Variables manifestes associées à la variable latente DRH

Variable latente2 : Droits de l'Homme DRH	Pas du Tout → Totalement
DRH1 :L'organisation a identifié les risques de non-respect des Droits de l'Homme, sur sa chaîne de valeur (fournisseurs, clients, collaborateurs, prestataires, sous-traitants...) et les territoires sur lesquels elle intervient. DRH2 : L'organisation s'est organisée pour prévenir et régler les situations à risques qu'elle pourrait rencontrer vis-à-vis des droits de l'Homme. DRH3 :L'organisation identifie les différents types de complicités (active et passive) impliquant les parties prenantes. Elle s'organise pour les prévenir. DRH4 : En cas d'atteinte constatée aux droits de l'Homme, l'entité engage un dialogue avec les parties prenantes concernées pour y remédier. DRH5 :L'organisation prévient la discrimination, notamment vis à vis des groupes vulnérables, dans ses relations avec ses collaborateurs et l'ensemble de ses partenaires (usagers, clients, fournisseurs, sous-traitants...). DRH6 :L'organisation respecte les droits civils et politiques (vie privée, droit à la propriété, justice, libertés d'expression et de réunion...). DRH7 :L'organisation respecte les droits économiques, sociaux et culturels (éducation, travail, liberté d'association, religion, niveau de vie, protection sociale...). DRH8 : L'organisation respecte les droits fondamentaux au travail (droits à la négociation collective, élimination du travail des enfants, du travail forcé ou obligatoire...).	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RELATIONS ET CONDITIONS AU TRAVAIL (RCT)

Selon la norme ISO26000, Les relations et conditions de travail d'une organisation englobent toutes les politiques et pratiques liées au travail réalisé au sein d'une organisation, par elle ou pour son compte, y compris en cas de sous-traitance.

Tableau 3. Variables manifestes associées à la variable latente RCT

Variable latente 3 : Relations et Conditions au travail RCT	Pas du Tout → Totalement
RCT1 : Les relations employeur employé sont équilibrées, basées sur le respect des droits et des devoirs de chacun. Elles s'efforcent de limiter la précarité. RCT2 : L'organisation assure des conditions de travail justes et appropriées. Elle garantit une protection sociale décente (prévoyance, retraite...). RCT3 : L'organisation favorise et entretient le dialogue social avec ses collaborateurs et l'ensemble des personnes concernées par ses activités. RCT4 : L'organisation prend toutes les mesures nécessaires pour garantir la santé et la sécurité des personnes (éléments de protection individuelle et collective, ergonomie des postes travail, risques psychosociaux...). RCT5 : L'organisation développe son capital humain, c'est à dire assure le développement des compétences et l'employabilité de chaque personne.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

L'ENVIRONNEMENT (ENV) :

Selon la norme ISO26000, La responsabilité environnementale est un préalable à la survie et à la prospérité des êtres humains. C'est donc un aspect important de la responsabilité sociétale. Les questions environnementales sont étroitement liées aux autres questions centrales et aux domaines d'action de la responsabilité sociétale. L'éducation en matière d'environnement et le Renforcement des capacités sont fondamentaux pour promouvoir le développement de sociétés et de styles de vie durables.

Tableau 4. Variables manifestes associées à la variable latente ENV

Variable latente 4 : Environnement ENV	Pas du Tout → Totalement
ENV1 : L'organisation a identifié les différents types de pollutions engendrées par ses activités, produits et services. Elle prend les mesures nécessaires pour les prévenir et les réduire. ENV2 : L'organisation a identifié les différentes ressources consommées par ses activités, produits et services (eau, matières premières, énergies...). Elle met en œuvre des actions visant à réduire et optimiser ces consommations. ENV3 : L'organisation a identifié les impacts de ses activités sur les changements climatiques. Elle prend des mesures permettant de les réduire. ENV4 : L'organisation préserve, voire développe, la biodiversité (espèces animales et végétales dans leur milieu naturel, diversité génétique, protection des écosystèmes...) en lien avec ses activités, produits et services.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

LOYAUTÉ DES PRATIQUES (LDP)

Selon la norme ISO26000, La loyauté des pratiques concerne la conduite éthique des transactions entre une organisation et d'autres organisations. Elle englobe les relations entre les organisations et des organismes publics ainsi qu'entre des organisations et leurs partenaires, fournisseurs, sous-traitants, clients, concurrents et les associations dont elles sont membres.

Tableau 5. Variables manifestes associées à la variable latente LDP

Variable latente 5 : Loyauté des pratiques LDP	Pas du Tout → Totalement
LDP1 :L'organisation a mis en place un dispositif (charte, formation, contrôles...) de lutte contre la corruption sur ses activités (achats, ventes...). LDP2 : L'organisation encourage le développement de politiques publiques responsables. Elle veille à éviter les conflits d'intérêt, les abus d'autorité, d'influence ou de manipulation. LDP3 :L'organisation a identifié les risques et mis en œuvre des programmes visant à prévenir les pratiques de concurrence déloyale. LDP4 :L'organisation promeut, tout au long de sa chaine de valeur, les principes et pratiques de la responsabilité sociétale. LDP5 :L'organisation a mis en place des procédures visant à garantir le respect des droits de propriété (brevet, propriété intellectuelle, droits d'auteurs, foncier, ressources naturelles...).	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

QUESTIONS RELATIVES AUX CONSOMMATEURS (QRC)

Selon la norme ISO26000, Les organisations qui fournissent des produits et services aux consommateurs ainsi qu'à d'autres clients ont des responsabilités vis-à-vis de ces consommateurs et de ces clients.

Tableau 6. Variables manifestes associées à la variable latente QRC

Variable latente 6 : Questions relatives aux consommateurs QRC	Pas du Tout → Totalement
QRC1 : Les pratiques commerciales de l'organisation sont loyales; les contrats et les informations fournies aux consommateurs ou usagers sont claires. QRC2 : Les produits et/ou services de l'organisation sont conçus et proposés dans le respect de la santé et la sécurité des consommateurs ou usagers. QRC3 : L'organisation promeut les principes de la consommation durable auprès de ses clients ou usagers (modes de consommation, recyclage...). QRC4 : L'organisation a mis en œuvre des procédures pour traiter toutes les demandes des clients, consommateurs ou usagers (réclamation, défaillance, litige, compensation...). QRC5 : L'organisation préserve la vie privée des consommateurs ou usagers. QRC6 : Si l'organisation est concernée par la fourniture de services essentiels (eau, propreté, énergie, transport, communications...) elle en assure le droit d'accès à toutes les populations. QRC7 : L'organisation sensibilise ses consommateurs, clients ou usagers aux enjeux du Développement Durable en lien avec ses activités, services ou produits	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

COMMUNAUTÉS ET DÉVELOPPEMENT LOCAL (CDL)

Selon la norme ISO26000 La contribution d'une organisation au développement d'une communauté peut aider à promouvoir des niveaux plus élevés de bien-être au sein de la communauté. Ce développement, au sens général, correspond à l'amélioration de la qualité de vie d'une population.

Tableau 7. Variables manifestes associées à la variable latente CDL

Variable latente 7 : Communautés et développement local CDL	Pas du Tout → Totalelement
CDL1 : L'organisation prend en compte les contextes spécifiques locaux. Elle participe à la vie des territoires sur lesquels elle est implantée, des communautés (physiques et virtuelles) au sein desquelles elle opère. CDL2 : L'organisation participe à l'éducation des habitants de son territoire, des membres des communautés. Elle respecte les cultures et intérêts, participe à leur maintien. CDL3 : L'organisation s'implique dans la création d'emplois et le développement des compétences sur ses territoires d'implantation CDL4 : L'organisation utilise ses ressources matérielles et immatérielles pour contribuer à développer les savoir, savoir-faire et technologies du territoire (transfert et diffusion de technologies et compétences). CDL5 : L'organisation contribue au développement économique des territoires (partage de richesses, niveaux de salaires et pensions, investissements locaux, impôts, infrastructure et services...) CDL6 : L'organisation prend les mesures nécessaires pour éliminer les impacts néfastes de ses activités sur la santé des habitants. Elle agit pour la préserver. CDL7 : L'organisation contribue par ses actions et investissements au développement de la société (achats locaux, programme d'éducation, partenariats...).	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

INDICE DE LA MESURE DE LA PERFORMANCE RSO (IPERSO)

La RSO est la gestion continue des processus économiques, sociétaux, environnementaux pour produire un impact globalement positif en termes des droits de l'homme, Relations et conditions au travail, L'environnement, loyauté des pratiques, Questions relatives aux consommateurs, Communauté et développement local. Selon notre modèle, la variable IPERSO est expliquée par toutes les autres variables (les 7 questions de la RSO) et interagit avec elles.

Tableau 8. Variables manifestes associées à la variable latente IPERSO

Variable latente 8 : Indice de la mesure de la performance RSO IPERSO	Pas du Tout → Totalelement
IPERSO1 : L'organisation publie ses rapports RS et de développement durable IPERSO2 : L'organisation rend compte de la pérennité de ses actions et de son ancrage territorial, aux parties prenantes, par une démarche proactive. IPERSO3 : L'organisation communique en interne et en externe sur sa démarche, ses objectifs et son plan d'action RSO IPERSO4 : Les parties prenantes ressentent leur rôle et leur implication dans la politique et la démarche RS de l'organisation	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4 DEMARCHE DE L'IMPLEMENTATION DU MODELE

La phase de l'implémentation est primordiale pour faciliter l'utilisation du modèle, et le rendre un outil de décision efficace, accessible aux décideurs et aux managers sans avoir nécessairement des prérequis mathématiques ou statistiques. Dans ce sens, nous avons opté pour le logiciel XLSTAT qui est un logiciel statistique de traitement et d'analyse des données. Fonctionnant dans l'environnement EXCEL, il permet d'estimer un MES à partir des tableaux des variables manifestes introduites. Comme nous l'avons mentionné, dans la section 2, IPERSO sera estimé par la méthode des moindres carrées partielles PLS ; Orientée vers les prévisions, la méthode est basée sur le calcul des variances, et la détermination de l'ensemble des coefficients internes et externes du modèle (voir figure 3). Nous allons alors utiliser, dans XLSTAT, le module Path Modeling Partial Least Squares (PLS). La figure ci-dessous résume l'ensemble des entrées et des sorties du logiciel :

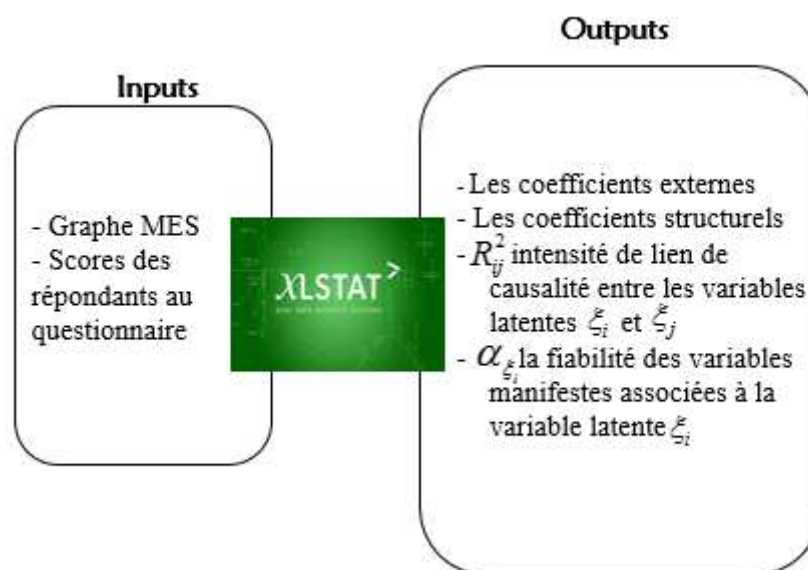


Fig. 7. Les entrées et sorties du logiciel XLSTAT

Grâce aux coefficients externes calculés, nous pourrions calculer l'indice de performance relatif à chaque variable latente du modèle IPERSO à l'aide de la formule suivante [14] :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \bar{x}_i - \sum_{i=1}^n w_i}{(N-1) \sum_{i=1}^n w_i} \times 100 \quad (1)$$

Avec :

I = GOV, DRH, RCT, ENV, LDP, QRC, CDL, IPERSO

$\bar{x}_i$: Moyenne arithmétique de la variable manifeste correspondante à la variable latente.

w_i : Coefficient externe (poids externe) entre la variable latente et sa variable manifeste

N : Nombre de points dans l'échelle de mesure, $N=10$ dans notre cas.

n : Nombre des variables manifestes liées à la variable latente.

Dans ce sens, nous pourrions élaborer un tableau de bord constitué des différents indices de performance associés à chaque variable latente, ce qui nous permettra d'évaluer d'une part les actions de l'organisation dans chacune des questions centrales, ainsi que la contribution de chacune dans la performance globale **IPERSO**.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le présent article concerne l'élaboration d'un nouvel outil statistique pour l'évaluation de la performance de la responsabilité sociétale des organisations selon la norme ISO 26000. Pour ce faire, nous avons développé un Modèle d'Equations Structurelles permettant d'évaluer l'Indice de Performance RSO, expliqué par des variables latentes et variables manifestes. L'outil est principalement destiné aux décideurs et managers, afin de pouvoir évaluer la performance RSO de leurs organisations, en faisant impliquer leurs parties prenantes d'une manière participative. Ce qui suppose que l'organisation, dans sa démarche, détient une sorte de cartographie de l'ensemble de ses parties prenantes.

En ce qui concerne, l'implémentation du modèle, nous avons choisi le logiciel XLSTAT fournissant une interface pratique avec des données facilement exploitables pour l'analyse et la prise de décision.

Notre perspective en cours, consiste à expérimenter le modèle avec des entreprises en France et au Maroc, engagées dans une démarche RSO dans le cadre d'une étude pilote. Cette phase requiert une étude statistique relative aux techniques d'échantillonnage à adopter pour la prise des échantillons représentant les parties prenantes.

REFERENCES

- [1] C. Bayart, S. Bertezene, and D. Vallat, "Les " serious games " : des leviers en faveur du knowledge management," 2013.
- [2] C. Fornell, M. Johnson, and E. Anderson, "The American customer satisfaction index: nature, purpose, and findings," *J. Mark.*, vol. 60, no. October, pp. 7–18, 1996.
- [3] Diag 26000, Association Centrale Ethique <http://diag26000.eu>.
- [4] E. Jacobowicz, "Contributions aux modes d'équations structurelles a variables Latentes", Thèse de Doctorat, Conservatoire national des arts et métiers de Paris, 2007.
- [5] G. Joreskog and D. A. G. Sorbom, "Recent Developments in Structural Equation Modeling": *Journal of Marketing Research*, Vol. 19, No. 4, Special Issue on Causal Modeling, pp. 404-416, 1982.
- [6] G. K. Kanji and P. K. Chopra, "Psychosocial system for work well-being: On measuring work stress by causal pathway," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 20, pp. 563–580, 2009.
- [7] G. K. Kanji and W. Wallace, "Business excellence through customer satisfaction," *Total Qual. Manag.*, vol. 11, no. 7, pp. 979–998, 2000.
- [8] G. K. Kanji and P. K. Chopra, "Corporate social responsibility in a global economy," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 21, no. 2, pp. 119–143, 2010.
- [9] H. Wold, "Partial least squares," *Encycl. Stat. Sci.*, no. 2, pp. 581–591, 1975.
- [10] ISO26000, Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale. Genève, ISO, 127 p, 2010.
- [11] M. Farooq, O. Farooq, and S. M. Jasimuddin ' Employees response to corporate social responsibility : Exploring the role of employees ' collectivist orientation ' , " , 2014.
- [12] P. K. Chopra and G. K. Kanji, "Total Quality Management & Business Excellence Environmental health : Assessing risks to society," 2011.
- [13] Q. Zhu and Q. Zhang, "Evaluating practices and drivers of corporate social responsibility : the Chinese context," *Clean. Prod.*, pp. 1–10, 2015.
- [14] V. E. Vinzi, "COMPONENT-BASED PATH MODELING Structural Equation Modeling (SEM)," December, pp. 1–122, 2014.
- [15] W. W. Chin, "The partial least squares approach to structural equation modeling," *Methods Bus. Res.*, no. October, pp. 295–336, 1998.
- [16] W. W. Chin, "Structural Equation Modeling Analysis With Small Samples Using Partial Least Squares," 1999.

Etude de la variation craniologique intra-spécifique des populations de *Praomys jacksoni* (De Winton, 1897 : Mammalia, Rodentia, Muridae) de trois milieux forestiers de Kisangani (Province de la Tshopo, RD Congo)

[Intraspecific craniological variation study of *Praomys jacksoni* (De Winton 1897: Mammalia, Rodentia, Muridae) populations of three forest sites of Kisangani city (Tshopo province, DR Congo)]

Roger A. Angoyo¹, Esther Yokana Isangi¹, Reddy E. Shutsha¹, Taylor B. Mambo¹, Justin A. Asimonyio¹, Consolate K. Kaswera², Charles Kasakodo Bongo³, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua⁴

¹Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, B.P. 2012, Kisangani, RD Congo

²Faculté des Sciences, Université de Kisangani, B.P. 2012, Kisangani, RD Congo

³Institut Supérieur Pédagogique d'Abumombazi, Province du Nord Ubangi, RD Congo

⁴Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study was carried out from 346 skulls of *Praomys jacksoni* (Muridae) captured in some forest areas of the surroundings of Kisangani city (island, right and left banks of Congo River) from 1994 to 1999). The results obtained from twenty-five skulls measurements revealed the diversity existing inside each population studied. The sexual dimorphism is favorable to males for seven measurements (GRLE, HEBA, DIA1, DIA2, INT, LNAS, and LOTE) whereas eighteen remain stable. The skulls of insular populations (Tundulu and Mbiye) are bigger than those of the forest reserves (Masako and Yoko) for twenty measurements: GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, DIA1, DIA2, INT, ZYPL, PAL, UPTE, UPDE, M1, BNAS, LNAS, BUL, DIN, HRZ, ROH, ROB and PCPA. The skulls of Mbiye island populations are bigger than those of Tundulu island for eighteen measurements (GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, PAF, DIA1, DIA2, ZYG, UPTE, UPDE, M1, ZYPL, BNAS, LNAS, LOTE, CHOA, DIN, PCPA). The skulls of populations from the left bank (Yoko forest reserve) are bigger than those of the right bank for six measures (GRLE, HEBA, DIA1, INT, CHOA and PAF). These results indicate that craniometrical measurements of the adult animals are stable and constitute a complementary means for identifying the species in the *Praomys* genus. The variations observed with certain examined characters would be the consequence of the biological phenomenon of speciation. It is thus desirable that molecular studies are carried out on these muridae in order to validate this hypothesis.

KEYWORDS: Congo basin, biodiversity, taxonomy, *Praomys jacksoni*, craniometry, Democratic Republic of the Congo.

RESUME: La présente étude a été réalisée à partir de 346 crânes de *Praomys jacksoni* (Muridae) capturés dans quelques milieux forestiers des environs de Kisangani (îles, rive gauche et rive droite du fleuve Congo) de 1994 à 1999. Les résultats obtenus sur les 25 mesures crâniennes montrent la variabilité qui existe à l'intérieur de chaque population étudiée. Le dimorphisme sexuel est favorable aux mâles pour sept mesures (GRLE, HEBA, DIA1, DIA2, INT, LNAS et LOTE) alors que 18 mesures demeurent stables. Les crânes de populations insulaires (Tundulu et Mbiye) sont plus grands que ceux des Réserves Forestières (Masako et Yoko) pour 20 mesures : GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, DIA1, DIA2, INT, ZYPL, PAL, UPTE, UPDE, M1, BNAS, LNAS, BUL, DIN, HRZ, ROH, ROB et PCPA. Les crânes de populations de l'île Mbiye sont plus grand que ceux de l'île

Tundulu pour 18 mesures (GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, PAF, DIA1, DIA2, ZYG, UPTÉ, UPDE, M1, ZYPL, BNAS, LNAS; LOTE, CHOA, DIN et PCPA). Les crânes de populations de la rive gauche (Réserve Forestière Yoko) sont plus grands que ceux de la rive droite pour six mesures (GRLE, HEBA, DIA1, INT, CHOA et PAF). L'ensemble de ces résultats indiquent que les mesures craniométriques des adultes sont stables et constituent un moyen complémentaire d'identification des espèces du genre *Praomys*. Les variations observées avec certains caractères examinés seraient la conséquence du phénomène biologique de la spéciation. Il est donc souhaitable que des études moléculaires soient réalisées sur ces muridés en vue de valider cette hypothèse.

MOTS-CLEFS: Bassin du Congo, biodiversité, taxonomie, *Praomys jacksoni*, craniométrie, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Les études récentes indiquent que le bloc forestier de la République démocratique du Congo est véritable réservoir de la biodiversité tant végétale qu'animale [1-23]. Dans ce dernier cas, les rongeurs constituent l'un des groupes le plus important car ils comptent environ 40% du total des espèces de mammifères. Il a été aussi rapporté dans la littérature que les forêts tropicales abritent environ 400 espèces de mammifères dont 25% sont des rongeurs [24, 25].

Cependant, il faut noter que la systématique de nombreux muridés n'est pas entièrement connue. En effet, malgré les données accumulées au cours de deux dernières décennies, le statut et la distribution de la plupart des genres et espèces posent encore des sérieux problèmes. Parmi les techniques utilisées, on peut citer les mesures biométriques qui conduisent à une variabilité des résultats au sein d'une même espèce et ce, d'un individu à l'autre en fonction de l'âge, de sexe, de l'habitat ou de la saison. A cet effet, les mesures craniométriques des animaux adultes présentent l'avantage d'être plus stables et seraient parmi le meilleur moyen d'identification des espèces du genre *Praomys*.

En Afrique, le genre *Praomys* (Rongeurs) renferme plusieurs espèces telles que *Praomys morio* (TROUESSART, 1881), *Praomys mutoni* (VAN DER STRAETEN et DUDU, 1990), *Praomys misoni* (VAND DER STRAETEN et DIETERLEN, 1987), *Praomys Cullberg* (THOMAS, 1894) et *Praomys jacksoni* (DE WINTON, 1897). Des travaux effectués au niveau de Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ressources Animales (LEGERA) de la Faculté des Sciences (Université de Kisangani) ont relevé la présence de trois espèces dans les milieux forestiers de Kisangani. Il s'agit notamment de *Praomys misoni*, *Praomys mutoni* et *Praomys jacksoni* [25-28]. Cependant, l'on se pose la question de savoir s'il l'existe un dimorphisme sexuel à l'intérieur de cette dernière espèce, ou des variations dans la taille et les dimensions en fonction du milieu de récolte des spécimens. Dans le souci d'apporter un éclairage à ce questionnement, une étude craniométrique de *Praomys jacksoni* (récoltés dans les trois milieux de Kisangani incluant les milieux insulaires, la rive gauche et la rive droite du fleuve Congo) a été réalisée. Elle a pour objectifs de vérifier si la variabilité intra-spécifique constatée chez *Praomys jacksoni* récolte dans les biotopes différents, peut se confirmer au niveau du crâne. En cas de validation, déterminer les variables craniométriques stables pouvant aider à une meilleure identification de *Praomys jacksoni* et ses sous espèces éventuelles.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

La présente étude a été réalisée à Kisangani. La ville de Kisangani est située près de l'équateur à 0° 31' de latitude nord et 25°11' de longitude Est, à une altitude variant entre 376.4 m et 424.7 m au dessus de la mer. Sa superficie est environ 1910 km² [29]. Avec un climat équatorial, la moyenne annuelle de température est de 24.3 °C. Les précipitations sont abondantes, mais elles ne sont pas uniformément réparties au cours de l'année. La moyenne de pluviométrie totale annuelle est de l'ordre de 1748.4 mm [30]. Le régime des pluies détermine deux saisons humides : La première va de septembre à décembre avec un pic de pluviométrie en octobre ; La seconde s'étend de mars à mai avec un maximum des pluies en avril. Le reste de l'année est occupé par deux saisons à faible pluviosité qui présente un minimum en janvier et en août.

La végétation de la région de Kisangani est classée dans le secteur forestier central de la région guinéenne. Nos données ont été récoltées respectivement dans les réserves forestières de terre ferme de Masako et de la Yoko et sur les Îles Mbiye, Tundulu du fleuve Congo (Figure 1).

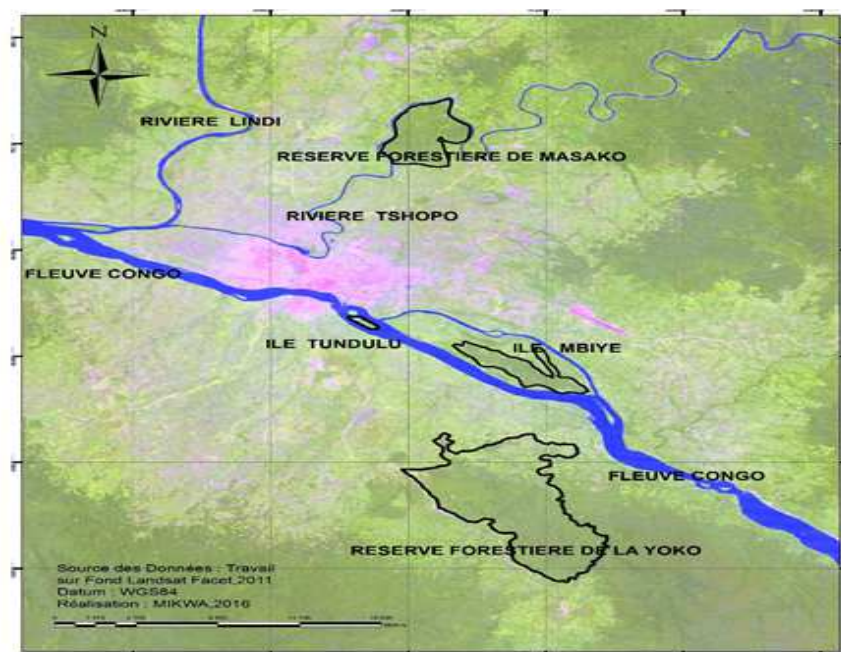


Figure 1: Localisation géographique des sites d'études (réserves forestières de Masako et de la Yoko et les îles Mbiye, Tundulu).

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Le matériel d'étude est constitué de 345 crânes prélevés sur les individus adultes de l'espèce *Praomys jacksoni*. Ce matériel fait partie des collections réalisées au cours des études de terrain conduites durant la période de 1994 à 1999. Les spécimens étaient récoltés sur les îles Mbiye : 186 crânes [21-33] et Tundulu : 53 crânes [34] ainsi qu'aux Réserves Forestières de Masako : 43 crânes [35, 36] et de Yoko : 64 crânes [37]. Les individus adultes présentaient la maturité sexuelle et le poids corporels (déterminés au moment où le matériel a été récolté) et les poids de cristallin le plus important déterminé par nos prédécesseurs sur base des données de la reproduction et du poids corporels [38].

C'est à partir de ces indications que nous avons trié le matériel biologique à mesurer. Les sujets adultes présentaient de poids corporels élevés, les organes reproducteurs sexuellement actifs, c'est-à-dire les mâles avec testicules scrotaux et vésicules séminales développées et des épидидymes visibles ; les femelles montraient des mamelles développées avec l'utérus présentant des cicatrices placentaires ou contenant des embryons. Nous avons pris 25 mesures différentes sur chaque crâne à l'aide de pied à coulisse à pointe sèche de marque Helios avec une précision de 0,05 mm (figure 2).

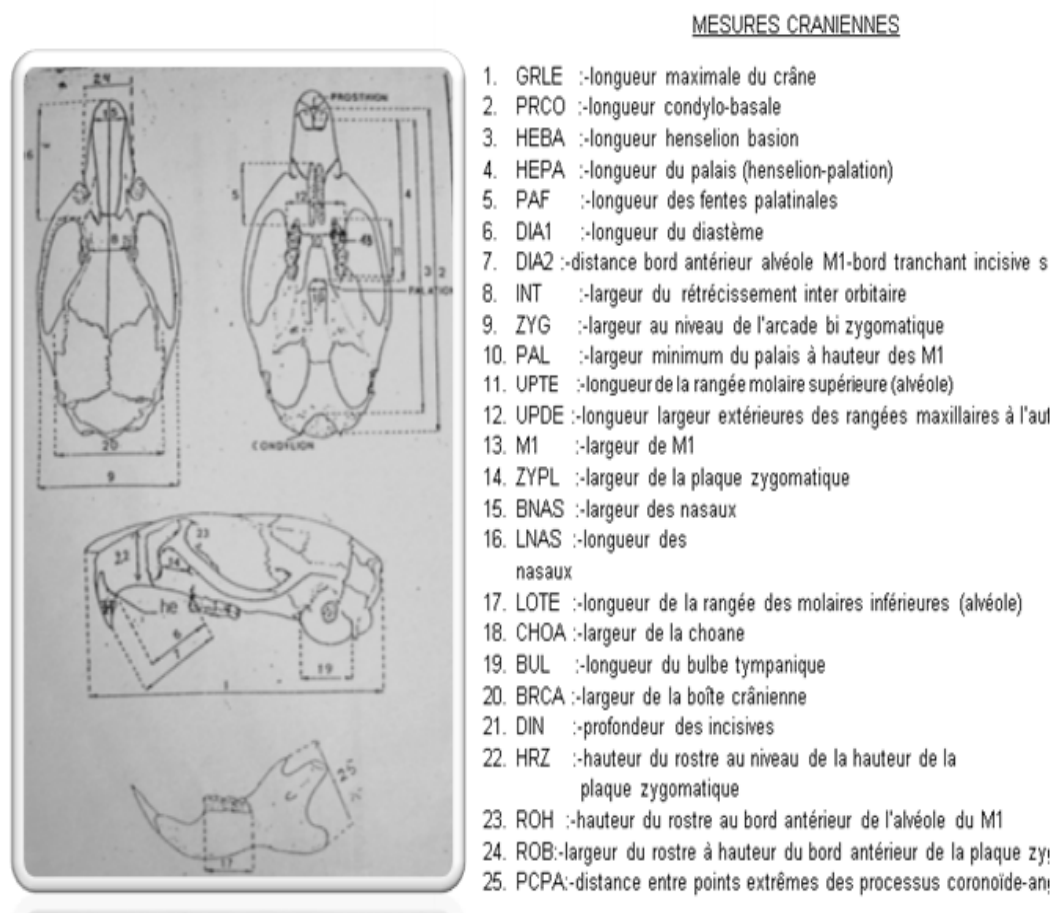


Figure 2: Les différentes mesures effectuées sur chaque crâne.

Le test t de Student a permis de comparer les 25 mesures prises sur chaque crâne en considérant deux populations différentes selon [39], l'expression mathématique de la formule appliquée est la suivante :

$$t_{\text{obs}} = \frac{(m1 - m2)}{\sqrt{\frac{n1s1^2 + n2s2^2(\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2})}{n1 + n2 - 2}}}$$

Où : m1 et m2 sont des moyennes de deux échantillons (1 et 2) à comparer ; n1 et n2 sont des effectifs d'individus de chaque variable à comparer ; S12 et S22 sont des variances de chaque variable, calculées à partir de deux échantillons 1 et 2.

Les calculs ont été effectués sur un PC grâce au logiciel SPSS statistical package for Social Science). L'hypothèse nulle (H0) stipule qu'il n'y a pas de différence entre les deux moyennes tirées de deux populations pour le paramètre étudié (m1=m2). La valeur «t_{obs}» est comparée à la valeur tabulaire (t_{1-α/2}) au niveau du seuil de signification α=0.05 ou t_{0.975}=1.96 et 0.01 ou t_{0.999} = 2,58. Ainsi, si t_{obs}> t_α alors la différence est significative (ds). Par contre, si t_{obs}<t_α alors la différence n'est pas significative (dns). L'utilisation de ce test exige que deux conditions soient préalablement vérifiées et remplies : la normalité et l'homogénéité de la population, d'où est tiré l'échantillon ainsi que l'homogénéité de variances.

Le coefficient de variation (CV) a permis de déterminer les variables les plus discriminantes à l'intérieur de la population étudiée/considérée par la mise en évidence des mesures stables (standard). Ce coefficient a été calculé à partir de la relation suivante :

$$CV = \frac{s}{m}$$

Où : S est l'écart-type et m, la moyenne. Selon [40] quatre échelles des valeurs catégorisent le coefficient de variations : (0) Mesure stable ($CV < 0.05$) ; (1) Mesures peu variables ($0.05 \leq CV < 0.1$) ; (2) Mesures assez variables ($0.1 \leq CV < 0.2$) et (3) Mesures très variables ($CV > 0.2$).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 3 donne la photo de quelques spécimens de crânes tandis que les tableaux 1 à 4 donnent respectivement les valeurs comparées des mesures crâniennes entre individus de *Praomys jacksoni* en fonction du sexe et de l'isolement/barrière géographique.

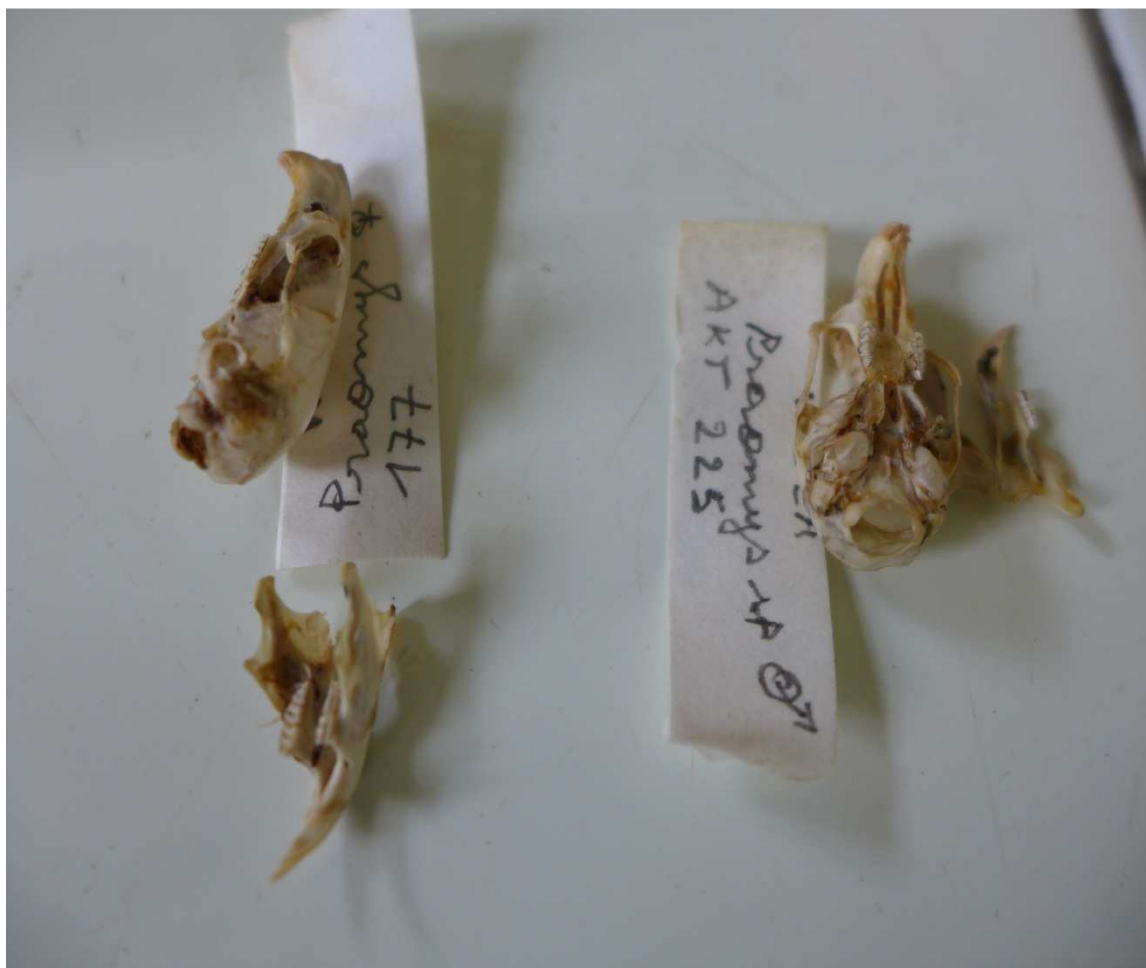


Figure 3: Spécimens de crânes analysés

Tableau 1 : Valeurs comparées des paramètres mesurés en fonction du sexe de *Praomys jacksoni* en provenance de trois milieux différents (Iles, Réserves forestière de la Yoko et Reserve forestière de Masako).

Mesures	Males				femelles				Décision	
	N	m	S	CV	N	m	S	CV	t _{obs}	Différence
GRLE	181	30.35	15.24	0.50	165	29.88	19.24	0.64	2.50	s
PRCO	181	27.48	18.12	0.65	165	27.18	16.53	0.60	1.61	ns
HEBA	181	23.21	17.41	0.75	165	22.7	19.61	0.86	2.56	s
HEPA	180	12.80	14.41	1.09	165	12.64	9.86	0.78	1.21	ns
PAF	181	6.04	5.97	0.98	165	6.05	5.64	0.93	0.17	ns
DIA1	181	7.42	7.53	1.01	165	7.24	7.23	0.99	2.23	s
DIA2	180	8.31	7.85	0.94	165	8.09	8.29	1.02	2.45	s
INT	181	4.73	3.12	0.65	165	4.66	2.88	0.61	2.23	ns
ZYG	180	13.82	8.70	0.62	164	13.71	9.66	0.70	1.12	ns
PAL	181	2.09	2.99	1.43	164	2.10	3.18	7.51	0.31	ns
UPTE	181	4.60	2.27	0.59	165	4.65	2.39	0.51	1.84	ns
UPDE	181	5.94	3.64	0.61	164	5.91	3.47	0.58	0.40	ns
M1	181	1.44	0.82	0.56	165	1.45	0.89	0.61	1.62	ns
ZYPL	179	2.92	2.54	0.86	164	2.93	3.04	1.03	0.18	ns
BNAS	181	3.12	2.58	0.82	165	3.10	3.01	0.97	0.61	ns
LNAS	181	11.02	9.41	0.85	165	10.81	10.30	0.95	1.97	s
LOTE	178	4.47	2.12	0.117	163	4.54	2.50	0.55	2.83	s
CHOA	181	1.29	1.67	1.29	165	1.32	1.93	1.46	1.20	ns
BUL	169	4.44	3.22	0.72	154	4.42	3.31	0.74	0.60	ns
BRCA	181	11.09	5.68	0.51	165	11.0	9.14	0.83	1.00	ns
DIN	180	1.43	1.44	1.00	165	1.42	1.58	1.11	0.67	ns
HRZ	181	4.74	4.01	0.84	165	4.66	4.38	0.93	1.70	ns
ROH	181	6.50	5.60	0.86	165	6.44	6.09	0.94	0.89	ns
ROB	181	4.87	3.77	0.77	165	4.83	4.98	1.03	0.74	ns
PCPA	177	8.11	7.54	0.92	163	8.08	7.56	0.93	0.30	ns

(Légende : N nombre de spécimens mesurés (taille de l'échantillon) ; m valeur moyenne des mesures exprimées en mm ; S Ecart type ; ds différence significative ; dns différence non-significative ; CV coefficient de variation).

Il ressort du tableau 1 que chez les mâles comme chez les femelles, toutes les 25 mesures obtenues sur les crânes sont très variables ($CV > 0,2$). En effet, les individus présentent de taille différente dans chaque groupe d'une part et d'autre part, les mâles paraissent plus grands que les femelles. En comparant les mâles et les femelles, le test « t » de Student démontre qu'il y a dimorphisme sexuel pour les mesures crâniennes suivantes : GRLE, HEBA, DIA1, DIA2, INT et LNAS. Tandis que LOTE est grande pour les femelles. Ce dimorphisme sexuel n'est cependant pas observé pour 18 mesures.

Tableau 2 : Valeurs comparées des paramètres mesurés chez *Praomys jacksoni* capturés dans les îles et sur les rives du fleuve Congo

Mesures	Îles				Rives				Décision	
	N	m	S	CV	N	m	S	CV	t _{obs}	Différence
GRLE	239	30.40	15.25	0.50	107	29.5	20.14	0.68	4.12	s
PRCO	239	27.59	17.34	0.62	107	26.75	16.23	0.60	4.37	s
HEBA	239	23.29	18.57	0.79	107	22.24	16.71	0.75	2.25	s
HEPA	238	12.91	13.02	1.00	107	12.32	9.03	0.73	4.82	s
PAF	239	6.05	5.84	0.96	107	6.01	5.73	0.55	0.73	ns
DIA1	239	4.41	7.02	0.94	107	7.16	8.04	1.12	2.12	s
DIA2	238	8.30	7.47	0.84	107	8.01	9.13	1.13	2.88	s
INT	239	4.73	2.65	0.56	107	4.61	3.60	0.78	3.04	s
ZYG	237	13.93	8.35	0.59	107	13.39	9.84	0.73	4.94	s
PAL	239	2.13	2.51	1.17	106	2.04	4.04	1.98	2.04	s
UPTE	239	4.65	2.58	0.55	107	4.56	2.48	0.54	2.94	s
UPDE	239	5.98	3.37	0.56	106	5.80	3.65	0.62	4.30	s
M1	239	1.44	0.72	0.49	107	1.43	1.08	0.75	2.06	s
ZYPL	237	2.93	2.72	0.92	106	2.91	2.93	1.00	0.64	ns
BNAS	239	3.14	2.53	0.80	107	3.06	3.26	1.06	2.20	s
LNAS	239	11.05	9.37	0.84	107	10.62	10.41	0.98	3.60	s
LOTE	235	4.51	2.28	0.50	106	4.50	2.45	0.54	0.47	ns
CHOA	239	1.30	1.75	1.34	107	1.32	1.89	1.43	0.90	ns
BUL	219	4.50	3.00	0.66	104	4.27	3.23	0.75	6.26	s
BRCA	239	11.10	4.60	0.41	107	10.93	11.62	1.06	1.41	ns
DIN	238	1.45	1.45	1.0	107	1.38	1.52	1.10	4.02	s
HRZ	239	4.77	3.72	0.77	107	4.57	4.87	1.06	3.75	s
ROH	239	6.55	5.53	0.84	107	6.29	6.13	0.97	3.81	s
ROB	239	4.89	3.95	0.80	107	4.77	5.15	1.07	2.14	s
PCPA	234	8.18	7.45	0.90	106	7.90	7.42	0.93	3.17	s

Les résultats du tableau 2 montrent que toutes les 25 mesures effectuées sur les crânes des spécimens récoltés sur les îles comme ceux provenant des réserves forestières sont très variables. Seulement cinq mesures n'ont pas montré une différence significative; il s'agit notamment de PAF, ZYPL, LOTE, CHOA et BRCA. Tandis que 20 mesures 25 présentent une différence significative, il s'agit notamment de GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, DIA1, DIA2, INT, ZYPL, PAL, UPTE, UPDE, M1, BNAS, LNAS, BUL, DIN, HRZ, ROH, ROB et PCPA. Pour ces mesures, les *Praomys* des îles sont de grande taille par rapport à ceux récoltés sur les rives du fleuve Congo, respectivement à Masako et à Yoko.

Tableau 3 : Valeurs comparées des paramètres mesurés chez *Praomys jacksoni* provenant de l'île Mbiye et de l'île Tundulu du fleuve Congo

Mesures	Iles Mbiye				Ile Tundulu				Décision	
	N	m	S	CV	N	m	S	CV	t _{obs}	Différence
GRLE	186	30.59	14.7	0.48	53	29.75	15.2	0.53	3.52	s
PRCO	186	27.92	15.63	0.55	53	26.46	18.43	0.69	5.22	s
HEBA	186	23.67	17.45	0.73	53	21.96	16.14	0.73	6.70	s
HEPA	185	13.06	11.16	0.86	53	12.37	17.17	1.08	2.76	s
PAF	186	6.19	5.65	0.91	53	5.57	3.50	0.62	9.79	s
DIA1	186	7.49	7.18	0.95	53	7.11	5.52	0.77	4.12	s
DIA2	185	8.41	7.52	0.89	53	7.91	5.89	0.74	5.09	s
INT	186	4.73	2.56	0.54	53	4.75	2.95	0.62	0.59	ns
ZYG	185	14.03	8.35	0.59	52	13.58	7.38	0.54	3.80	s
PAL	186	2.13	2.48	1.11	53	2.13	2.62	1.23	0.02	ns
UPTE	186	4.71	2.39	0.50	53	4.44	2.07	0.46	8.22	s
UPDE	186	6.02	3.47	0.57	53	5.85	2.68	0.45	3.73	s
M1	186	1.47	0.64	0.49	53	1.40	0.78	0.55	5.37	s
ZYPL	184	2.99	2.54	0.84	53	2.72	2.19	0.80	7.79	s
BNAS	186	3.18	2.50	0.78	53	3.00	2.8	0.63	5.36	s
LNAS	186	11.2	9.04	0.80	53	10.52	0.61	0.81	4.99	s
LOTE	183	4.54	2.04	0.44	52	4.41	2.78	0.63	2.94	s
CHOA	186	1.26	1.71	1.13	53	1.35	1.83	1.35	2.19	s
BUL	186	4.49	2.70	0.60	53	1.54	3.78	0.83	0.83	ns
BRCA	186	11.1	6.60	0.4	53	11.05	4.64	0.41	0.94	ns
DIN	185	1.48	1.31	0.88	53	1.34	1.39	1.03	6.60	s
HRZ	186	4.76	3.77	0.79	53	4.80	3.53	0.73	0.70	ns
ROH	186	6.56	5.82	0.88	53	6.54	4.40	0.67	0.26	ns
ROB	186	4.88	4.02	0.82	53	4.91	3.75	0.76	0.46	ns
PCPA	182	8.29	7.59	0.91	52	7.78	5.31	0.68	5.51	s

Le tableau 3 montre que toutes les mesures effectuées sur les crânes des spécimens récoltés sur les deux îles (Mbiye et Tundulu) du fleuve Congo sont variables. En effet, on peut noter que sept mesures n'ont pas montré une différence significative en ce qui concerne les paramètres suivants : INT, PAL, BUL, BRCA, HRZ, ROT et ROB. Tandis que 18/25 mesures présentent une différence significative. Il s'agit de : GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, PAF, DIA1, DIA2, ZYG, UPTE, UPDE, M1, ZYPL, BNAS, LNAS, LOTE, CHOA, DIN et PCPA. Pour ces derniers paramètres, les *Praomys* de l'île Mbiye sont de grande taille par rapport à ceux capturés sur l'île Tundulu.

Tableau 4 : Valeurs comparées des paramètres mesurés chez *Praomys jacksoni* récolté respectivement dans la Reserve forestière de la Yoko et de la Masako

Mesures	Rive gauche (Yoko)				Rive droite (Masako)				Décision	
	N	m	S	CV	N	m	S	CV	t _{obs}	Différence
GRLE	64	29.89	21.36	0.71	43	28.93	16.83	0.58	2.60	s
PRCO	64	27.00	14.95	0.66	43	26.38	14.4	0.66	1.86	ns
HEBA	64	22.57	14.08	0.62	43	21.71	19.12	0.66	2.42	s
HEPA	64	12.41	7.02	0.59	43	12.19	10.96	0.87	1.18	ns
PAF	64	5.90	5.29	0.89	43	6.17	6.04	0.89	2.38	s
DIA1	64	7.33	7.21	0.98	43	6.90	8.58	0.97	2.73	s
DIA2	64	8.10	8.37	1.03	43	7.87	10.12	1.24	1.20	ns
INT	64	4.69	4.09	0.87	43	4.50	2.36	1.28	3.02	s
ZYG	64	13.42	10.41	0.77	43	13.35	9.03	0.52	0.37	ns
PAL	63	2.00	3.04	1.52	43	2.10	5.14	0.07	1.25	ns
UPTE	64	4.55	2.55	0.56	43	4.58	2.39	2.44	0.66	ns
UPDE	63	5.85	3.85	0.65	43	5.74	3.27	0.52	1.63	ns
M1	64	1.44	1.20	0.83	43	1.41	0.85	0.56	1.77	ns
ZYPL	63	2.92	3.02	1.03	43	2.90	2.63	0.60	0.35	ns
BNAS	64	3.05	3.02	1.19	43	3.08	10.16	0.97	0.49	ns
LNAS	64	10.77	10.43	0.96	43	10.42	2.08	0.85	1.72	ns
LOTE	64	4.51	-	0.48	42	4.47	1.08	0.46	0.97	ns
CHOA	64	1.38	2.13	1.55	43	1.24	1.07	0.86	4.17	s
BUL	62	4.26	2.86	0.67	43	4.28	3.75	0.87	0.27	ns
BRCA	64	11.12	5.71	0.51	43	10.66	16.71	1.56	1.72	ns
DIN	64	1.36	1.19	0.87	43	1.40	1.36	1.36	1.24	ns
HRZ	64	4.64	4.72	1.01	43	4.46	1.10	1.10	1.92	ns
ROH	64	6.31	6.33	1.00	43	6.26	0.93	0.93	0.44	ns
ROB	64	4.79	4.86	1.00	43	4.74	1.17	1.17	0.40	ns
PCPA	64	7.82	6.41	0.81	42	8.03	1.07	1.07	1.33	ns

Le tableau 4 révèle que toutes les 25 mesures sont variables entre les individus récoltés. Dans chaque population les mesures sont très variables. En effet, 19/25 mesures accusent une différence non significative, il s'agit de PRCO, HEPA, DIA2, ZYG, PAL, UPTE, M1, ZYPL, BNAS, LNAS, LOTE, BUL, BRCA, DIN, HRZ, ROH, ROB et PCPA. En comparant les deux populations 6/25 mesures donnent une différence significative (GRLE, HEBA, DIA1, INT et CHOA) en faveur des individus de la rive gauche et PAF pour les individus de la rive droite du fleuve Congo.

L'identification habituelle des Muridés est basée sur les critères morphologiques (coloration de l'animal, livrée, biométrie, etc.). Bien que ces caractères soient plus faciles et plus aisés à observer, l'étude craniométrique constitue cependant une meilleure approche. Dans le présent travail, le coefficient de variation révèle que les paramètres mesurés sur les crânes sont très variables. Ce qui nous amène à dire que l'on est devant trois populations différentes lorsque l'on considère leurs habitats. Cependant, [26] a montré que sur les 21 mesures crâniennes prises chez *P. jacksoni*, six sont stables (DIA1, INT, UPTE, M1, LNAS et LOTE). Par contre, l'étude faite toujours par [27] indique que sur les 21 mesures crâniennes prises chez le genre *Praomys* sept sont stables. Il s'agit notamment de GREL, PRCO, HEBA, HEPA, ZYG, BUL et BRCA. Cinq de ces paramètres sont également stables dans la présente étude, il s'agit de PRCO, HEPA, ZYG, BUL et BRCA.

D'après [41], il existe des caractères pouvant demeurer stables sur de longues durées, alors que d'autres évoluent graduellement, malgré la présence des barrières écologiques. A cet effet, nous constatons que toutes nos mesures sont très variables ($CV > 0,2$).

L'analyse statistique montre qu'il y a dimorphisme sexuel net pour sept mesures (GRLE, HEBA, DIA1, DIA2, INT, LNAS et LOTE) chez *Praomys jacksoni* ($p < 0.05$).

Les valeurs des paramètres mesurés paraissent plus grandes chez les individus mâles que chez les femelles. Ces résultats confirment ceux de [42] qui a travaillé sur *Praomys jacksoni* de Kabare au Kivu. [43] indique qu'aucune différence

morphologique n'est visible chez *Praomys jacksoni*, sauf pour la longueur du pied postérieur qui est significativement plus grande chez les mâles. Certaines mesures craniométriques sont pourtant plus grandes chez les mâles que les femelles, il s'agit de : GRLE, PRCO, HEBA, HEPA, DIA1, DIA2, INT, BNAS et DIN. Tandis que PAL, UPTÉ et ZYPL présentent une situation contraire. Ces résultats démontrent à suffisance que les mesures craniométriques sont donc préférables. En comparant nos résultats à ceux de [43], il en ressort cinq mesures crâniennes communes pour lesquelles la taille des mâles est plus grande par rapport aux femelles: GRLE, HEBA, DIA1, DIA2 et INT. Ces cinq mesures sont stables.

En comparant les résultats des mesures crâniennes de *Praomys Jacksoni* en fonction de la barrière géographique (fleuve Congo), on peut noter que ces résultats sont très variables entre les populations de *Praomys Jacksoni* récoltées sur les îles du fleuve Congo et dans les Réserves Forestières (Masako et Yoko). L'analyse statistique révèle qu'à l'exception de ZYPL, LOTE, CHOA, PAF et BRCA, toutes les autres mesures présentent une différence significative en faveur des spécimens des îles. Cette hétérogénéité des spécimens n'écarte pas la possibilité de l'existence des sous-espèces dans ces milieux. En effet, entre les populations en évolution divergente apparaissent des barrières sexuelles c'est-à-dire une incompatibilité morphologique ou physiologique qui conduit à une spéciation. Ce phénomène biologique à la base d'apparition des sous espèces serait favorisé par l'isolement géographique des îles. Cependant, en comparant les résultats de deux îles (Mbiye et Tundulu), on peut noter que les mesures crâniennes présentent une différence significative en faveur des individus de l'île Mbiye, sauf pour les paramètres INT, PAL, BUL, BRCA, HRZ, ROH et ROB. [44] a montré que l'île Tundulu est pauvre en espèces des Muridae suite à une forte dégradation de sa forêt liée aux actions anthropiques.

La comparaison entre les populations de *Praomys jacksoni* des rives droite et gauche du fleuve Congo révèle que sur les 25 mesures crâniennes étudiées, six sont significativement différentes ($p < 0.05$) dont cinq (GRLE, HEBA, DIA1, INT et CHOA) en faveur des individus de la rive gauche et PAF pour les individus de la rive droite du fleuve Congo. Cependant, [27] signale l'hétérogénéité au niveau de GRLE, PRCO, HEBA, BNAS, LNAS, et CHOA, pour le genre *Praomys*. En comparant nos résultats à ceux de [27], nous trouvons cinq mesures (GRLE, PRCO, HEBA, LNAS et CHOAS) qui montrent des variations entre ces deux rives du fleuve Congo. Ces résultats corroborent ceux de [4] qui indiquent que les écureuils adultes capturées à la Réserve Forestière de la Yoko ont un poids corporel supérieur à ceux des Réserves de Masako et de UMA.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le présent travail avait pour but d'évaluer la variation craniologique intra-spécifique des populations de *Praomys jacksoni* à partir d'une collection de 346 crânes. Il ressort de cette étude que :

- la variation craniologique entre individus est très marquée à l'intérieur de chaque population étudiée ;
- le dimorphisme sexuel est net chez *Praomys jacksoni* au niveau de sept mesures crâniennes ;
- les crânes des spécimens issus des îles sont plus grands que ceux issus des rives du fleuve Congo ;
- l'île Mbiye est plus riche en termes de biodiversité des Muridae (*Praomys jacksoni*) que l'île Tundulu ;
- les spécimens provenant de la Réserve Forestière de la Yoko sont plus grands que ceux de la réserve Forestière de Masako.

L'ensemble de ces résultats indiquent que les mesures craniométriques des animaux adultes présentent l'avantage d'être plus stables et constituent un moyen complémentaire d'identification des espèces du genre *Praomys*. Les variations observées avec certains caractères examinés seraient la conséquence du phénomène biologique de la spéciation. Il est donc souhaitable que des études moléculaires soient réalisées sur ces muridae en vue de valider cette hypothèse.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université de Kisangani (République démocratique du Congo) et plus spécialement la Faculté des Sciences et le Centre de surveillance de la biodiversité pour leur soutien.

REFERENCES

- [1] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.01, 2015.
- [2] J.A. Asimonyio, J.C. Ngabu, C.B. Lomba, C.M. Falanga, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 18, no. 2, pp. 241-251, 2015.
- [3] B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, K.P. Museu, K.N. Ngbolua. A preliminary survey of the amphibian fauna of Kisangani eco-region, Democratic Republic of the Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I4. DOI: 10.15297/JABZ.V3I4.01, 2015.
- [4] P. Baelo, J.A. Asimonyio, S. Gambalemoke, N. Amundala, R. Kiakenya, E. Verheyen, A. Laudisoit, K.N. Ngbolua. Reproduction et structure des populations des Sciuridae (Rodentia, Mammalia) de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 428-442, 2016.
- [5] P. Baelo, C. Kahandi, J. Akuboyi1, J.L. Juakaly, K.N. Ngbolua. Contribution à l'étude de la biodiversité et de l'écologie des Araignées du sol dans un champ cultivé de Manihot esculenta Crantz (Euphorbiaceae) à Kisangani, RD Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 412-418, 2016.
- [6] J.K. Kambale, F.M. Feza, J.M. Tsongo, J.A. Asimonyio, S. Mapeta, H. Nshimba, B.Z. Gbolo, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 1, pp. 51-60, 2016.
- [7] J.-L.K. Kambale, J.A. Asimonyio, R.E. Shutsha, E.W. Katembo, J.M. Tsongo, P.K. Kavira, E.I. Yokana, K.K. Bukasa, H.S. Nshimba, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des forêts dans le domaine de chasse de Rubi-Télé (Province de Bas-Uélé, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 309-321, 2016.
- [8] J.-L.K. Kambale, R.E. Shutsha, E.W. Katembo, J.M. Omatoko, F.B. Kirongozi, O.D. Basa, E.P. Bugenthoo, E.I. Yokana, K.K. Bukasa, H.S. Nshimba, K.N. Ngbolua. Etude floristique et structurale de deux groupements végétaux mixtes sur terre hydromorphe et ferme de la forêt de Kponyo (Province du Bas-Uélé, R.D. Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 300-308, 2016.
- [9] C.K. Kaswera, D. Akaibe, J.-L. K. Kambale, E. Verheyen, K.N. Ngbolua. Pression de chasse sur *Petrodromus tetradactylus tordayi* (Thomas, 1910 : Mammalia) dans six villages des environnants de la Réserve Forestière de Yoko (Province de la Tshopo, RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 26, no. 1, pp. 182-189, 2016.
- [10] P.K. Kavira, F.B. Kirongozi, J.-L.K. Kambale, J.M. Tsongo, N.A. Shalufa, K.K. Bukasa, P.Y. Sabongo, H.K. Nzapu, K.N. Ngbolua. Caractéristiques de la régénération naturelle du sous-bois forestier du Jardin botanique S. Lisowski (Kisangani, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 322-331, 2016.
- [11] T.B. Mambo, J.U. Thumitho, E.L. Tambwe, C.M. Danadu, J.A. Asimonyio, A.B. Kankonda, J.A. Ulyel, C.M. Falanga, K.N. Ngbolua. Etude qualitative du régime alimentaire de *Hippopotamyrus psittacus* (Boulenger, 1897: Osteiglossiformes, Mormyridae) du fleuve Congo à Kisangani (RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 2, pp. 321-329, 2016.
- [12] F.M. Masudi, A. Dudu, G. Katuala, J.A. Asimonyio, P.K. Museu, B.Z. Gbolo, K.N. Ngbolua, 2016. Biodiversité des rongeurs et Soricomorphes de champs de cultures mixtes de la région de Kisangani, République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 14, no. 2, pp. 327-339, 2016.
- [13] K.N. Ngbolua, J.A. Asimonyio, N. Ndrodza, B. Mambo, P. Bugenthoo, Y. Isangi, J.K. Mukirania, L. Ratsina, N.K. Ngombe, P.T. Mpiana. Valeur nutritive et teneur en acide cyanhydrique de huit espèces végétales consommées par *Okapia johnstoni* (Mammalia: Giraffidae) en République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 419-427, 2016.
- [14] K.N. Ngbolua, B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, G.N. Bongo, A.D. Siasia. Contribution to the Knowledge of Amphibians of Kponyo village (DR Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V4I1 DOI: 10.15297/JABZ.V4I1.04, 2016.
- [15] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.02, 2015.

- [16] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Democratic Republic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. *Journal of Advanced Botany & Zoology*. V2I1. DOI: 10.15297/JABZ.V2I1.02, 2014.
- [17] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale., N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata., T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (District du Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo): Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). *Congo Sciences* Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.
- [18] J. Omatoko, H. Nshimba, J. Bogaert, J. Lejoly, R. Shutsha, J.P. Shaumba, J. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des peuplements sur sols argileux à *Pericopsis elata* et sableux à *Julbernardia seretii* dans la forêt de plaine de UMA en République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 13, no. 2, pp. 452-463, 2015.
- [19] J.U. Thumitho, T.B. Mambo, C.C. Urom, J.C. Ngab'u, A.B. Kankonda, A.P. Ulyel, M.G. Ngemale, K.N. Ngbolua. Ecologie alimentaire de *Ichtyoborus besse congolensis* (Giltay, 1930 ;Teleostei: Distichodontidae) de rivière Biaro et son affluent Yoko dans la Réserve forestière de Yoko (RD Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 21, no. 2, pp. 330-341.
- [20] J.M. Tsongo , P. Sabongo , J.K. Kambale , B.T. Malombo , E.W. Katembo , P.K. Kavira , J.A. Asimonyio , P.M. Konga , K.N. Ngbolua. Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 21, no. 1, pp. 61-68, 2016.
- [21] J.B. Akuboy, F. Bapeamoni, G. Tungaluna, G.B. Badjedjea, L. Baelo, J.A. Asimonyio, A. Laudisoit, A. Dudu, K.N. Ngbolua. Diversité et répartition des ophiidiens (Reptilia) dans les trois aires protégées de la province orientale RD .Congo, *International journal of innovation and Scientific Research* Vol. 23, no. 2, pp. 476-484. 2016.
- [22] E.Y. Isangi, E.M. Katungu, C.K. Mukirania, J.K. Kosele, P. Baelo, E.P. Bugenthoo, S. Gambalemoke, J.A. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Biodiversité des rongeurs et musaraignes de la forêt de Yasikia (Opala, République Démocratique du Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 26, no. 1, pp. 146-160, 2016.
- [23] E. Okangola, E. Solomo, Y. Lituka, W.B. Tchatchambe, M. Mate, A. Upoki, A. Dudu, J.A. Asimonyio, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Etude ethnobotanique et floristique de quelques plantes hôtes des chenilles comestibles à usage médicinal dans le secteur de Bakumu-Mangongo (Territoire d'Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 26, no. 1, pp. 161-168, 2016.
- [24] F. Dieterlen. Rodents of the African rain forest: Ecological and evolutionary aspects. *Vert. Trop. Mus. Bonn.*, pp. 215-219, 1990.
- [25] A. Dudu. Etude du peuplement d'insectivores et Rongeurs de la forêt ombrophile de base altitude du Zaïre (Kisangani Masako). Thèse de doctorat, Université d'Antwerpen, Belgique, 1991.
- [26] M. Ngongo. Données craniométriques préliminaires de quelques espèces de Muridae (Rodentia, mammalia) de la ville de Kisangani et ses environs. Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1985.
- [27] M. Ngongo. Contribution à l'étude craniométrique de quelques espèces de Muridea (Rodentia, Mammalia) de Kisangani (Haut-Zaïre), Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1987.
- [28] A. Kitenge. Contribution à l'étude de *Mus minutoides*, A. Smith, 1834 et *Mus triton*, Thomas, 1909 (Mammalia, Rodentia, Muridae) de Kikwit. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1997.
- [29] M. Nyakabwa. Phytocénose de l'écosystème Urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1982.
- [30] M. Mate. Croissance, Phytomasse et minéralomasse les haies des légumineuses améliorantes en cultures en allées à Kisangani (R.D. Congo). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 2001.
- [31] K. Zabiti. Contribution à l'étude des Rongeurs Terricoles(Mammalia) de l'Île Mbiye (Kisangani, Haut Zaire) distribution écologique. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1996.
- [32] D. Amundala. Nouvelles données sur les peuplements en rongeurs et en insectivores des milieux insulaires des environs de Kisangani (Mbiye & Mafi, R.D. Congo), Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1999.
- [33] A. Bapeamoni. Nouvelles données sur les peuplements en Rongeurs et en Insectivores des milieux Insulaires des environs de Kisangani (Mbiye & Mafi, R.D. Congo). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1999.
- [34] I. Mukinzi. Nouvelle contribution à l'étude des rongeurs Myomorphes de l'Île Tundulu. Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1994.
- [35] W. Iyongo. Etude de la structure des populations de quelques Muridae et Cricetidae (Rodentia, Mammalia) : Essai d'utilisation du poids de cristallin chez les espèces forestières. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1997.

- [36] I. Mukinzi. Contribution à l'étude des peuplements des rongeurs et insectivores de l'île Tundulu et de la Rive gauche de la Rivière Lindi (Kisangani R.D. Congo). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1999.
- [37] D. Kanalina. Contribution à l'étude des rongeurs de la Reserve Forestière de la Yoko (Ubundu, Haut Zaïre): Réproduction et structure de la population de *Praomys jacksoni* Dewinton, 1897. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1996.
- [38] H. Leirs. Population ecology of *Mastomys natalensis* (SMITH, 1834) multimata rats: possible implications for Rodent control in Africa, PhD thesis, University of Antwerpen, Belgium, 1992.
- [39] P. Dagnelie. Théorie et méthodes statistiques: applications agronomiques, vol. II. Les Méthodes de l'interférence statistique. Les presses agronomiques de Gembloux, 1980.
- [40] K. Thamba. Etude crâniométrique de la variabilité intraspécifique de *Cercopithecus ascanius* schmidt (Machi). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1981.
- [41] L. Bordas. Biologie: Science de la vie et de la terre. Collection Tarvernier, Ed. Jacquelin, 1997.
- [42] W. Verheyen. The influence of *Praomys jacksoni*. Ann Mus Roy d'Afr Centrale (Tervuren Bruxelles) Vol. 1, no. 8, pp. 91-110, 1964.
- [43] F.M. Van der brink. Zoodierengids Van Europa ten Westen Van 30° Oosterlengte:1-231. Amsterdam Bruxelles, 1955.
- [44] M. Kazadi. Quelques notes sur l'inventaire systématique et écoéthologie des Muridés de l'île Tundulu et ses environs (Ville de Kisangani). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 1981.

La connaissance, sésame pour une recherche et une mutation intégrale: Un regard bachelardien

Jean-Marie CIKULI CIZUNGU¹ and Bonhomme BUHENDWA²

¹Doctorant à l'Université de Kisangani, RD Congo

²Assistant à l'Institut Supérieur de Techniques de Développement (ISTD-Mulungu), RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: All activity constitutes a work of the knowledge. This one, according to bachelardian vision, clears itself from a discussion between acquirements of the science and the convenient problems. This gait remains inescapable for the societies development and for the case of species, the province of Sud-Kivu, where we made the state of places of various centers of research.

KEYWORDS: Scientific research, the development, Scientific research, conceptual problems, convenient problems, center of research, processing of research.

RESUME: Toute activité constitue une œuvre de la connaissance. Cette dernière, au regard bachelardien, se dégage d'une discussion entre les acquis de la science et les problèmes pratiques. Cette démarche reste incontournable pour le développement des sociétés et pour les cas d'espèce, la province du Sud-Kivu, où nous avons fait l'état de lieux de divers centres de recherche.

MOTS-CLEFS: Recherche scientifique, le développement, problèmes conceptuels, problèmes pratiques, centre de recherche, production de la recherche.

1 INTRODUCTION

Toute recherche est une manifestation de la connaissance sur le plan théorique en vue de mettre sur pieds de nouvelles connaissances. La connaissance se dresse comme un procès entre les problèmes théoriques et les problèmes pratiques. C'est cette dynamique qu'on trouve dans tous les domaines du savoir, évidemment selon des orientations précises. Les recherches devant s'effectuer dans et par les centres de recherche, ces derniers devraient être organisés de manière à ce qu'ils répondent à leurs véritables missions, celles d'alimenter un foyer de transformation ou de développement des sociétés. Dans cette réflexion, nous allons nous intéresser d'abord aux centres de recherche dans la province du Sud-Kivu, pour en fin proposer une nouvelle forme de production de la recherche.

2 LA CONNAISSANCE COMME PROCÈS DIALECTIQUE

L'être de l'homme selon Bachelard est voué à une certaine dialectique, entre l'impersonnel et le personnel, le repos et le travail, la continuité et la discontinuité. C'est là que l'épistémologue de Bar-sur-Aube fonde effectivement l'œuvre de la connaissance qui n'est pas celle du repos ou de tout repos, non plus celle de « l'éloignement du monde » [1]. En effet, comprenons que la science, une œuvre de connaissance, établit des expériences multiples et des discussions continues pour rechercher la vérité qui n'est pas le tout de la vérité. Il faut continuellement et sans cesse des preuves métaphysiques dans la recherche de la vérité.

La connaissance rendue à la fonction spéculative de l'intelligence, permettra alors à l'homme de se libérer continuellement, de créer et d'affermir ses loisirs en vue de réaliser autre chose en dehors des imitations quotidiennes. Bachelard devient une référence pour notre société RD-Congolaise et Sud-Kivutienne en particulier qui attend beaucoup de la recherche scientifique, en ces temps où des établissements supérieurs et universitaires sont créés à grande échelle. Dans la mesure où d'autres pays, en l'occurrence ceux européens ont réussi à se développer grâce aux projets de recherche scientifique. Pour quelle raison la RD-Congo tarde encore à profiter de cette opportunité pour sortir de son état de stagnation à différentes échelles ?

Du temps que des centres de recherche existent, nous pensons qu'il faudrait trouver ailleurs les causes de la stagnation du développement de notre société. Nous allons, dans cette réflexion, nous en tenir à certains préalables qui peuvent induire des changements en termes des résultats. Notre analyse a relevé le manque de personnel qualifié, l'ignorance des exigences de la recherche en certains établissements universitaires qui ne possèdent quasiment pas de centres de recherche, la vétusté des équipements dans les quelques centres construits jadis à l'époque coloniale, le manque de projets qui reflètent réellement les besoins de notre société ainsi que la léthargie du politique à appuyer la recherche en République Démocratique du Congo et particulièrement en Province du Sud-Kivu.

La connaissance, comme elle relève de l'épistémologique, elle doit être à la base de cette transformation attendue au sein de différentes structures des sociétés, en ce sens qu'elle convoque « la pratique scientifique et la pratique sociale [2] ; entendons autrement le procès entre les problèmes conceptuels et les problèmes pratiques, parce qu'il s'agit de nourrir une réflexion quotidienne sur les nouvelles préoccupations des sociétés par rapport aux nouvelles réalisations des sciences.

3 REGARD SUR L'ÉTAT DE LIEUX DE LA RECHERCHE EN RD-CONGO ET PRINCIPALEMENT DANS LA PROVINCE DU SUD-KIVU

La culture de l'université devrait aller de pair avec la culture de la recherche qui en est une résultante logique. Étant donné le « caractère national de la recherche » [3], les établissements supérieurs et universitaires créés à grande échelle, devraient être dotés d'un certain nombre de laboratoires ou des centres de recherche. Ce qui n'est pas une évidence au Sud-Kivu, comme nous le verrons dans les lignes qui suivent. Et plus encore, ces centres ou structures de recherche devraient réaliser des connaissances dans une orientation pratique pour mieux constituer un soubassement pertinent pour le changement, à partir d'une bonne compréhension du rapport entre les problèmes conceptuels et les problèmes pratiques.

En effet, Gaston Bachelard utilise fréquemment des termes comme : « conquérir », « rompre avec l'ancien », « faire émerger », « favoriser la mutation du nouveau », « connaissance neuve » (...), différentes expressions qui traduisent une même réalité selon laquelle la connaissance scientifique n'est pas une donnée stable ou figée, elle se construit et elle est toujours en construction, à travers un programme de recherche qui ne se réalise pas sous le tableau de ce qui est connu, plutôt comme une culture scientifique qui invite à vivre un effort de pensée. « Lançons-nous donc maintenant [et à chaque pas] dans l'analyse du processus de connaissance scientifique, souhaitant en saisir les applications et les implications dans la pratique même des sciences » [4]. La construction de la connaissance ne se réalise pas n'importe où et n'importe comment : il faut un cadre bien approprié et une organisation structurelle pour cette fin. Pour cette raison, la RD-Congo et principalement la Province du Sud-Kivu en particulier, convaincue de répondre, dans un esprit complémentaire aux problèmes d'actualité dans une orientation interdisciplinaire, regorge un certain nombre des centres de recherches. Comment se catégorisent ces centres de recherche en Province du Sud-Kivu? Quelles propositions peut-on formuler améliorer la donne?

3.1 RÉPERTOIRE DES CENTRES DE RECHERCHE AU SUD-KIVU

En plus de centres de recherche créés depuis la période coloniale, notamment le CRSN-Lwiro, le CRH-Uvira et l'INERA-Mulungu, la Province du Sud-Kivu ne possède pas suffisamment de structures de recherche à la taille des établissements supérieurs et universitaires qu'on y trouve actuellement et qui sont plus d'une cinquantaine. Avec le temps et très récemment en effet, différents centres et moyens de communications scientifiques ont été créés, soient fonctionnant de manière autonome, soient liés à un établissement supérieur ou universitaire. Pour plus de lumière, nous avons tenté l'inventaire de ces structures de recherche au niveau de la province du Sud-Kivu, selon leur spécificité scientifique, dans les lignes qui suivent.

Dans cette étude, la proportion ou le rapport entre la création des établissements supérieurs et la création des centres de recherche attire notre attention. En effet, la vitesse avec laquelle les établissements supérieurs sont créés, paraît étonnante. A titre d'exemple, en 2002 la RD-Congo regorgeait 326 établissements supérieurs; en 2003 on en aura plus du triple soient 1107 établissements dont 488 établissements publics et 619 privés; en 2009 on en aura plus de 1800 dont 800 établissements universitaires et plus de 1000 établissements d'enseignement supérieur [4]. A voir la croissance de ces

établissements ainsi que le nombre non exhaustif des centres de recherche dans le tableau ci-dessous, les problèmes sont très flagrants. Tout laisse à croire que la culture de la recherche est loin d'être comprise dans nos milieux académiques.

Et pour les quelques centres qui se sont démarqués, les programmes de recherches orientés vers les besoins de la société sont très limités. Quelques projets tentés se sont souvent soldés en des exercices académiques et ou de pratiques professionnelles qui impactent moins sur la population, malheureusement.

Au sein de certains établissements supérieurs et universitaires du Sud-Kivu, on trouve l'existence des moyens de communications scientifiques (UOB, UEA, UCB) qui se limitent au niveau de présentation des opinions des étudiants et enseignants sur des questions choisies. On se rend bien compte que ces moyens de communications (Les annales) servent davantage de moyen de vulgarisation des activités ou cérémonies organisées par lesdits établissements. Les exceptions sont à compter au bout des doigts.

Il est grand temps que notre société acquière une culture de l'université, c'est-à-dire en venir au principe selon lequel « université - recherches scientifiques » doivent constituer une synergie de telle sorte que l'université puisse constituer le point focal de tout le reste. Par cette mission noble révolue à l'université, cette dernière devrait accompagner notre société RD-Congolaise en pleine mutation, de telle sorte qu'en veillant sur la qualité de l'enseignement supérieur, cela consisterait également à veiller sur la qualité de l'ensemble de tout le système [5].

Centres de généralité	Date de création et objectifs(ou missions)	Centres de recherche autonome	Date de création et objectifs(ou missions)	Centres ou Moyens de communication liés à un Établissement supérieur ou universitaire	Date de création et objectifs(ou missions)
1. « <i>Pensée Africaine</i> », une Maison privée d'Édition fonctionnant dans la ville de Bukavu;	Cette maison de publication a été créée en 2015	1. CRSN- Lwiro;	Créé en 1947, ce centre a pour mission de mener les recherches fondamentales et appliquées sur les animaux, les plantes, la terre et l'eau sur toute l'étendue de la RDC, réparties en département de biologie, de géophysique, de nutrition et de documentation.	1. Le Cahier du CERUKI (Centre de Recherches Universitaires du Kivu) de l' ISP-Bukavu ; Les publications du Ceruki sont : « <i>Nouvelle Série</i> », « <i>Textes de conférence</i> » et « <i>Collection Etudes</i> pour la publication des ouvrages »	Centre interdisciplinaire fonctionnant à l'ISP-Bukavu sur décision rectoriale n°003/UNAZA/73 du 20 Oct.1973 fixant l'organisation des centres de recherche de l'Université du Zaïre à l'époque. Ses publications seront reconnues scientifiques à partir de 1979
2. <i>Revue philosophique Isidore Bakanja (PIB)</i> : appartenant à l'Institut Philosophique Isidore Bakanja (PIB) des missionnaires d'Afrique établi à la Ruzizi;	Cette Revue a été créée En 2012.	2. CRH- Uvira ;	Inauguré officiellement le 26 mai 1950, ce centre a pour objectif de répondre dans un esprit de complémentarité à tous les problèmes d'actualité scientifiques. Il est organisé en départements de Biologie, Hydrologie et Économie de pêche.	2. Cahier du CERPRU – ISDR (Centre d'Etude et de Recherche pour la Promotion Rurale et la Paix) de l'ISDR-Bukavu;	Créé en 1976 par le Professeur Defour, ce cahier contribue à la recherche et à la production du matériel didactique ; accompagne les efforts des paysans dans le processus de l'autopromotion et la recherche participative avec les paysans (dans la cellule projet de développement)

3. Centre de Recherches et de Documentation Africaine(CERDAF); établi à Bukavu et appartenant à la Société des Missionnaires d'Afrique (Pères Blancs);	le CERDAF a été créé en 1998 par le Père Georges DEFOUR.	3. INERA- Mulungu ;	Elle est l'une des stations de l'INERA (Institut National d'Étude et de Recherches Agronomique) issu de l'ancien INEAC (Institut National pour l'Étude Agronomique). Créé par l'ordonnance-loi du 12 novembre 1962, l'INERA jouit d'un statut d'entreprise publique à caractère scientifique et technologique dont la mission est de promouvoir le développement scientifique de l'agriculture de la RD-Congo.	3. Annales de l'Université Évangélique en Afrique (UEA- Bukavu);	Un cadre de publication des opinions des étudiants, des résultats de recherche et réflexions des étudiants et enseignants ainsi que de principales activités organisées par l'université.
		4. L'IITA : Institut International d'agriculture tropicale, un centre de recherche membre du Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (GCRAI) et il est basé à Ibadan (Nigérian)	Son bureau inauguré au Sud-Kivu en Juin 2014, L'IITA est l'une des organisations de recherche pour le développement à vocation internationale basée en Afrique et créée en 1967 dont la mission est d'offrir un partenariat de recherche qui facilite des solutions agricoles contre la faim, la pauvreté et la dégradation des ressources naturelles dans les tropiques. Cette organisation comporte aujourd'hui des stations en Afrique dont celle de <i>Kalambo</i> (Bukavu).	4. <i>Annales des Sciences de l'Homme et de Société, puis Annales des Sciences et des Sciences Appliquées</i> de l'Université Officielle de Bukavu (UOB)	Cadre de publication créé par les facultés des sciences sociales, politiques et administratives, des lettres et sciences humaines, de Droit, d'Economie et de gestion de l'UOB ; ces annales sortent la première fois en Avril 2011.

		5. Cahier du Centre de Recherche pour la Promotion de la Santé (CRPS /l' ISTM -Bukavu),	Cette Revue semestrielle est créée en 2011 pour les résultats des recherches de l' ISTM /Bukavu et institutions partenaires. Son objectif est de promouvoir la recherche scientifique dans le domaine de la santé publique et des techniques médicales dans le Kivu en particulier, en RD-Congo ainsi que dans la région des Grands Lacs en général.
		6. La Revue Bukavu <i>Journal of Economics and Social Sciences</i> de la Faculté des sciences économiques (BJESS) de l'Université Catholique de Bukavu (UCB) et la Revue Congolaise en Sciences Appliquées et Développement de la Faculté d'Agronomie de l'UCB (RCoSAD)	La Revue Bukavu <i>Journal of Economics and Social Sciences</i> (BJESS) créée le 8 Mai 2013, publiée à l'Harmatan et La Revue Congolaise en Sciences Appliquées et Développement (RCoSAD) lancée 15 Mai 2014 constituent des cadres d'expression scientifique pour la valorisation des recherches des étudiants et des enseignants de l'UCB et d'ailleurs.

4 VERS UNE NOUVELLE FORME DE PRODUCTION DE LA RECHERCHE

La recherche connaît depuis l'aube de temps de problèmes liés aux approches de recherches. Car pour recueillir les données, beaucoup de gens peuvent le faire; mais le grand problème se situe au niveau où il faut analyser ces données pour en tirer des conclusions dont les implications possèdent réellement un impact dans la vie concrète (le cas des centres autonomes, de généralité et ceux liés aux établissements supérieurs). En effet, la nouvelle rationalité aiderait à mieux cerner cette question, en ce sens qu'il revient au scientifique de réaliser une coupure entre ce qui fascine tout le monde et la recherche de ce qui convainc, c'est-à-dire ce qui constitue une solution par rapport aux questions pratiques de notre société. D'où, nombreux problèmes pouvons-nous dire, assaillent la sphère de la recherche appliquée.

N'oublions pas le manque d'équipements et de personnel qualifié fait que « rien ne va » par rapport aux défis sociaux, politiques, économiques et scientifiques qui affectent la DR-Congo en général et le peuple dans sa situation réelle.

Il convient de mettre en place une dynamique capable de rendre la recherche pertinente pour les défis du développement de la société RD-Congolaise en général. Il faut convoquer l'insuffisance organisationnelle interne dans les divers centres précités, notamment ceux du secteur public. On constate par contre que tous les centres de recherche qui

naissent çà et là se cantonnent dans des recherches générales (sciences humaines, sciences naturelles, sciences appliquées, et se détournent parfois de leur mission, celle d'être un outil adapté, efficace et utile réellement pour les besoins de la communauté.

L'on se doit d'ajouter que loin d'être dépassé, le poids de la tradition de laquelle nous tenons la naissance et l'organisation de l'université africaine, cette institution euro-médiévale semble encore peser sur l'université RD-Congolaise en particulier, et c'est depuis l'indépendance jusqu'à nos jours. La question sur la réelle identité de l'université africaine se pose dès lors qu'on ne comprend pas les vrais problèmes de notre peuple et de notre temps. Et les choses semblent ne pas changer. Rien qu'à voir les nombreuses universités ou établissements supérieurs qui naissent, ils se conforment à des programmes calqués aux modèles européens avec des intitulés des cours qui ne reflètent en rien les besoins de nos communautés, comme si l'université doit se soustraire de la synergie « université-recherche-développement ». C'est ici qu'il favoriser cette relation de va-et-vient entre « les valeurs universitaires et notre identité » [6] RD-Congolaise qui devrait caractériser la recherche dans nos diverses universités.

En effet, une vision dépassant toutes les formes de clivage doit être nourrie au cœur de l'université en général, dont l'enjeu doit être d'établir un modèle universitaire fondé sur le principe d'une formation adossée à la recherche. Et le privilège serait accordé à une recherche pluridisciplinaire parce qu'elle a la possibilité de nourrir l'innovation. Car tout compte fait, les problèmes scientifiques du temps contemporain possède ce cachet de pluridisciplinarité, comme le remarque Gaston Bachelard : « Quel que soit le point de départ de l'activité scientifique, [elle] ne peut pleinement convaincre qu'en quittant le domaine de base » [7]. On comprend alors la pertinence de la pluridisciplinarité comme approche de recherche dans les centres bukaviens. C'est dire que la majorité des centres de recherche du Sud-Kivu opèrent dans la généralité. Les centres qui avaient choisi préalablement un secteur d'étude, on finit eux aussi par s'orienter dans la généralité, constate-t-on. Cela présente bien évidemment l'avantage de soumettre l'activité scientifique à « une polémique, une dialectique incessante »¹, instruit encore l'épistémologue français Gaston Bachelard.

La nouvelle façon de faire la recherche, avons-nous postulé, consiste à intégrer cette dernière dans le processus de développement de notre peuple. En effet, Solange Tremblay a trouvé que le « développement » est un concept chargé d'idéologie, en ce sens qu'il a engendré plusieurs formes de définitions qui se sont prêtées à des significations qui ont varié d'une époque à une autre, d'un peuple à un autre. Dans sa considération générale, il faut relever que ce terme a été associé à un processus permettant à un peuple ou une entité d'évoluer petit à petit vers la réalisation de son plein potentiel, qui devient alors une forme plus parfaite [8], qui débarrasse l'âme humaine de fausses permanences, des durées mal faites [9]. La nouvelle recherche consiste ainsi à inscrire la science dans la société en servant le peuple, c'est-à-dire en faisant de la recherche une fille de la nécessité. Cette recherche permet ainsi d'atteindre l'écologie intégrale, selon l'adresse du Pape François, une écologie qui met en relation le langage scientifique et technique avec le langage populaire. Cette approche du développement reste active, dynamique et participative [10]. On a compris que cette nouvelle disposition permettrait à notre société de sortir de toute forme de tutelle en vue de se frayer une voie d'autonomisation, grâce à cette synergie « recherche – développement ».

5 CONCLUSION

La connaissance réalisant une discussion entre les principes théoriques et les principes pratiques constitue une dynamique, comme l'a si bien dit Bachelard, pour établir de nouvelles connaissances. En ces termes, le savoir contribue à la promotion de l'homme sur tous les plans. Bachelard nous éclaire en indiquant dans sa dialectique que l'homme vit pour penser et grâce à cette pensée, il réalise ou produit de nouvelles conditions d'existence qui permettent à l'homme une vie de plus en bonne. Nous avons alors présenté, de façon non exhaustive les principaux centres de recherche qui sont à pieds d'œuvre dans la province du Sud-Kivu, avant de proposer une nouvelle forme de production de la recherche, celle qui inscrit la science dans la société, c'est-à-dire, une investigation qui propose des solutions concrètes adaptées aux besoins concrets des peuples. C'est à cette seule condition que la science devient un sésame pour la recherche et pour une mutation intégrale des peuples.

¹ Ce caractère national a été évoqué par Roland Waast à travers 6 éléments caractéristiques donnés dans les lignes précédentes.

REFERENCES

- [1] G. BACHELARD, *La dialectique de la durée*, Paris, PUF [Edition numérique réalisée au Québec], 2008, p. 8.
- [2] D. LECOURT, *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Ed. Bernard Grasset, 1974, p. 169.
- [3] "Construire l'université de demain" dans Newsletter N°7, Février 2013
- [4] BACHELARD, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, Coll. NEP, [Edition électronique réalisée au Québec en 2012], p.9.
- [5] TREMBLAY, S., [Dir.], *Développement durable et communications. Au-delà des mots, pour un véritable engagement*, Québec, PUQ, 2007, p. 10.
- [6] G. BACHELARD, *La dialectique de la durée*, Paris, PUF [Edition numérique réalisée au Québec], 2008, p. 12.
- [7] Cf. Pape François, *Lettre Encyclique « Loué sois-Tu » sur la sauvegarde de la maison commune*, Paris, Editions Salvator, 2015, p. 114.
- [8] C. RUBY, *Bachelard*, Paris, Editions Quintette, Coll. Philosophe, 1998, pp.22-23.
- [9] [www. Congo \(RDC\)/Education : APEMA asbl](http://www.congo-rdc.org/education). Consulté le 21 Juillet 2016 à 19 h18.
- [10] Cf. CIUB, *Forum universitaire kivutien sur la qualité de la formation à l'enseignement supérieur et universitaire au Kivu*, avec l'appui financier de la Coopération Universitaire au Développement (CUD), Centre Olame (Bukavu), du 24 au 26 juillet 2002, p.7.

Analyse morphologique de la lagune Tagba de Grand-Lahou (littoral Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire)

[Morphological analysis of Tagba lagoon of Grand-Lahou (south-west coast of Ivory Coast)]

Ted E. Wango, Yao M. N'guessan, Konan P. M'bra, Koffi-Bi F. Kassia, Monde Sylvain, and Kouame R. Aka

Département des Géosciences Marines, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières,
Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: According to local nomenclature, there are four sub lagoons that represent the lagoon system of Grand-Lahou. The Tagba lagoon is the most important one because it is in contact with the sea through the mouth of Bandama river. The Morphology and the bathymetry constitute a challenge for local residents whose main activity is fishing. The present study aimed to update the bathymetry of the lagoon. The depths obtained are low, 3 m on average with maximum of 6 meters. The action of river currents and tidal current is responsible of the morphology of channels.

KEYWORDS: Bathymetry profil, morphology, lagoon, Tagba, Grand-Lahou, Côte d'Ivoire.

RESUME: Selon la nomenclature locale, il y a quatre sous lagunes qui constituent le système lagunaire de Grand-Lahou. La lagune Tagba est la plus importante d'entre car elle est en contact avec la mer par l'embouchure du fleuve Bandama. Sa morphologie et sa bathymétrie constituent un enjeu pour les riverains dont la principale activité est la pêche. La présente étude avait pour objectif la mise à jour de la carte bathymétrique de la lagune. Les profondeurs obtenues sont faibles, 3 m en moyenne avec un maximum de 6 mètres. Les courants fluviaux et de marée sont responsables de la morphologie des chenaux.

MOTS-CLEFS: Profil bathymétrique, morphologie, lagoon, Tagba, Grand-Lahou, Ivory Coast.

1 INTRODUCTION

Situé d'une part entre 4°55' et 5°25' de longitudes Ouest et d'autre part entre 5°05' et 5°15' de latitudes Nord, le système lagunaire de Grand-Lahou (figure 1), s'étend sur 50 km de long, alors que sa largeur n'excède pas 14 km. Pour un volume moyen de $5,70.10^8 \text{ m}^3$ et une superficie de 190 km^2 , la profondeur moyenne est de l'ordre de 3 m [1]. Il possède une communication permanente avec l'océan Atlantique par l'embouchure du fleuve Bandama. Quatre sous-ensembles constituent le complexe lagunaire de Grand-Lahou : les lagunes Nyouzoumou, Tadio, Mackey et Tagba [1]. C'est cette dernière qui communique directement avec la mer par le seul exutoire de la lagune de Grand-Lahou et qui reçoit sur sa façade orientale le fleuve Bandama.

Le système lagunaire de Grand-Lahou a suscité jusqu'à maintenant très peu d'intérêt scientifique du fait qu'elle est la plus petite et la moins profonde des lagunes de Côte d'Ivoire [2]. Seule la pêche artisanale y est pratiquée par les riverains des nombreux villages à l'aide de filets, de pièges à crabes ou à crevettes. Milieu peu profond, la lagune de Grand-Lahou pose souvent des problèmes de navigation à cause des hauts fonds. Et même si, les populations riveraines, par expérience savent plus ou moins la localisation de ces hauts fonds et des zones de turbulence, il s'avère important de mettre à la disposition des

utilisateurs éventuels (pêcheurs, navigants, etc.) des documents précis et récents de cartographie (bathymétrie). Afin de répondre aux besoins de mise à jour des connaissances de la morphologie de la lagune Tagba, pour l'amélioration de la pêche et la facilitation de la navigation, ce travail a été entrepris. Il a pour objectifs la détermination de la morphologie à partir de la réalisation des cartes bathymétriques 2D et 3D.

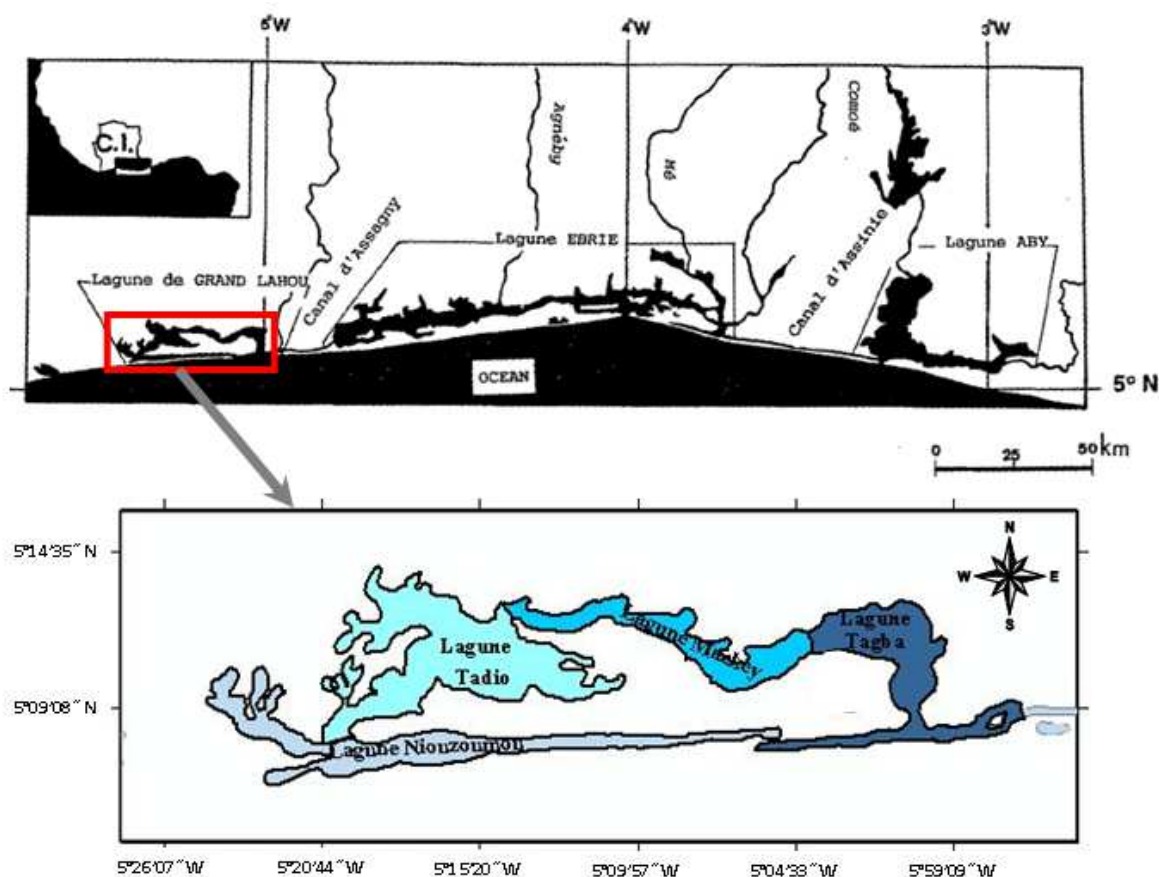


Fig. 1. Localisation de la lagune Tagba

2 MATERIEL ET METHODES

L'acquisition de données durant nos investigations a nécessité l'utilisation de matériels qu'il convient d'énumérer. Une embarcation à moteur pour la navigation lors de notre mission sur la lagune et un échosondeur ont été utilisés pour les levés bathymétriques ont été utilisés. La figure 2 présente le parcours suivi par le bateau lors des mesures de sondes. Les données de bathymétrie (x, y, z) ont été traitées à l'aide du logiciel "SURFER" (Version 8.02) pour établir des cartes 2D et 3D. La méthode d'interpolation utilisée est celle du krigeage. Les corrections sont effectuées afin de déterminer la profondeur réelle à chaque point. Ces corrections concernent la profondeur d'immersion du transducteur et la marée dynamique [3]. Les sondes réelles sont traitées et analysées afin de tracer des contours de cartes, des courbes d'isovaleurs dans le plan de la lagune.

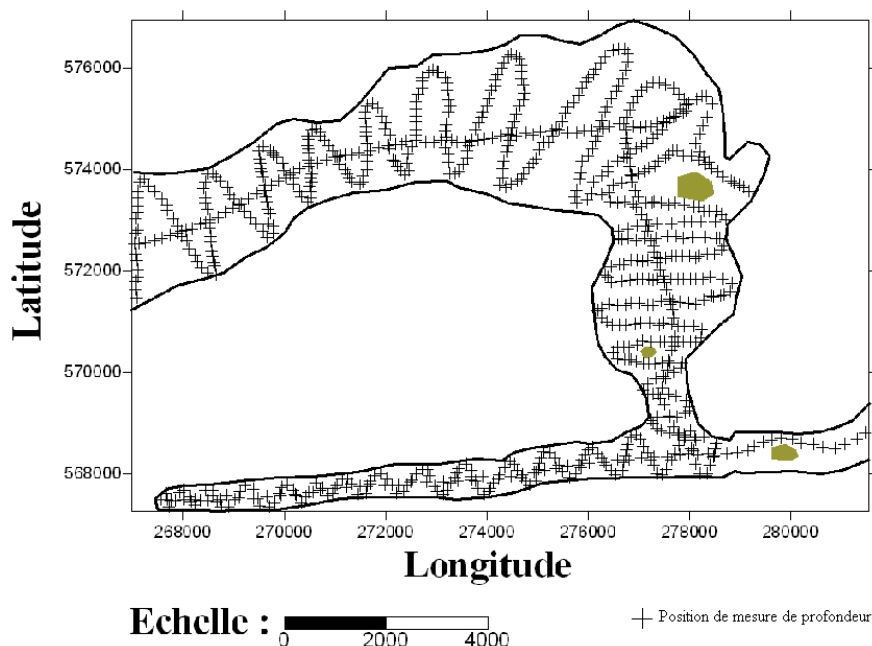


Fig. 2. Parcours suivi lors des mesures des profondeurs de la lagune Tagba

Après l'élaboration des cartes bathymétriques (en 2D et 3D), nous avons tracé des profils bathymétriques. Un profil bathymétrique est obtenu à partir d'une radiale ou trait de coupe réalisée sur la carte bathymétrique. Les radiales ont été réalisées en fonction de la morphologie de la lagune.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARTE BATHYMETRIQUE

La carte bathymétrique (figure 3) de la lagune Tagba présente des courbes de niveau avec une équidistance de - 0,5 m. Les isobathes vont de 0 à - 6 m. Située entre les longitudes 267000 m et 281500 m, la morphologie latérale de la lagune Tagba donne un découpage selon trois sous-unités :

- première sous-unité : elle se localise au Sud de la lagune Tagba, de direction Ouest-Est, proche de la lagune Nyouzoumou en bordure de l'océan Atlantique. Celle-ci s'étend parallèlement à l'océan Atlantique sur une distance de près de 14 km. Cette sous-unité se caractérise par une profondeur moyenne de 1,5 m, avec toutefois des dépressions atteignant 4 m de profondeur. La morphologie est très peu accidentée tout le long de cette sous-unité.
- deuxième sous-unité : elle s'observe suivant l'allongement Sud-Nord de la lagune Tagba. Dans cette partie, la profondeur moyenne est de 2,5 m. Cependant l'on peut observer des dépressions de l'ordre de 4,5 m de profondeur. Cette partie présente également des hauts-fonds dont les profondeurs varient entre 0 et 0,5 m. La morphologie de cette partie est accidentée eu égard à la succession des dépressions et des hauts-fonds.
- troisième sous-unité : c'est la partie Nord de la lagune Tagba d'allongement latéral selon la direction Ouest-Est, adjacente à la lagune Mackey. La profondeur moyenne est de 4 m dans cette sous-unité. Cette partie se caractérise par des profondeurs atteignant 6,5 m. Celles-ci représentent les profondeurs les plus élevées et se localisent dans la partie occidentale de cette sous-unité. A l'Est, celle-ci présente des hauts fonds de 0,5 m de profondeur. La morphologie présente des accidents dans la partie occidentale de cette sous-unité.

En somme, nous constatons grâce à la carte bathymétrique que les profondeurs moyennes de la lagune Tagba sont de 3 m avec des dépressions pouvant atteindre 6,5 m de profondeur et des hauts-fonds de l'ordre de 0,5 m de profondeur. Les zones plus profondes se localisent au niveau de trois endroits : (i) : en amont de la lagune, près de l'embouchure du fleuve Bandama ; (ii) : dans l'allongement Nord-Sud de la lagune, à environ 2 Km au Nord de l'île Ahozo et (iii) : et également au niveau du bras de la lagune qui s'étend vers la lagune Mackey.

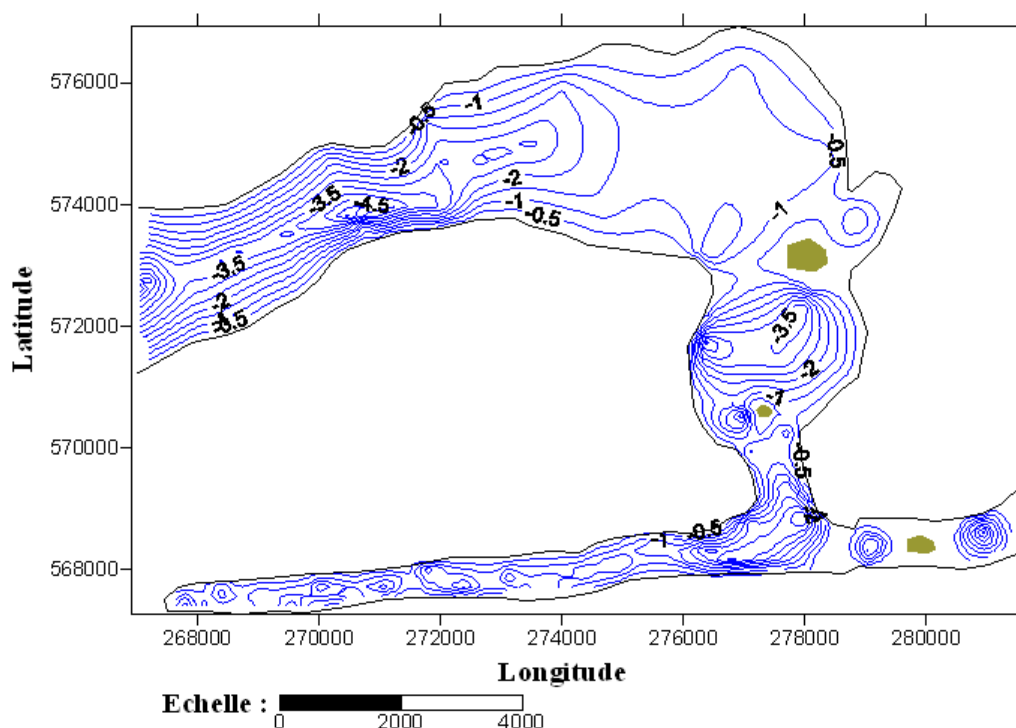


Fig. 3. Carte bathymétrique de la lagune Tagba

Le modèle numérique d'élévation ci-dessous (figure 4) donne une vue en trois dimension de la morphologie des chenaux de la lagune Tagba. On distingue nettement des zones de coloration orangée qui indiquent des dépressions. Celles-ci s'observent au Nord de la lagune Tagba en allant vers la lagune Mackey entre les longitudes 267 000 m et 275 000 m, au centre de la lagune entre les longitudes 278 000 m et 279 000 m et enfin au Sud près de l'embouchure du fleuve Bandama entre les longitudes 277 500 m et 279 000 m. A côté de ces dépressions, la lagune présente des zones de très faibles profondeurs matérialisées par une coloration bleutée. De cette figure, se dégagent les unités bathymétriques suivantes :

- une zone de dépressions matérialisées par une coloration orangée dans les parties Nord-ouest, centre et Sud de la lagune Tagba.
- une zone très peu profonde (coloration bleutée), dans les parties Nord-est, et Sud-ouest de la lagune Tagba.

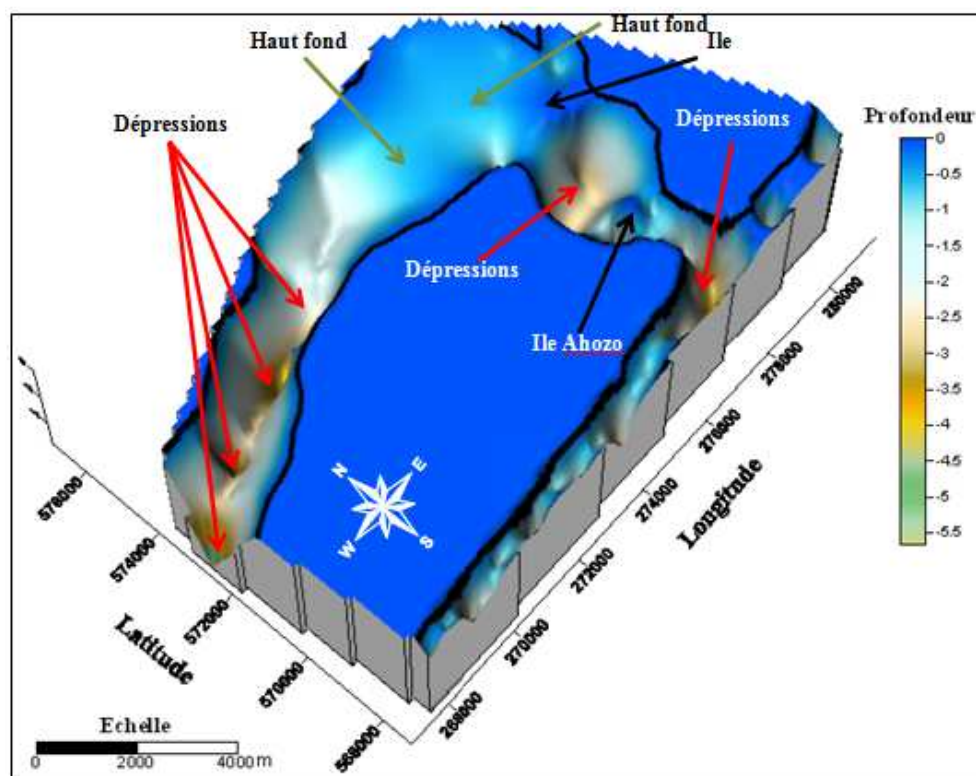


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation du fond de la lagune Tagba

3.2 PROFILS BATHYMETRIQUES

Le titre doit être concis et informatif. La configuration des chenaux de la lagune Tagba a été décrite grâce à la réalisation de profils bathymétriques qui ont permis de caractériser la morphologie des chenaux de la lagune Tagba. Ainsi, sur l'ensemble de la lagune Tagba, trois chenaux sont nettement identifiés. Ce sont des chenaux en «V» à concavité en forme de pic, des chenaux en «U» à concavité plate et des chenaux intermédiaires avec une double pente sur l'un de ses flancs.

- **Profils de type 1 : chenaux à concavité en «V» (Radiales R10 et R11)**

La concavité de ce type est en forme de «V». Au niveau de la lagune Tagba ce type concerne les radiales R10 et R11 situées respectivement entre les longitudes 575000 m et 573000 m et les longitudes 574000 m et 571500 m (figure 5). La profondeur maximale est de 5 m pour R10 et de 4 m pour R11. Les pentes sont faibles sur tous les flancs (0,6 % en moyenne). Ces chenaux ayant une telle forme «V» résultent d'un processus d'érosion [5]. Son action accentue les dénivellations [4]. La lithologie est aussi un facteur explicatif de ce type de relief, car dérivant de la plus ou moins grande résistance des roches telles qu'elles se présentent dans le relief. Dans le cas de la lagune Tagba, nous nous trouvons dans le bassin sédimentaire Ivoirien.

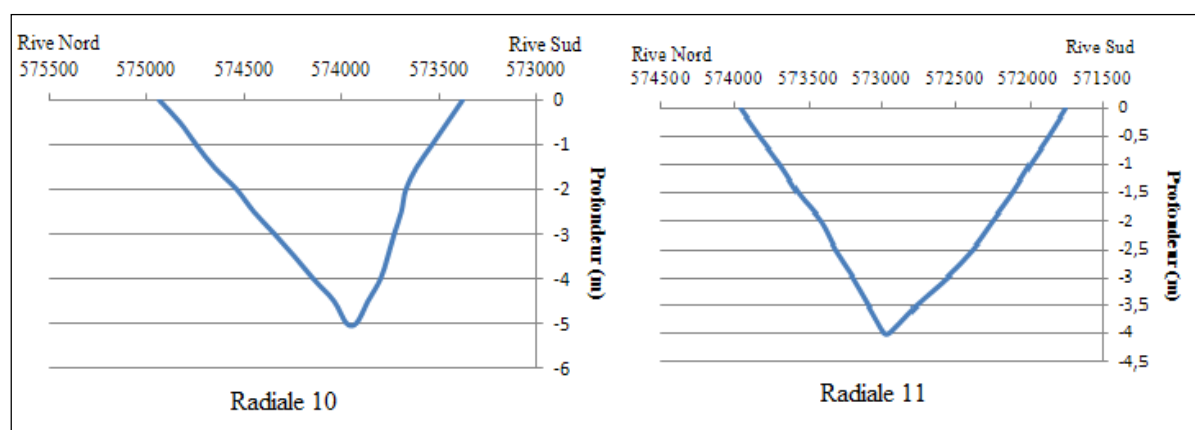


Fig. 5. Profils bathymétriques des chenaux en «V» de la lagune Tagba

- **Profils de type 2 : chenaux à concavité en «U» (Radiales R5, R8 et R9)**

Ce type a une concavité évasée et plate : en forme de «U». Sur l'ensemble de ces radiales la profondeur maximale est de 2 m (figure 6). Les pentes sont faibles sur les flancs des profils (1 % environ). Les chenaux ayant un profil en «V» se transforment progressivement sous l'effet de phénomènes de transport-dépôt pour adopter un profil définitif en «U» [5]. Le profil en «U» est donc un profil d'équilibre d'action entre les agents d'accumulation et les agents d'érosion [4]. Nous dirons que ces profils sont à leur équilibre. Cependant, une nouvelle action érosive peut reprendre et recommencer le travail de creusement. On dit que cette action est cyclique. Aussi parle-t-on parfois de forme cyclique, ce qui signifie ; « attribuable à l'action de cycles d'érosion » [4].

- **Profils de type 3 : chenaux intermédiaires (Radiales R2, R4, R6 et R7)**

Du point de vue morphologique, ces profils pourraient être considérés comme des profils transitoires, c'est-à-dire n'ayant pas encore atteint leur forme d'équilibre qui est la forme «U» (figure 7). Au niveau de ce type de profils, les profondeurs maximales sont de l'ordre de 3,5 à 4,5 m. Ce type se caractérise par une double inflexion sur l'un des flancs. Pour ce type également les pentes des flancs sont en générales faibles variant entre 0,2 et 1,8 %. L'action des agents d'accumulation et celle des agents d'érosion ne sont pas en équilibres. Les agents d'érosion ont une action plus intense que celle des agents d'accumulation [4]. Ils permettent de suivre et de comprendre le processus d'évolution d'un profil d'érosion qui se caractérise par le passage du profil «V» au profil «U».

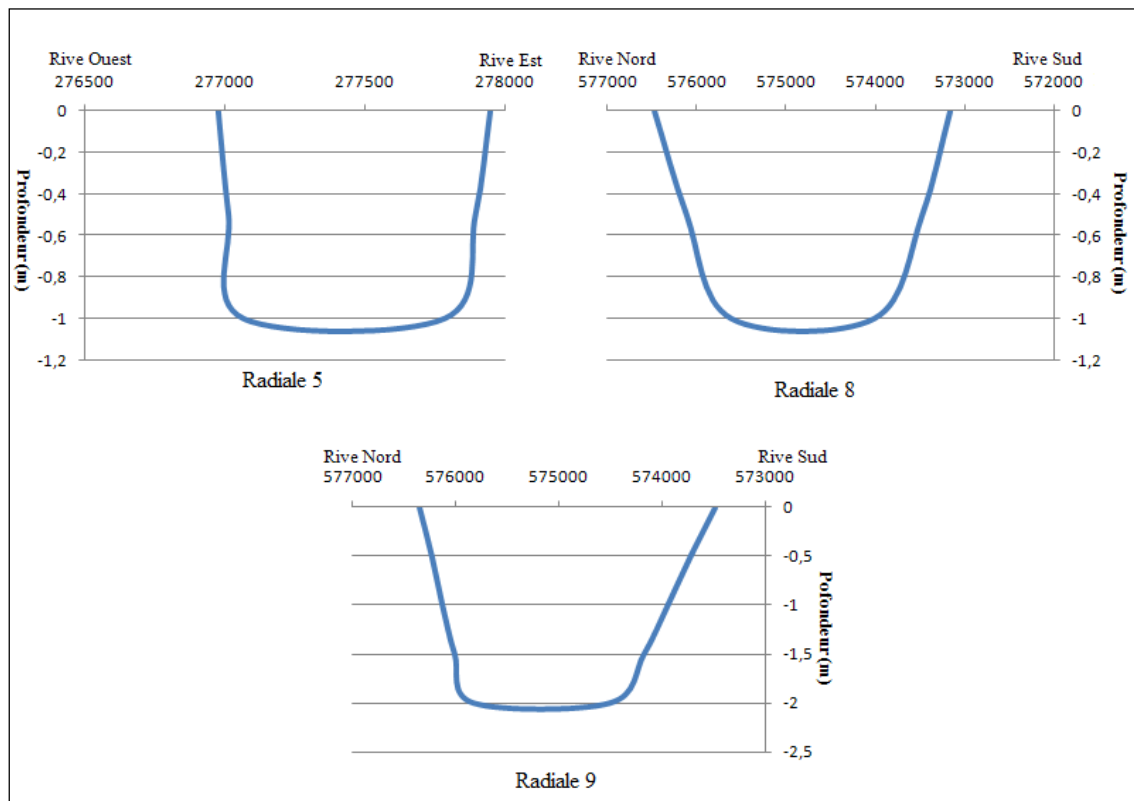


Fig. 6. Profils bathymétriques des chenaux en « U » de la lagune Tagba

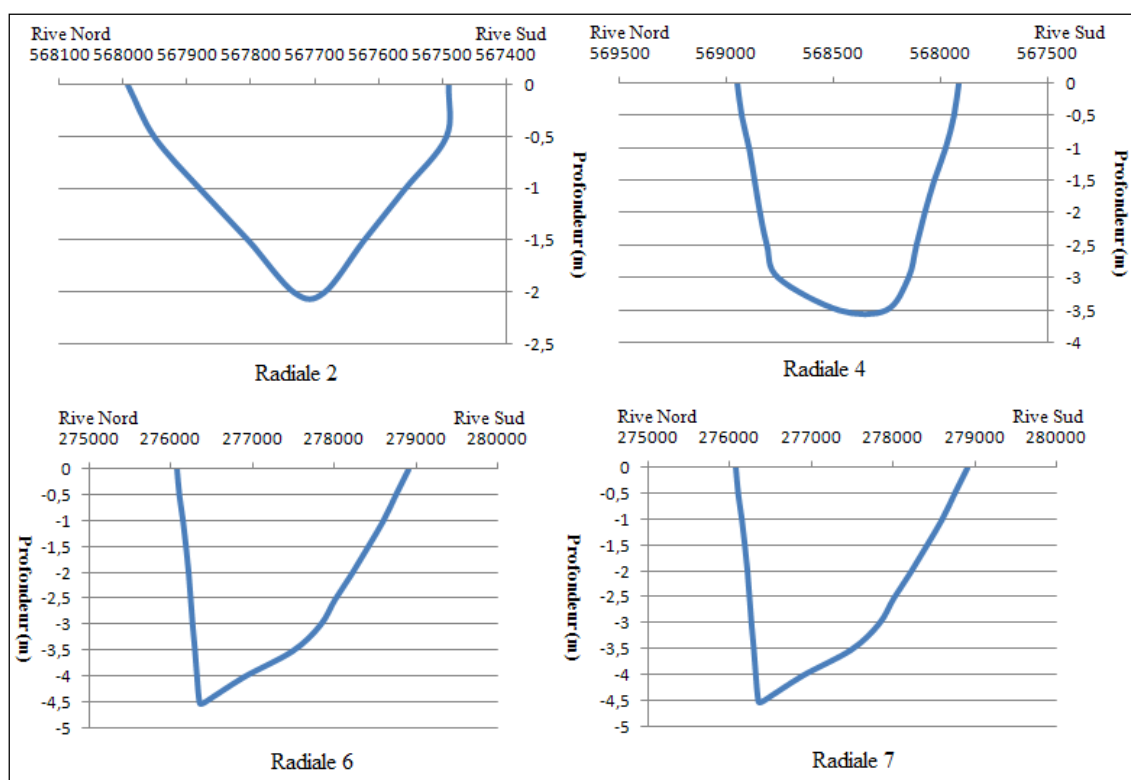


Fig. 7. Profils bathymétriques des chenaux intermédiaires de la lagune Tagba

Les profondeurs obtenues, font apparaître que la lagune Tagba est un milieu peu profond avec une profondeur moyenne de 3 m. Outre cette moyenne, il existe des dépressions dont les cotes atteignent parfois 6 m de profondeur. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par [6]. En effet, ces auteurs mesurèrent également une moyenne de 3 m profondeur au niveau de l'embouchure du fleuve Bandama. Des résultats similaires ont été obtenus par [7], qui indiquent une variation de profondeur aux environs de l'embouchure de 0 à 6,5 m. Les hauts fonds sont également observés. Sur l'ensemble de la lagune Tagba, ils sont largement présents avec une profondeur de 0,5 m en moyenne. Selon [7], les variations de morphologie dans le Sud de l'estuaire font apparaître des hauts fonds à 0,4 m. Ceux-ci sont souvent visibles à la faveur des périodes d'étiages du fleuve Bandama. Les chenaux à concavité en « V », issus de l'action d'agents (dans notre cas : eau courante) d'érosion [5] sont observés au niveau de lagune Tagba. Ce processus d'érosion a été également observé par [6]. En effet, l'auteur constate que les vases qui jadis tapissaient les hauts fonds ont été emportées par les courants de marée pour laisser apparaître les sables.

4 CONCLUSION

L'étude réalisée sur la lagune Tagba a révélé que la lagune dans son ensemble est un milieu peu profond (3 m de profondeur en moyenne). En outre, l'on observe quelques hauts fonds (profondeur autour de 0,5 m) et des dépressions (profondeur de l'ordre de 6 m). Trois types de chenaux mis en évidence sont : les chenaux en « U », en « V » et intermédiaires. Les pentes au niveau de chaque flanc des profils bathymétriques sont tous faibles. Ces profils sont contrôlés par l'action des courants fluviaux et de marée.

REFERENCES

- [1] R. Laë, "Premières observations sur la pêche en lagune de Grand-Lahou", Mém. Dea d'océanographie, Brest, pp. 30, 1982.
- [2] J. R Durand et M. Skubich, "Les lagunes ivoiriennes". Aquaculture, vol. 27, no. 3, pp.211-250, 1982.
- [3] J. Abe, Etude comparative de la dynamique sédimentaire aux embouchures des fleuves du littoral ivoirien. Proc. Int. Conf « coastal change » Bordomer-I0C Bordeaux pp.347-363, 1995.
- [4] M. Durruau, Précis de géomorphologie, Édit. Masson et Cie, Paris, France, 1^{er} trim. 1962, 391p, 1962.
- [5] K. Aka, La sédimentation quaternaire sur la marge de la Côte d'Ivoire : Essai de modélisation. Thèse doc. État ès sc. Nat. Univ. Abidjan Cocody no. 146, 320p, 1991.
- [6] J. Abe, S. Bakayoko, S. B. Bamba and K. P. Koffi, Morphologie et hydrodynamique a l'embouchure du fleuve Bandama. Jour. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan Vol. 2, no. 2, Décembre 1993, pp 9-24, 1993.
- [7] V. Wognin, S. Monde, A. Coulibaly, K. L. Kouassi, L. Adopo, K. Affian and K. Aka, Waters Model Circulation in the Estuary of Bandaman. Rivers Flows and Tide Condition's Incidence. European Journal of Scientific Research, Vol. 19, no. 2, pp. 304-314, 2008.

Le système politique et la corruption dans un contexte de l'administration publique et privée à Bukavu, RD Congo: entre tendances et évolutions

Christian LIBAKU MATERANYA

Assistant à l'Université du Cinquantenaire de Lwiro (Sud-Kivu),
Secrétaire Académique de l'Ecole de Criminologie/Uni-50/Lwiro, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: La RDC est depuis plusieurs décennies confrontée à multiples problèmes liés à la corruption dans tous les secteurs de la vie sociale. La corruption en RDC, n'est plus le fait de la simple conjoncture et donc une des stratégies de survie, un fait isolé ou abus singulier mais une structure, un dispositif ou une bureaucratie du gain facile qu'il importe de mettre à jour. Nous voulons contribuer à la compréhension du niveau de criminalisation et de l'indice de perception de la corruption dans l'Administration publique et privée à Bukavu. Plusieurs mobiles mis en exergue du fait que cette étude fait preuve de l'existence des plusieurs pratiques corruptionnelles vécues dans l'Administration publique à Bukavu. Dans cette dernière, plusieurs formes de corruption s'étoffent et tendent à favoriser une catégorie des couches sociales au détriment d'une autre. Scientifiquement, cette étude étoffe des nouvelles connaissances en rapport avec la compréhension de la corruption. Socialement cette recherche est un outil de conscientisation des gouvernants, des gouvernés pour le développement de la RD Congo. Pratiquement, la conscience professionnelle naît de cette recherche et assure les générations futures. Des questions relatives au problème posé : Comment comprendre les manifestations, les causes, les conséquences de la corruption dans l'administration publique à Bukavu ? Comment prévenir la corruption dans l'administration publique, comment la combattre, la réprimer et quels en sont les mécanismes d'éradication progressive ? Quelles pistes de solutions préconiser pour que la gestion de la corruption soit efficace ?

Méthodologie et techniques proposées :

- La descente sur le terrain : 200 agents responsables des services publics, tels que : la mairie, le gouvernorat, l'Assemblée provinciale, la DGDA, la DGI, IPP la Police l'ONEM, l'INPP, l'INSS, OGEFREM, l'ONATRA, ONT, REGIDESO, RVM, RVA, la SNEL, la SONAS, DPS, DFP.
- La technique d'observation désengagée,
- L'entretien semi directif,
- La technique d'échantillonnage à boule de neige,
- La technique documentaire.

KEYWORDS: système politique, corruption, administration publique et privée, Bukavu, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'objet de notre recherche est de démontrer que la corruption au sein de l'Administration publique à Bukavu, en République Démocratique du Congo, n'est plus le fait de la simple conjoncture et donc une des stratégies de survie, un fait isolé ou abus singulier mais une structure, un dispositif ou une bureaucratie du gain facile qu'il importe de mettre à jour.

De plus cet objet nous amène à étudier l'indice de perception de la corruption dans l'Administration publique, privée, comme moyen pouvant aider le système politique à faire face à ce fléau. D'une manière très essentielle, ce travail peut aussi analyser et aider à comprendre le niveau de criminalisation de la corruption dans l'Administration publique à Bukavu par rapport à la quotidienneté dans le système politique, dans le reste du secteur public, privé, en rapport au vécu quotidien de la population longtemps gangrené par la corruption.

La recherche a été dictée par plusieurs mobiles, compte tenu du fait que cette étude fait preuve de l'analyse des différentes pratiques corruptionnelles vécues dans l'Administration publique à Bukavu, en vue d'en déduire un éventail assez large pour une typologie commode.

Pour NGASHA, M. 1997 : 20, le choix du sujet est conditionné par plusieurs facteurs dont l'éducation reçue de la famille, les motivations personnelles, les renseignements reçus pendant les études menées et le degré d'avancement, de la discipline dont relève l'étude menée.

Il va de soi que le choix dicté à ce sujet se justifie en amont par le fait que c'est dans l'Administration publique congolaise particulièrement, que différentes formes de corruption s'étoffent ça et là et tendent à favoriser une catégorie des couches sociales au détriment d'une autre. L'appréhension qu'ont les institutions publiques de par la corruption peut nous aider véritablement dans le sens qu'elle nous situe, et nous permet de faire une contribution scientifique en aval, pour mettre en relief les caractéristiques de l'Administration publique à Bukavu afin que la communauté savante ait une notion sur le cachet de la corruption dans l'Administration publique à Bukavu et dans tous les secteurs de la vie sociale.

C'est dans le même angle d'idées que présenter la corruption dans l'Administration publique conduit à faire montre des répercussions de ladite corruption sur la vie des institutions sociales, sur la vie des individus dans la société Rd Congolaise en général.

Au niveau scientifique ou théorique, cette étude constitue un instrument basé sur un certain nombre des données empiriques articulées sur la problématique de la corruption dans l'Administration publique à Bukavu.

De ce fait, elle veut contribuer aux nouvelles connaissances théoriques orientées dans le domaine de la sociologie politique. C'est ainsi que toutes les connaissances puisées dans ce domaine, aideront pratiquement d'autres chercheurs à se retrouver face à un fléau que d'aucuns ne semblent maîtriser actuellement. Lequel fléau fonctionne au détriment de la connaissance, de la compétence et met à terre tous les niveaux requis pour la survie de l'Etat.

Au niveau social, ce travail est un outil de conscientisation des autorités congolaises, vis-à-vis de leurs sujets, de gouvernants face aux gouvernés, que la corruption enfreint sur le développement de la RD Congo en général et de l'Administration publique de la ville de Bukavu en particulier. Pour prétendre à un changement radical dans le réseau de l'Administration publique à Bukavu, il est impérieux que chacun de nous partout où il est, fasse de lui un agent de lutte contre la corruption considérée comme étant un mal pernicieux qui défavorise nos intérêts avec franchise.

Au niveau pratique, cette étude vient aider les autorités politico-administratives à bien assumer leurs rôles de dirigeants et de maintenir les positions en faveur de la lutte contre la corruption qui dévaste l'avenir des générations vivantes et futures à la fois. Voilà qu'en nageant profondément dans ces idées, notre étude amorce une étape très importante d'assainissement des idées de chacun des citoyens de la ville de Bukavu par la recherche menée sur le terrain. On peut toutefois tenter d'expliquer la situation de dysfonction, de fonction, de crise, d'aliénation et de stagnation de la corruption en tant que système de freinage au développement de l'administration publique dans la ville de Bukavu. Cette façon de voir les choses nous amène à préparer des réponses à toute question qui peut intéresser ce contexte d'étude tout à fait complexe.

2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Ce travail se propose comme objectif de démontrer les différentes difficultés liées à la corruption dans l'administration publique à Bukavu, de les mettre à jour et aussi décrire les mécanismes préventifs de la corruption en termes de réponse à la problématique posée. Examiner les différents rapports qui se tissent dans la plupart des institutions publiques grâce à la corruption et déterminer le niveau de conception et de perception qu'on a des systèmes politiques face à elle.

3 SUJET

Le système politique et la corruption dans un contexte de l'administration publique et privée à Bukavu, RD Congo : entre tendances et évolutions.

4 PROBLÈME

Notre entendement se résume en termes de la problématique sur les manifestations de la corruption au sein de l'administration publique en RD Congo et dans la ville de Bukavu en particulier. Ces différentes manifestations se résument en blanchiment de l'argent, en pot-de-vin, en fraude, les causes, les acteurs, les formes de la corruption, les modes

opératoires, les manifestations ainsi que les conséquences de la corruption. Aussi l'impact positif ou négatif manifeste de cette pratique sur la vie sociale des individus.

P. PEAN 1998 :13, dans son étude sur la corruption et le sous développement, met l'accent sur la situation générale de la circulation de l'argent noir dans le secteur public. Il a essayé d'explicitier les variantes de la corruption notamment les « pots de vin », les commissions et les « bakchich », qui continuent leur parcours discret. En plus, l'auteur démontre la gravité des conséquences de la corruption que seule la morale privée ne reprouverait.

Pour des nombreux pays, parmi les plus démunis, la corruption est un véritable drame : elle ronge les cadres dirigeants, elle ruine les ressorts du peuple, elle détourne vers divers paradis fiscaux des ressources indispensables. Bref, elle appauvrit encore les plus pauvres. A sa manière, sans complaisance, Pierre ouvre les portes de « l'argent noir ». Son enquête dévoile ces pratiques au Nord comme au Sud sans proposer et sans critiquer les mécanismes, stratégies et politiques de lutte contre ce fléau ; mais aussi son analyse ne devrait pas s'appuyer seulement sur le niveau de la moralité corruptive.

Pour K. Robert, la corruption peut s'étudier au niveau local. Il se penche sur les cas de Hong-Kong, de la Paz et de New York où la prévoyance de la corruption permettrait d'accroître les revenus, d'améliorer les services municipaux, de stimuler la confiance et la participation de citoyens et de gagner les élections. De toutes les analyses évoquées par Klitgaard, il se fait voir que ses investigations n'épuisent pas toute la thématique et n'incarnent pas les réalités proprement africaines moins encore congolaises par rapport à sa culture, aux mentalités et à la conjoncture sociopolitique qu'économique du moment et qui est fortement marquée par la crise dans le secteur de l'administration publique.

T. MAURICE, 2007 : 12, dans ses réflexions sur la corruption dans l'administration publique congolaise, présente une approche dimensionnelle partant de la corruption survie à la privatisation informelle de l'Etat. Il démontre comment la corruption au sein de l'administration publique congolaise n'est pas le fait d'une simple conjoncture, mais plutôt une structure, un dispositif ou une bureaucratie du gain facile ou de l'enrichissement sans cause qui procéderait à l'exploitation des postes bureaucratiques, de leur domestication, de leur marchandisation et donc de leur privatisation informelle.

Dans son étude, l'auteur se limite ainsi à expliquer comment l'administration publique congolaise secrète des actes de corruption dans leurs formes, leurs modes opératoires, leurs emprunts sémiologiques et leurs causes. C'est dans cette optique que Giorgio BLUNDO et J.P. OLIVIER de SARDAN, 2002, décrivent les formes de corruption observées en Afrique de l'Ouest. Il s'agit de la commission, la gratification, le piston ou la faveur ou encore le népotisme, la rétribution induite d'un service public (privatisation de la fonction), le tribut ou le « péage », la perruque et le détournement. Ces formes de corruption s'insèrent le plus souvent dans diverses stratégies à moyen ou à long terme que partagent les fonctionnaires et usagers en constituant des relations pérennes, les dons, de cadeaux anticipateurs sous forme d'investissements, la solidarité dans les pratiques corruptrices, la manipulation des registres normatifs et réglementaires, et les stratégies discursives qui regorgent la sémiologie populaire.

Sans évoquer les moyens et mécanismes de lutte contre ce fléau, les auteurs affirment que la gestion routière au sein de l'administration et services publics favorise les pratiques de la corruption d'où l'enchâssement des pratiques corruptrices dans les pratiques administratives.

Nous avons l'insigne devoir de remarquer que ces travaux n'épuisent pas toute la thématique, le champ d'étude reste de ce fait vaste, on peut parler de la corruption au sein de l'administration publique à Bukavu tout en envisageant les moyens et mécanismes préventifs ou de lutte contre elle ou mis en place pour son éradication progressive. Mais pour y parvenir nous devons avoir à l'esprit que dans un univers social ou professionnel donné, les acteurs peuvent adopter une moralité situationnelle, en accord avec les objectifs et les critères d'interprétation informels communs à leur univers d'appartenance.

Le plus souvent, ils ne méconnaîtront pas le caractère illégal ou amoral de telles actions ; tout simplement, ils décideront de l'ignorer ou de le sous-estimer. Ces abus ont atteint un tel niveau de « normalité » que la corruption paraît normale, elle est devenue le comportement toléré.

En définitive, ce qui s'observe dans l'administration publique congolaise et particulièrement dans l'administration publique à Bukavu, est un ensemble des morceaux du réel social formé aussi bien de la corruption, de la concussion, de la mendicité, de l'escroquerie, du rançonnement, du racket, du détournement, etc.

D'une manière empirique, ces actes forment une unité factuelle à cause de leur enchâssement et de leur conjonction alternative. En réalité, la relation corruptrice se décline sous plusieurs formes, qui se situent schématiquement dans un continuum allant de l'extorsion (le fait d'imposer un « péage » informel à tout usager...) à des transactions mutuellement favorables prenant tantôt la forme des commissions, tantôt des gratifications, tantôt d'échange de faveurs) en passant par des formes d'accaparement personnel des biens publics, comme les classiques, le détournement des fonds, etc.

Autrement dit, à l'instar de toute organisation, la nébuleuse de la corruption n'est jamais ni structurellement stable, ni stratégiquement achevée. Car, quoi qu'il en soit, l'univers de corruption demeure labile et clivé des conflits. Ces clivages sont plus ou moins insérés dans des logiques d'intérêts personnels et cristallisés par toutes formes de représentations qui oscille entre l'indifférence administrative, les logiques de réseau et les logiques personnelles.

C'est ainsi que pour agencer ces idées nous nous référons d'abord à QUIVY R., et CAMPENHOUDT L.V. 1995 :186, qui pensent que la problématique est une approche, une perspective théorique qu'on décide d'adopter pour traiter les problèmes posés par la question de départ. Elle est une manière d'interroger les phénomènes étudiés.

En effet, les pratiques de la corruption dans l'administration publique à Bukavu face aux systèmes politiques sont un phénomène universel. Ces pratiques sont si répandues au point qu'elles menacent de saper la structure même de la société. Il est des pays où l'on n'obtient rien sans graisser la patte à quelqu'un ou octroyer un avantage personnel en violant ainsi les règles émises contre certains comportements personnels.

En Afrique Centrale, et plus particulièrement en RDC et surtout à Bukavu, l'on ne cesse de crier la corruption dans les institutions publiques empêchant le pouvoir public ou l'Etat à mobiliser les ressources nationales et les redistribuer pour ainsi couvrir les charges publiques. C'est la situation que souligne GBABENDU ENGUNDUKA et EFOLO NGOBAASU » dans leur ouvrage « *volonté de changement au Zaïre* ». Dans leur étude, ils estiment que ces magouilles relèvent de l'irresponsabilité de certains animateurs même de la classe politique au sujet de détournements des fonds publics.

L'on remarque l'existence d'une corruption systématique dans l'administration publique congolaise ayant acquis de pseudonymes suivant : « Bougez la poche », « solola bien », débrouillez-vous pour vivre : art. 15 », etc. Les Congolais ne cessent de clamer haut et fort que les recrutements, les nominations, les affectations, les promotions, l'accès à l'emploi, etc. ne tiennent pas compte des principes objectifs mais des avantages que ce poste offre ont de toutes autres formes de solidarité sociale au point que la corruption est devenue le réseau exploité ou même dit-on « le passage obligé ».

Nous ne pouvons pas nous limiter seulement à circonscrire la pratique de la corruption dans l'administration publique à Bukavu, nous pouvons aussi chercher à comprendre sa privatisation ainsi que les circonstances qui favorisent la perpétuation de ce fléau.

Au Sud-Kivu en particulier, le phénomène de corruption se manifeste dans différents services de l'Etat. Les usagers enquêtés ne cessent de décrier les multiples tracasseries, exactions des agents de l'Etat dont ils sont victimes.

C'est le cas de la multitude des taxes aux douanes, ports, aéroports, aux petits et grands marchés, aux parkings et autres services et lieux publics. Ce qui augmente les tentatives de corruption dans le chef de l'utilisateur qui cherche à tout prix, à minimiser les dépenses. C'est aussi le cas de l'audace des magouilles observées dans la circulation routière entre policiers de roulage et usagers de la route notamment les transporteurs, les taximen, les motards, etc.

Ces derniers expliquent qu'il est rare de traverser un poste de contrôle sans laisser « quelque chose » aux policiers de roulage y affectés. Souvent, c'est une somme allant de 500FC à 5000FC octroyée et cela dépendamment de la gravité de la contravention routière et partant de ceci, l'on constate que cet argent est donné sans une contrepartie en termes de quittance. Les policiers de roulage par moment appliquent la loi du bon sens. Le montant qui vient en tête c'est celui qui est exigé. Aucun texte ne réglemente ces diverses facturations.

Quand on s'adresse à ces policiers de roulage, ils expliquent à leur tour, que ce sont des chauffeurs de véhicules non en règle qui leur proposent un « sucré », « chupa », pour échapper à la sanction.

Disons que certains d'entre ces policiers de Roulage se contentent de se couvrir par l'adage disant que : « qui travaille à l'hôtel mange à l'hôtel » et/ou celle qui préconise que la chèvre broute là où elle est attachée ; les autres justifient cela par l'irrégularité et l'insuffisance de salaires leurs accordés. D'autres cas relatifs à la corruption s'observent dans les institutions publiques de la province du Sud-Kivu.

Ces institutions publiques sur lesquelles nous avons enquêté sont entre autres : la mairie de Bukavu, Gouvernorat de province, Assemblée provinciale, Parquet de Grande Instance de Bukavu, Prison Centrale, Police Nationale Congolaise, la DGI, l'OCC, l'OGEFREM, l'ONC, OFIDA, INSS, INPP, Office de Routes, REGIDESO, SNEL, SONAS, DGRAD, Division de Transport et Communication, ONEM, ONATRA, etc.

Pour le cas de la Mairie de Bukavu, on remarque des « arrangements » qui se passent entre les contrôleurs et les taxateurs, journaliers du service urbain œuvrant dans le marché de Kadutu (gérance marché) et qui partagent la moitié des recettes réalisées afin que le contrôleur revoie en baisse son rapport. Cela leur est possible car ils perçoivent sur certains étalages sans délivrer la quittance (vignette).

Des pratiques corruptives sont aussi légion dans le secteur judiciaire. L'on assiste aussi aux affaires sans suite aux procès longs, aux jugements et arrêts non exécutés etc, ces jugements sont par moment poussés à des dates ultérieurs sans même un motif valable.

Or, il existe bien sûr certains mécanismes publics, certaines mesures publiques de lutte contre la corruption à différentes instances des pouvoirs publics.

C'est le cas du décret n°117/2002 du 29 août 2002 portant nomination des membres de la commission de lutte contre la corruption et la fraude ; le séminaire atelier de lutte contre la corruption et le blanchissement de l'argent sale organisé par le Ministère du plan en date du 27 au 28 août et du 06 au 09 septembre 2002. La création de la commission d'Ethique et de lutte contre la corruption à l'issue du Dialogue Inter Congolais en avril 2003 ; la conférence internationale sur les institutions financières et les pratiques de la corruption en RDC clôturée ce 22/07/2008 à Kinshasa, la considération de la corruption en droit congolais comme étant une infraction et sanctionnée par l'article 147 du code pénal, livre II, l'existence du code de conduite de l'argent public, spécialement en ses articles 17 et 18, en ce qui concerne la corruption.

5 CONTEXTE DE RECHERCHE

Le contexte de notre recherche tient compte de des difficultés dans lesquelles la population Bukavienne vit à cause de la corruption présente dans tous les secteurs de la vie sociale. En cherchant à comprendre la corruption, dans cette partie de la RDC, il arrive parfois que l'on s'attire des ennuis voire même, des conflits susceptibles d'ébranler le tissu social. Ceci étant, bien que le terrain sur lequel nous nous sommes lancé soit glissant, aborder une thématique du genre, contribuerait à mettre sur pieds des mécanismes de lutte contre la corruption dans les secteurs publics et privés, et serait l'unique moyen d'interpeller les volontés étatiques à prendre l'affaire dans les mains et afin que la génération future ne puisse hériter cette façon actuelle de gérer.

6 QUESTIONS FONDAMENTALES DE LA RECHERCHE

En dépit de l'existence de toutes les mesures et institutions (commissions), la corruption continue à ronger l'ensemble de l'administration publique à Bukavu en République Démocratique du Congo.

Elle va parfois jusqu'à menacer la paix par des ventes illicites d'armes sous embargo. Elle achète tout : les témoins, les experts, les juges, les magistrats, les avocats, les voix des électeurs et ouvre la porte à la violation des droits de l'homme.

Lorsque cette corruption dans l'administration publique à Bukavu s'érige en système, les réseaux qui maîtrisent le système et en bénéficient ne reculent devant rien pour le préserver. Leurs intimidations vont jusqu'aux menaces physiques. Si ces réseaux s'établissent en marge du pouvoir légal, ils s'imposent en faisant régner leur ordre dans des zones qui échappent à ce pouvoir. La corruption fait déjà en matière économique et politique sentir ses effets très inégalement selon qu'il s'agit de la vie personnelle, de la vie institutionnelle que des valeurs sociétales. Tenant compte de tout ce qui vient d'être dit et considérant l'ampleur que revêt ce fléau, il est impérieux de porter un regard perspicace sur les mécanismes définis et mis en place dans la lutte contre la corruption, mais aussi sur ses manifestations les plus régulières dans l'administration publique à Bukavu. Ainsi, en vue de présenter les résultats de cette recherche dans cet article, il est important de cerner et centraliser donc notre problématique autour des questions suivantes :

- Comment comprendre les manifestations de la corruption et quelles sont les formes, les causes, les acteurs, ainsi que les conséquences de la corruption dans l'administration publique à Bukavu ?
- Quelle est l'influence de la corruption sur le climat des affaires, sur la vie politique, sur la vie personnelle et familiale selon le revenu, sur la vie éducative, sur la culture et les valeurs de la société à Bukavu ?
- Comment mobiliser les moyens de prévention de la corruption dans l'administration publique, comment la combattre, la réprimer et quels en sont les mécanismes d'éradication progressive ?
- Quelles pistes de solutions préconiser pour que la gestion de la corruption soit efficace ?

7 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Pour aboutir aux résultats scientifiques acceptables, nous avons fait recours à plusieurs méthodes mais, mais il faut souligner que la méthode systématique de Niklas Luhmann utilisée sous les approches historico-comparative et systémiques a aussi marqué notre attention.

Pour Pierre NAVILLE, le terme d'approche dérive du mot anglais « approche » qui désigne un point de vue, une optique, une façon de voir. C'est dans ces termes de NAVILLE que nous employons le concept d'approche. Dans les années soixante, on a vu se constituer aux USA, une science politique centrée autour de l'analyse systémique du politique. Partant du système politique face à l'administration publique, une conception du politique reposant sur les sciences exactes et, en particulier sur la théorie générale des systèmes ainsi que sur la cybernétique, a été élaborée aussi bien par Karl Deutsch que David Easton.

Pour le premier, les systèmes politiques sont tous confrontés à des difficultés techniques dans la gestion de leur développement ; le gouvernement apparaît comme un exercice de pilotage analogue d'un navire, les autorités prévoyant le plus longtemps à l'avance des demandes qui leur seront transmises. Dans le cadre de notre travail nous allons nous intéresser surtout au système politique, et au système administratif que David Easton définit comme l'ensemble des personnes morales publiques, ou territoriales et des administrations techniques spécialisées, considérées comme éléments ou comme sous-système logiquement et rationnellement connectés les uns aux autres, du sommet stratégique au centre principal. Nous devons souligner que la mission principale de tout système administratif c'est de réaliser l'intérêt général, autrement dit le bien être collectif. L'Etat doit garantir que chaque citoyen obtienne sa part à la richesse nationale. Il faut qu'il y ait un mécanisme et le mécanisme de base que nous présente Easton c'est le gouvernement d'où pour nous le système politique.

Le recours à l'approche historico-comparative s'explique par la genèse de l'administration publique de la RDC depuis l'époque coloniale à nos jours en esquissant la manière dont la fonction publique avait été gérée. Ce qui nous conduira à adopter une comparaison avec les systèmes administratifs modernes. Le recours à une seule approche ne suffit pas pour donner un sens à différentes orientations tissées dans cet ouvrage. C'est pour cela que pour approfondir des réflexions, les renchéir, on fait aussi recours à l'approche systémique.

En effet, la réalité du système politique face au système administratif doit nous guider à établir une nette comparaison systémique différenciée et la corruption étant une réalité à part et expliquant la partialité de ces différenciations, elle se greffe et garde un caractère dysfonctionnel des institutions publiques composantes du système politique au sein duquel nous nous penchons pour palper du doigt la réalité de la corruption au sein de l'administration publique à Bukavu.

C'est ainsi qu'au-delà de la méthode sus évoquée, nous avons recourus à plusieurs techniques considérées comme des méthodes de collecte des données dans le cadre de notre article. Notre dispositif méthodique a été complété par ces techniques de collecte et de traitement des données. Ces techniques constituent pour nous des véritables outils, instruments à même de nous aider à rassembler les éléments scientifiques sur le terrain que dans des bibliothèques en rapport avec notre argument.

En effet, G. Madeleine : 1978 : 58 définit les techniques comme « des procédés opératoires rigoureux, bien définis, transmissibles, susceptibles d'être appliqués à nouveau dans les mêmes conditions adaptées au service d'une méthode. De ces méthodes et techniques citons :

7.1 LA TECHNIQUE DOCUMENTAIRE

Elle consiste à consulter les documents écrits, les documents chiffrés, les documents officiels et documents privés relatifs à l'objet de la recherche. C'est dans le même angle d'idées que cette technique nous a permis de consulter les mémoires, les articles de revue, les encyclopédies qui se rapporte à notre thème, et donc les données y trouvées nous ont permis de rendre claire les données constituant le corpus théorique du présent article.

7.2 LA TECHNIQUE D'OBSERVATION DÉSENGAGÉE

Elle a été pour nous d'une importance particulière tout au long de nos investigations. Elle nous a permis de récolter sans participer aux activités des acteurs, observés des informations qui se rapportent à la corruption, ses mécanismes, ses stratégies, face au système administratif et politique à la fois en vue d'une rupture épistémologique adéquate.

7.3 L'ENTRETIEN SEMI DIRECTIF

Nous a permis d'engager des communications verbales réciproques avec nos enquêtés, moyennant un questionnaire d'enquête préalablement établi. Les interactions réalisées se déroulaient directement sous forme d'une conversation harmonieuse au cours de laquelle nos enquêtés réagissaient aux questions que nous leur avons posées en leur laissant une marge de liberté pour faire de commentaire.

A l'issue de ces entretiens, différentes raisons ont été évoquées à l'égard de la corruption dans l'administration publique à Bukavu. Ces raisons ont renseigné sur le pourquoi et le comment de l'existence de la corruption dans la ville de Bukavu au

travers son administration et dont le condensé peut se révéler ultérieurement dans les autres domaines. Notons par ailleurs qu'à travers cette technique, les agents des institutions publiques qui s'occupent de l'Administration publique de par leurs services publics, ont fourni leurs impressions par rapport à la corruption et ses attentes dans le chef de la population et des institutions publiques.

Nous nous sommes entretenus avec 200 personnes dont 50 personnes ou agents responsables des services publics, de différentes institutions telles que : la mairie, le gouvernorat, l'Assemblée provinciale, l'OFIDA actuellement DGDA, la DGI, IPP (Inspection Provinciale de la Police), la Police de roulages, l'ONEM, l'Institut National de préparation professionnelle (INPP), l'Institut national de sécurité sociale (INSS), l'office de gestion de fret maritime (OGFREM), office national de transports (ONATRA), Office national de tourisme (ONT), régie de distribution des eaux (REGIDESO), régie des voies maritimes (RVM), la société nationale d'électricité (SNEL), la SONAS, Division Provinciale de la Statistique, Division de la Fonction Publique et autres services publics.

Soulignons qu'à cet effet, le système politique est un circuit comprenant pas mal d'entreprises publiques ou institutions publiques que privées au sein desquelles nous avons mené nos investigations et dont 20 institutions publiques ont été choisies pour nous servir d'expérience à ce sujet et dont aussi 200 agents de services publics employés ont fourni leurs impressions.

7.4 LA TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE À BOULE DE NEIGE

Etant donné que notre enquête ne pouvait pas s'étendre exhaustivement sur toutes les institutions publiques de la place en vue de cerner la réalité de la corruption dans leur administration publique la plus régulière, cette technique nous a été utile en ce sens qu'elle nous a permis de repérer les agents responsables des services publics qui nous ont donné leurs avis favorables face à la corruption à travers leurs administrations.

Cette technique se matérialise en ce sens que les agents enquêtés se sont sentis intéressés de répondre de manière satisfaisante aux impératifs de notre questionnaire d'enquête, et à partir de ça, ils nous indiquaient sur d'autres cibles pourvues d'informations sur la corruption dans l'administration publique.

François DEPELTEAU vient corroborer ces affirmations lorsqu'il pense que la technique d'échantillonnage à boule de neige est une technique pratique lorsqu'on procède par choix raisonné, on ne dispose pas d'une liste exhaustive des unités de la population mère et connaît très peu d'individus qui correspondent aux variables et aux critères retenus. Ainsi, il s'agit de constituer l'échantillon en demandant quelques informations de départ de fournir des noms d'individus pouvant faire partie de l'échantillon.

Concernant ce travail, 17 institutions ont été supposées avoir à leur sein l'administration publique ici à Bukavu, et pour avoir des informations fiables sur la corruption, il a été question d'enquêter sur 200 agents des services publics qui travaillent dans ces institutions en vue de faire montre des résultats auxquels nous nous attendons. Nos enquêtés ainsi que les responsables des services publics, tous, population d'enquête était retrouvés au lieu de service. Et chacun d'eux avait accès à un questionnaire d'enquête auquel il pouvait fournir ses impressions en rapport avec la corruption au sein de l'administration publique à Bukavu.

7.5 LA TECHNIQUE DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Nous avons aussi pensé à la technique susmentionnée car elle comporte deux phases dont l'analyse du contenu quantitatif et l'analyse du contenu qualitatif. C'est ainsi que dans l'analyse du contenu quantitatif, nous avons eu à faire à la quantification de diverses informations sur base des données dépouillées ; alors que l'analyse du contenu qualitatif nous a aidé à procéder une étude scientifique à rendre compte de la qualité de ces informations en rapport avec le système politique et la corruption dans l'administration publique à Bukavu.

8 RÉSULTATS RÉCENTS DE LA RECHERCHE

Répondant anticipativement à ces questions de la problématique est l'un des moyens de rendre compte des résultats de cette recherche.

Ils s'avère que des mécanismes étatiques existent tendant à limiter les faits de corruption. Leur force se trouve dans la double nature qui les caractérise : ils ne sont pas seulement préventifs mais aussi, répressifs étant donné qu'ils sont accompagnés d'un dispositif légal qui énonce des sanctions réservées à l'infraction de corruption. Eu égard à ce qui précède,

la problématique qui a été évoqué se rallie à l'existence de la corruption considérée comme mal pernicieux qui ronge la société congolaise en général et la ville de Bukavu dans la Province du Sud-Kivu en particulier.

Ce qui aboutit à l'épanouissement et à la généralisation de ces comportements et pourtant la lutte contre la corruption est aujourd'hui très médiatisée, le débat autour de son objet universalisé et son histoire est aussi vieille que celle de l'humanité. Les enquêtes menées prouvent que le biais stratégique et les modes opératoires au travers desquels le jeu de corruption est passé d'une simple stratégie de survie à un mode particulier de gouvernance et de gouvernance informelle privée précisément où les procédés de l'indifférence administrative ont cédé les pas aux pratiques importées de la chaleur de la vie privée.

De par ces enquêtes, il existe des mécanismes préventifs retenus à travers la recherche et que l'on considère comme des résultats de la recherche :

- l'éducation, la formation des agents de l'administration publique à travers les séminaires, ateliers, les colloques, conférences la création de commissions anti-corruption notamment la commission d'éthique et de lutte contre la corruption,
- la création d'un service anti-fraude, la création d'une agence de lutte contre la corruption, la création de l'observatoire de lutte contre la corruption, la mise en œuvre des textes légaux régissant la nomenclature des taxes, les arrêtés, la convention de l'Union Africaine sur la prévention et la lutte contre la corruption adoptée par les Etats membres de l'U.A. dont la RDC fait partie,
- le paiement des salaires décents et rémunérations des agents de l'administration publique pourrait étouffer tant soit peu la corruption.
- la mise sur pied d'un système de contrôle étatique régulier et ponctuel au sein des services de l'administration publique et des institutions d'intérêt public.

De par ces mécanismes, nous avons des mécanismes répressifs qui sont rencontrés dans les sanctions administratives (exclusion, suspension, nullité, blâme, renvoi définitif,...) et autres dispositions prévues par le code pénal, le code de conduite de l'agent public et puis d'autres prévues par les règlements intérieurs de différentes institutions.

Ces mécanismes ont donc le mérite d'avoir inculqué dans les mœurs des Congolais, que la corruption est une infraction susceptible à des sanctions. Cette crainte explique même le caractère discret de la corruption qui amène les acteurs à passer cette pratique inaperçue et d'une manière informelle.

Cependant, malgré l'existence de tout cet arsenal, la corruption demeure vive et ardente. Nous estimons qu'elle persiste parce que ces mécanismes anti-corruption existants ne sont pas appliqués et sont peut-être inefficaces.

Leur limite se situe d'abord dans leurs insuffisances liées à la non opérationnalisation de certains, suite aux problèmes financiers et matériels. D'autres ne sont pas appliqués et s'ils le sont, c'est souvent avec complaisance et subjectivité, ce qui donne l'idée que ces mécanismes sont quasi inexistantes.

Cela relève d'un manque de volonté des acteurs publics qui sont à la fois auteurs de la corruption et éradicateurs car eux-mêmes sont aussi parfois inféodés et/ou enclins dans les pratiques corruptrices.

Ainsi, la fameuse commission de l'éthique et de lutte contre la corruption ainsi que l'observatoire congolais de lutte contre la corruption qui ont été créés, ne fonctionnent plus suite à l'insuffisance des moyens juridiques, matériels et financiers mis à leurs dispositions ; aussi les dispositions légales et réglementaires (codes, nomenclatures) ne sont pas d'abord vulgarisées et ensuite, non appliquées conformément aux prévisions. Un autre problème majeur qui serait ensuite à la base de la persistance de la corruption dans cette même logique, c'est l'absence d'un programme cohérent et des stratégies en termes d'une politique spéciale et particulière de lutte contre la corruption, définie par les pouvoirs publics.

Les quelques initiatives existantes déjà citées ne parviendrait pas elles-mêmes à éradiquer ce fléau qui s'est déjà généralisé à tous les niveaux. Bien qu'elle serait efficace en soit de par leur fond et forme, elles manquent cependant un dispositif pouvant les matérialiser et les rendre applicables. C'est également le cas de la fameuse convention de l'Union Africaine sur la prévention et la lutte contre la corruption qui, bien qu'elle soit satisfaisante dans ses articles, manque de dispositif légal pouvant le rendre applicable au niveau interne du pays par rapport aux réalités particulières de la RDC.

Ainsi, il sied de relever quelques actions supplémentaires envisageables et complémentaires pouvant essayer de combler ces lacunes et failles pour lutter contre ce phénomène dans le pays et surtout dans l'administration publique. Avant cela, il serait impérieux de décrire d'abord le phénomène de corruption dans ses formes, ses causes, identifier ses acteurs, ses manifestations et ainsi que ses conséquences sur l'administration publique à Bukavu.

- S'agissant des formes, nous estimons que la corruption n'est pas seulement matérielle, mais aussi morale ou psychologique.
- La première comprend aussi des variantes : la corruption financière qui est donnée en espèce, et la corruption en nature liée à l'octroi des biens tels que la chèvre, le carburant, la bière, vivres, crédits téléphoniques,...
- Quant à la corruption morale, elle est relative au trafic d'influence par rapport à la position politique, économique, ou sociale qu'occupe le corrupteur en exerçant ainsi l'influence sur la personne à corrompre.
- Il existe aussi diverses pratiques formelles telles que : la petite corruption pratiquée par les agents publics de l'Etat et non pour un enrichissement démesuré comme cela est précisément le cas des autorités politiques pratiquant la corruption à une plus large échelle, mais simplement pour survivre dans un contexte où la rémunération des agents ne leur permet pas de vivre dignement. C'est la corruption des fonctionnaires qui reçoivent un petit pourboire ou des agents de la police de roulage qui inventent parfois des infractions juste pour recevoir un peu d'argent de la part des usagers de la route.
- En ce qui concerne les causes, nous estimons que les salaires médiocres, l'impunité, le particularisme traduit par le fait de privilégier l'intérêt personnel au détriment de l'intérêt public, le manque de suivi pour les employeurs et les employés, l'absence du système de contrôle étatique, le manque de volonté politique pour observer les pratiques de la corruption, seraient à la base ou à l'origine de la corruption.

Ainsi, la corruption n'est pas le fait de seuls gestionnaires mais résulte des interactions entre ceux-ci et les usagers. Même si le caractère discrétionnaire de la corruption demeure un obstacle pour identifier les réels acteurs et ses manifestations, il faut cependant noter que les acteurs trouvent recrutement soit dans la classe politique (les politiciens) et dans l'administration publique elle-même (agents publics, fonctionnaires, mandataires des entreprises publiques, attachés de bureau, administrateurs gestionnaires, etc.), soit aussi dans la population lorsque les citoyens sollicitent les services auprès des agents publics et cela d'une manière informelle.

Les manifestations et les circonstances de la corruption se déroulent ainsi dans un contexte flou et inaperçu. Ces manifestations sont considérées comme des jeux de survie, des logiques de réseaux et solidarité corruptrice d'artifice.

Peu importe si l'expression est caricaturale ! Ce qu'elle connote à partir de la réalité du « faire », du « parler » et du « voir » sud-kivuïen ou bukavien et par extension congolaise est indéniablement révélateur.

Dans un premier temps, elle dévoile un lien d'échange entre au moins deux protagonistes et, dans le second, elle a la faveur d'illustrer la fécondité de la sémiologie populaire des pratiques qui se tissent à l'aune de l'écologie sociale et culturelle en RDC.

On peut faire allusion par exemple aux manifestations telles que : « Niuzie unité », « nitafutie cupa », « unawaza je ? », « nilipie transport », « art. 15 : débrouillez-vous pour vivre »..., nipe massage, « kuwa shapu », « ongea muzuri » « solola bien », « niuzie sucré », « touche ta poche », « nipe sombe ya batoto », « nitafutie madeso », « nitafutie sucré », « nipe kingias »...

Disons que les manifestations ainsi que ses circonstances corruptives se déroulent dans un contexte flou et inaperçu. Cela est dû certainement au fait que la corruption étant généralement décriée, l'agent corrompu ne sait pas souvent en faire une demande d'expresse. Il préfère passer par des chemins détournés en créant des circonstances cachées dans lesquelles la corruption apparaîtra comme étant l'initiative du corrupteur.

Dans ce cadre, le mode opératoire de ces pratiques dépendra ainsi de la forme de corruption selon qu'il s'agit d'une corruption en espèce ou en nature. Dans ce type de cas, la connexion corruptrice entre l'utilisateur des services publics et l'agent de l'Etat se fait en règle générale dans une démarche pseudo-humanitariste. La transaction vise plutôt à présenter le fonctionnaire comme un indigent qu'il faut assister, nourrir, vêtir, à qui il faut impérativement donner un « pot-de-vin », un dessous-de-table ...dans le but de lui permettre de résister à ce darwinisme socioéconomique en progression constante.

Ce qui nous amène à dire que la décroissance du rôle de l'Administration publique a eu un effet de serre dans la structuration de la conscience professionnelle du fonctionnaire – par ailleurs représentationnellement ambivalente sauf dans quelques rares îlots de fonctionnalité administrative.

La corruption engendre diverses conséquences négatives que positives en ce sens que ceux qui prétendent qu'il est vain de s'époumoner à lutter contre la corruption invoquent tantôt la fatalité tantôt la nécessité.

Dans tout le cas, la corruption dans l'administration publique à Bukavu entraîne des effets négatifs sur les finances publiques (manque à gagner pour le trésor public de l'Etat congolais), ce qui donne lieu à un appauvrissement économique,

criminalité économique. Elle cause une faible mobilisation des recettes de l'Etat, un manque à gagner rendant ainsi le pouvoir public à travers son administration matériellement incapable de prendre en charge les besoins sociaux de la base selon qu'il s'agit de tel ou tel autre domaine.

- La corruption entraîne le dérèglement politique, l'engrainage des conséquences politiques, l'ébranlement de la confiance envers les gouvernants.
- Elle est aussi source de dissimulation, de déni de justice, de l'accoutumance, de l'accommodement, de violation des droits de l'homme, de désaffection populaire → conséquence négative.
- La corruption produit des conséquences positives dans le chef du bénéficiaire en ce sens qu'elle lui facilite la tâche en accédant rapidement et directement à l'avantage ou au service en question au détriment de ceux qui n'ont pas des moyens ou de capacités corruptrices.
- Il a été démontré que l'influence de la corruption sur le climat des affaires serait simplement négative. C'est dans le sens que toutes les affaires sont paralysées en présence de la corruption, la corruption devient un mauvais maître dans le déroulement des affaires. Nous le considérons à ce niveau comme étant un agent perturbateur des activités inhérentes à la nature du climat des affaires.
- La corruption entraîne un dérèglement des structures politiques et favorise les médiocres, ce qui conduit à la paralysie du thermomètre de l'appareil politique.
- La corruption touche aussi la vie personnelle et familiale selon le revenu, par le fait que grâce à elle nous assistons à un revenu faible et parfois dérisoire pendant qu'on s'entendait à un revenu plus ou moins élevé ou moyen.
- La corruption touche aussi la vie éducative dans le sens où nous assistons au manque de rigueur sur différentes écoles, sur différentes institutions supérieures, sur les universités privées que publiques.

Les enseignants qui ne sont pas payés et qui attendent la réaction de l'Etat Congolais font souvent recours au principe « il faut vivre et nourrir la famille ». Ces enseignants accueillent toute forme de corruption sous prétexte qu'ils cherchent la survie de leurs familles, car l'Etat congolais a déserté sa mission en leur faveur. Les élèves et étudiants qui se méconduisent, les étudiants qui prennent à la légère les formations reçues et à la longue on assiste aux résultats dérisoires. C'est d'ailleurs à ce niveau où il y a marchandage du corps pour les élèves filles et les étudiantes.

- Conséquence, manque de professionnalisme, incapacité de défendre les diplômes reçus, niveau d'étude médiocre de la part des élèves la connaissance dont on bénéficie de telle autorité prend la place de la compétence, pour les enseignants et les professeurs, assistants, chefs de travaux, docteurs, professeurs nous assistons au manque d'autorité envers les éduqués et envers la société. Conséquence, la plus grave l'éducation est compromise, d'où l'image de la province, de ce pays est ternie par la corruption qui constitue une descente aux enfers de l'avenir des enseignants, des élèves, des étudiants, des professeurs, C.T., assistants, docteur à Bukavu et en RDC en général.
- L'avenir des futures générations reste hypothéqué et sans issue. La corruption dans l'administration publique devient une réalité vivante qui habille, qui ravitaille et qui fait vivre toute une floraison des citoyens à différents degrés. Cette pratique est encrée dans la mentalité de la plupart des Sud-kivuïens ou Bukaviens en particulier et de la plupart des Congolais en général.
- Elle tend à devenir une culture à laquelle les fonctionnaires, les chômeurs, les enseignants non payés le reste du monde vont souscrire pour rechercher gain de cause, et pour faire payer « les pots cassés ».

Cette pratique fait perdre, disparaître les valeurs inhérentes à la dignité humaine en ne laissant pas passer des vies humaines des citoyens ayant encore un minimum de conscience à l'égard de la corruption.

9 IMPLICATION DE TOUS

Au niveau provincial, les pouvoirs publics provinciaux se sont engagés à mettre en œuvre ce qui suit:

- Le processus de mobilisation des moyens de prévention de la corruption dans l'administration publique doit partir d'abord de la volonté délibérée des autorités politico-administratives en amont et en aval de tous les citoyens en général chacun en commençant par là où il est. Nous pouvons alors songer à la combattre, à la réprimer et faire allusion aux mécanismes d'éradication. Pour combattre la corruption nous devons faire allusion aux lois et édits particuliers à ce phénomène telle que la loi anti-corruption au niveau du législatif, la loi devrait être votée et promulguée, un dispositif légal nécessaire devrait aussi être adopté pour rendre applicable la convention de l'Union Africaine sur la prévention et la lutte contre la corruption au niveau interne, le contrôle

parlementaire devrait être objectif, rigoureux et systématique, sans influence de qui que ce soit pour assurer la transparence et la gestion efficace de la chose publique.

- Au niveau de l'exécutif, il fallait valoriser le code de conduite des agents de l'administration publique, redynamiser la commission de l'éthique et de lutte contre la corruption en les dotant des moyens nécessaires pouvant rendre opérationnelles leurs activités ; lancer des campagnes de sensibilisation sur le concept corruption au sein de l'administration publique, faire montre de ses méfaits, ses conséquences et les mesures appropriées pour la combattre en vue de la transformation de la mentalité des agents de l'administration publique et des citoyens en général.

Il va de soi que renforcer les capacités de la société civile et des médias en matière de documentation et de recherche sur la corruption est un atout.

Revoir les conditions de vie des agents de l'administration publique en terme de l'amélioration du salaire qui doit être équitable, régulier à tous les agents sans distinction, systématiser la transparence et l'objectivité dans les recrutements des agents publics en fonction de leur compétence, élaborer une réglementation sur le droit de propriété et de vulgarisation des nomenclatures des taxes et leur prix afin de réduire les opportunités de corruption, appliquer les sanctions sévères d'ordre politique et administratif aux acteurs de la corruption, etc.

- Au niveau judiciaire, l'application stricte de la loi, la modification des pénalités et des récompenses, la neutralité de la justice, l'application stricte des sanctions pénales et civiles allant même jusqu'à la restitution de l'objet de corruption sont recommandés et cela en toute indépendance vis-à-vis d'autre pouvoir, l'objectivité dans la gestion des dossiers des particuliers, etc. Le contrôle social peut assurer la police à ces mécanismes prônés d'éradication progressive de la corruption.
- la vulgarisation du code de bonne conduite des agents et fonctionnaires de l'Etat, aux frontières, aux ports et procédures en renforçant le contrôle ;
- le renforcement des mécanismes de contrôle en ce qui concerne l'exportation des matières premières et d'autres produits soumis à l'importation et à l'exportation,
- les sanctions sans complaisance des corrupteurs et corrompus
- la mise en place des services anti-fraude
- la promotion de la citoyenneté responsable et éduquée
- l'application des mesures appropriées qui encouragent la transparence dans la passation des marchés publics.
- La vulgarisation des nomenclatures sur les taxes légales.

10 CONCLUSION

Notre préoccupation majeure était centrée sur l'intérêt que nous avons apporté à ce travail, celui de démontrer avec véracité les conséquences de la corruption dans l'administration publique, ses retombées sur la vie des paisibles citoyens, le danger qui épile secrètement ces derniers et les perspectives de réduction de ce fléau en vue de prétendre à son éradication définitive. Nous avons aussi été animé d'un souci prudent de connaître où nous allons avec le phénomène-corruption en nous posant beaucoup de question y relatives.

Nous voudrions connaître les répercussions de ce fléau sur la vie des citoyens, les causes, les conséquences, les avantages retrouvés de la corruption face à la quotidienneté des citoyens à Bukavu et à la viabilité des institutions publiques. Aussi nous avons voulu savoir pourquoi ce fléau persiste au sein de l'administration publique et dans le secteur de la vie sociale

Quelles en sont les formes, les causes, l'influence de ce fléau sur le climat des affaires.

Comment mobiliser les moyens de prévention de la corruption dans l'administration publique, comment la combattre, la réprimer.

Face à ce qui venait d'être évoqué, nous avons essayé d'adapter les hypothèses face à cette problématique. Parmi les réponses données nous avons retenu.

- S'agissant des formes, la corruption est matérielle, morale et psychologique.
- Elle comporte diverses pratiques telles que la petite, la grande corruption.
- Nous avons opté pour les mécanismes répressifs de la corruption.
- Point n'est besoin de reprendre ce qui est déjà élucidé dans les hypothèses de ce travail.

Mais néanmoins, pour tester les hypothèses de ce travail, nous avons fait recours à la méthode systémique de N. Luhmann utilisée sous l'approche historico-comparative et systémique.

Cette méthode nous a permis de concilier les éléments du système politique à ceux du système administratif qui a beaucoup intéressé nos analysés.

Pour renchérir nos résultats nous avons appuyé la méthode systémique en recourant à la théorie de systèmes sociaux de Niklas Luhmann qui nous renvoie aux quatre types de différenciation fonctionnelle.

Notre méthode nous a permis d'analyser le comportement des agents et fonctionnaires des institutions publiques dans l'administration publique à Bukavu en vue de ressortir un entendement meilleur relatif à la corruption qui ronge le système politique de notre pays.

C'est ainsi que nous avons recouru à l'échantillon probable composé de 20 institutions publiques où nous avons enquêté sur 200 agents du secteur public dans l'administration publique.

Cet enchaînement méthodologique nous a conduits à subdiviser notre travail en 3 chapitres, hormis l'introduction générale et la conclusion générale.

Le premier chapitre tournait autour de la généralité sur l'étude, le deuxième quant à lui, a porté sur l'intervention du système politique face à la corruption et enfin le dernier a consisté sur la perception de la corruption et son niveau de criminalisation.

Le condensé de ces chapitres nous pouvons le retrouver dans ce travail, mais toutefois nous avons fait recours au modèle de réaction dynamique d'un système politique de David Easton pour élucider les éléments scientifiques contenus dans notre travail.

En définitive, au-delà d'une pratique plus ou moins répréhensible par la loi, la réglementation ou l'éthique, la corruption est devenue un mode de vie, un cancer social. Ses manifestations se traduisent par des manifestations plus profondes. La corruption a été présentée comme étant un système qui concerne le mode de vie de chacun de nous, qui mène vers l'inhibition de la conscience du bien commun au profit du mal. La lutte contre ce cancer social doit donc dépasser les mesures isolées et être menée de façon globale que de se limiter à une province, en impliquant le maximum d'acteurs tels que l'Etat, le pouvoir judiciaire, la société civile, les médias et les églises.

Nous avons pu remarquer que les pratiques de la corruption dans les entreprises publiques du Sud-Kivu revêtent un caractère tout à fait systémique. Elle se manifeste par un manque d'orthodoxie dans la nomination et la rémunération des dirigeants desdites institutions, des agents et bien d'autres fonctionnaires de l'Etat.

Le fait que les gens ne sont pas rémunérés, ils se contentent de se prendre en charge par tous les moyens.

Ainsi, à travers les analyses faites nous pouvons dire que nos hypothèses ont été nuancées pour autant que les citoyens les paisibles sont informés de tous les dangers qui les guettent de la part de la corruption.

Tout travail humain est entaché d'imperfections, un appel pathétique et vibrant est lancé à tous ceux-là qui chercheront à nous compénétrer d'une manière ou d'une autre.

REFERENCES

- [1] BIROU, A., Vocabulaire pratique des sciences sociales, Paris, éd. Ouvrières.
- [2] BLUNDO, G., 2001, La corruption au quotidien, in politique Afrique.
- [3] DEBBACH, C., 1980, Sciences administratives, 4^{ème} éd., Paris, Dalloz.
- [4] DEPELTEAU, F., 2000, La démarche d'une recherche en sciences humaines, Bruxelles, éd. De Boeck.
- [5] DJALILI, R., 2000, Mondialisation de la corruption et de la criminalité, Paris, PUF, Genève.
- [6] ENGUNDUKA, G., al, 1991, Volonté de changement au Zaïre, Kinshasa. DSCR.P.
- [7] ETCHEGOYEN, A., 2002, Le corrupteur et le corrompu, Paris, éd. Julliard.
- [8] GRAWITZ, M., 2001, Méthodes des sciences sociales, Paris, Dalloz.
- [9] KALALA, J.P., 2004, La corruption dans les institutions politiques de la RDC, Kinshasa, Faculté Catholique de Kinshasa.
- [10] KLITGAARD, R., 2002, Villes corrompues : du diagnostic aux remèdes, Paris, Nouveaux Horizons.
- [11] NGASHA, M., 1997, Manuel de sociologie générale, Lubumbashi, éd. African.
- [12] OLIVIER, J.P., 2001, La corruption quotidienne en Afrique de l'Ouest. Politique Africaine, Karthala.
- [13] PEAN, P., 1998, L'argent noir : corruption et sous-développement, Paris, Fayard.
- [14] QUIVY, R., 1995, Manuel de recherche en sciences sociales, Paris, Dunod.
- [15] TAMBWE, M., 2007, La corruption dans l'administration publique congolaise, Kinshasa.DSCR.P.
- [16] www.unicri.it.
- [17] www.icac.nsw.gov.au.
- [18] Article 432 – 13 du code pénal français.
- [19] Article 6 de la Constitution de la RDC.
- [20] Journal of public and International Affairs
- [21] Commission Australienne Indépendante, 1994, Rapport annuel sur la lutte contre la corruption de l'Etat de New South Wales.
- [22] Ministère du plan, 2002, Rapport du groupe de travail Institutions publiques, Groupe sur la lutte contre la corruption, le blanchiment de l'argent sale et la criminalité organisée, Kinshasa.
- [23] MUGANZA, M., 2008-2009, Cours d'analyse du système social : structure et pouvoir, L1 Sociologie, FSSPA, U.O.B.

LES CONSTRUCTIONS ANARCHIQUES ET LA DESTRUCTION DE L'ENVIRONNEMENT EN MILIEUX PERI-URBAINS DE BUKAVU : CAS DU QUARTIER CIMPUNDA

NTWALI NAMUSI

Institut Supérieur de Développement Rural, ISDR-Bukavu, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The environment is a key factor in the quality of life. If it is precarious, it will undermine it. The uncontrolled construction in the city of Bukavu and particularly in the area Cimpunda has negative consequences on the environment and on humans. The first (environment) suffers upheavals, sometimes irreversible, followed by the imbalance of ecosystems related to uncontrolled building on unsuitable sites the second (man) suffers from deterioration of quality of life due to the lack of sewerage and other infrastructure, the water supply insufficient or garbage collection services. The Cimpunda district, with an average altitude of 1569m, experienced and still been growing, unprecedented, its population through time from 35000habitants in 2010 to 45000 in 2015; a situation following a high birth rate, death rate declining and the rural exodus. This population growth without spatial growth, has led to negative consequences, among other anarchic constructions which do not leave intact the environment in the suburban areas of the city of Bukavu: overextension of the population, floods unhealthy, the loss of green areas and other ecosystems. Diagnostic realized in this work thus sets in parallel the induced effects of uncontrolled construction and destruction of the environment in this popular area of the city of Bukavu.

KEYWORDS: anarchic Construction, Environment, Suburban, Population.

RESUME: L'environnement est un des facteurs essentiels de la qualité de la vie. S'il est précaire, il compromettra cette dernière.

Les constructions anarchiques dans la ville de Bukavu et particulièrement dans le quartier Cimpunda ont des conséquences néfastes sur l'environnement et sur l'homme. Le premier (environnement) souffre des bouleversements, parfois irréversibles, suivis par le déséquilibre des écosystèmes liés à des constructions anarchiques sur des sites impropres ; le second (l'homme) pâtit de la détérioration de sa qualité de vie due à l'absence de réseau d'assainissement et d'infrastructures diverses, à l'insuffisance de l'alimentation en eau ou des services de ramassage des ordures.

Le quartier de Cimpunda, avec une altitude moyenne de 1569m, a connu et connaît encore une croissance, sans précédent, de sa population à travers le temps passant de 35000habitants en 2010 à 45000 habitants en 2015 ; une situation consécutive à un taux de natalité élevé, un taux de mortalité en baisse et à l'exode rural. Cette croissance démographique, sans croissance spatiale, a entraîné des conséquences négatives, entre autre des constructions anarchiques qui ne laissent pas intacte l'environnement dans ce milieu périurbain de la ville de Bukavu : extension démesurée de la population, les inondations l'insalubrité, la disparition des espaces verts et d'autres écosystèmes.

Le diagnostic réalisé dans ce travail établit donc en parallèle les effets induits des constructions anarchiques et la destruction de l'environnement dans ce quartier populaire de la ville de Bukavu.

MOTS-CLEFS: Construction anarchique, Environnement, Périurbain, Croissance démographique.

1 INTRODUCTION

L'homme est, à travers le temps, à la conquête de l'espace terrestre pour sa survie⁽¹⁾. Il y exerce plusieurs activités entre autres des constructions des villes qui, hélas, ne laissent pas intacte l'environnement avec une dégradation avérée de ce dernier.

La République Démocratique du Congo fait face, depuis son accession à l'indépendance, en 1960, à une grave mutation urbaine liée à des mouvements migratoires des villages vers les villes (Exode rural) mais aussi à une croissance sans précédent de sa population comme partout ailleurs dans les pays du Sud.

La ville de Bukavu, l'une de ses grandes villes et chef lieu de la province du Sud-Kivu, n'a pas fait une exception. En effet, jadis appelée « Bukavu la verte », cette ville n'a plus la même image qu'alors. Ses espaces verts sensés protéger son aspect verdoyant et montagneux ont été envahi par des constructions anarchiques, en particulier dans la commune de Kadutu dont le cas le plus frappant s'observe dans le quartier Cimpunda où ces espaces et d'autres écosystèmes sont devenus quasi inexistant ; d'où un défi environnemental à relever dans ce quartier périphérique de la ville de Bukavu et qui a particulièrement attiré notre attention jusqu'à en faire une étude scientifique afin d'en étudier les engins démographiques, d'occupation spatiale et envisager d'ultimes solutions.

2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Dans le cadre du présent travail, nous avons fait recours à la méthode structuro-fonctionnelle de Talcott Parsons mais aussi à une série de techniques. Cette méthode consiste à relever les fonctions qui sont parmi les conséquences observées, celles qui contribuent à l'adaptation ou à l'ajustement du système donné et les dysfonctions, celles qui gênent l'adaptation ou l'ajustement du système⁽²⁾.

Ainsi donc, l'explosion démographique, l'inactivité des services publics en charge de l'urbanisme et de l'habitat, l'exode rural.... sont autant des facteurs dysfonctionnels qui expliquent les constructions anarchiques et les conséquences qui s'en suivent dans le quartier Cimpunda.

L'échantillon enquêté a concerné 375 ménages sur les 3750 que compte le quartier de Cimpunda. Nous avons administré un questionnaire d'enquête dont le contenu portait sur les caractéristiques sociodémographiques et celles liées aux constructions anarchiques, la politique de gestion des terres, l'organisation de l'attribution des parcelles auprès des demandeurs ainsi que la dégradation de l'environnement.

Le recueil des données a été réalisé sur une période de cinq ans allant de 2010 à 2015 de manière discontinue

2.1 PROCEDURE DE COLLECTE DES DONNEES

2.1.1 LA TECHNIQUE DOCUMENTAIRE

La documentation avec les livres édités, les mémoires inédits, les revues, les rapports administratifs, etc. lus dans différentes bibliothèques de Bukavu et sur internet ; a permis d'accéder à la littérature et aux données monographiques relatives à cette étude.

2.1.2 LES ENQUÊTES

L'étude a été menée à partir des enquêtes sur le terrain. Pour ce faire, un questionnaire a été élaboré dont en voici les principales parties :

- La première partie a concerné les données socio-démographiques (nombre de personnes dans le ménage, statut d'occupation, type de matériaux, approvisionnement en eau de boisson, alimentation en électricité ou mode d'éclairage, profession du chef de ménage,...), etc.
- La deuxième partie a concerné l'assainissement du milieu (localisation des toilettes, mode d'évacuation des ordures ménagères, respect des servitudes, conflits de voisinage,...), etc
- La troisième partie s'est intéressé à la santé de l'écosystème, comment est ce que la population préserve les parcelles contre les glissements des terres, comment les conflits parcellaires liés au voisinage sont prévenus ou résolus, est ce que les arbres sont préservés, comment sont gérées les ordures ménagères, comment les servitudes sont respectées, comment les parcelles sont vendues, qui contrôle les manières de construire....

2.2 LES OUTILS DE L'ENQUÊTE

Pour récolter des données pertinentes par rapport à notre thématique de recherche et obtenir des réponses précises sur l'impact des constructions anarchiques sur la destruction de l'environnement, nous avons utilisé des outils suivants :

- L'entretien : Nous avons usé de cette technique pour pouvoir échanger avec la population et donner des réponses par rapport à nos questions
- Le questionnaire : Pour collecter des données cadrant avec notre recherche, nous avons soumis un questionnaire écrit aux enquêtés et cela pour récolter leurs points de vue par rapport au problème énoncé ci-haut.
- L'échantillonnage : Le quartier Cimpunda est divisé en 8 avenues et 3 Cellules. Ce qui nous a poussé à prélever un échantillon aléatoire, mais représentatif de 375 menages repartis sur les trois cellules et les huit avenues.

2.3 TRAITEMENT DES DONNEES

Les données utilisées dans cette étude proviennent d'une enquête focalisée sur les principaux déterminants du phénomène « constructions anarchiques » et les conséquences y relatives, spoliation de l'environnement.

Ces déterminants et conséquences sont ceux exprimés par els habitants, les autorités communales et une série de documentations en lien direct avec la notion de l'environnement urbain ou de toutes notions qui entoure ce concept. Ceci dit, tous ces types d'informations se complètent les unes les autres.

Les données collectées ont été saisies sur Excel selon des questions d'analyse bien précises pour ressortir les fréquences et les pourcentages des différentes variables. Cela a permis un croisement des causes et des conséquences du phénomène « constructions anarchiques » dans le quartier Cimpunda. Cette analyse a permis de réaliser des graphiques et d'élaborer des tableaux croisés dynamiques entre causes et conséquences du phénomène en étude.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 LE QUARTIER CIMPUNDA

Le quartier CIMPUNDA avec une superficie de 2 km² est l'un des sept quartiers qui forment la commune de Kadutu dans la ville de Bukavu. Il a un relief accidenté surplombant la rivière Kawa dont l'altitude varie entre 1512m et 1625m soit une dénivellation de 113m, un relief en gandin entrechevêtré par des espaces verts sur des surfaces planes qui séparent les gradins⁽³⁾

Son climat est tropical humide tempéré par l'altitude⁽⁴⁾ comme le reste de l'Est de la République Démocratique du Congo. Sa population a atteint en 2015, 45.531 individus (nos enquêtés 2015) répartie dans 3750 ménages.



Figure n° 1 : Carte de Cimpunda

E= 1/20000

3.2 DURÉE DES HABITATIONS DANS LES PARCELLES

Tableau n° 1 Durée des habitations dans les parcelles

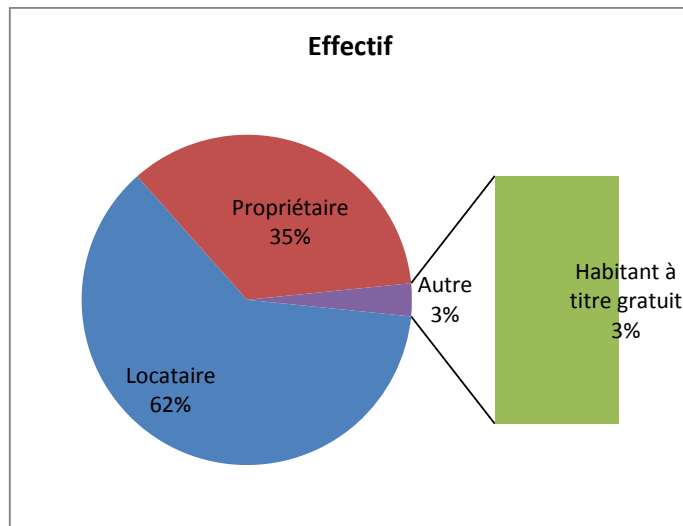
Durée	Effectifs	Pourcentage
0-10 ans	207	55
10-20 ans	100	27
20-30 ans	56	15
30 et plus	12	3
Total	375	100

Il ressort clairement de ce tableau et son graphique que la plupart des constructions à Cimpunda sont récente (entre 0-20 ans) soit 81,7% d'habitations, un résultat d'un taux de croissance de la population très élevé (15%)⁽⁵⁾ d'une part et un solde migratoire accrue d'autre part. Ceci aura alors une incidence négative sur les écosystèmes en place et des espaces verts qui sont condamnés à disparaître laissant des places aux constructions anarchiques ne respectant aucune norme urbanistique.

3.3 STATUT D'OCCUPATION ET MOYEN D'ACQUISITION DES PARCELLES À CIMPUNDA

Tableau n° 2 et figure 2 : Statut d'occupation des maisons à Cimpunda

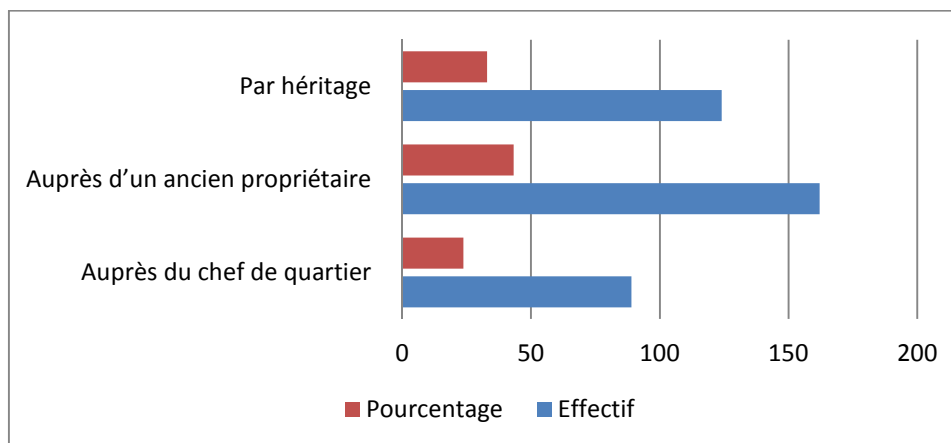
Avis	Effectif	Pourcentage
Locataire	232	62
Propriétaire	131	35
Habitant à titre gratuit	12	3
Total	375	100



Ce tableau et son graphique prouvent que la plupart des habitants de Cimpunda sont des locataires (61,8%) ; une justification d'exode rural accru.

Tableau n° 3 et Figure n° 3 : Moyen d'acquisition des parcelles

Avis	Effectif	Pourcentage
Auprès du chef de quartier	89	24
Auprès d'un ancien propriétaire	162	43
Par héritage	124	33
Total	375	100



Ce tableau et sa figure font une suite logique au précédent (tableau n°2) car plus d'individus à Cimpunda occupent des maisons comme locataires (43,2%)

3.4 NIVEAU D'INTÉRÊT SUR LES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX À CIMPUNDA

Tableau. 4. Intérêt de la population sur les problèmes environnementaux

Avis	Effectif	Pourcentage
Très intéressé	251	67
Assez intéressé	81	22
Pas intéressé	43	11
Total	375	100

Il s'avère vrai que la question de dégradation des écosystèmes ou encore de l'environnement préoccupe plus d'une personne à Cimpunda étant donné que ces populations subissent les conséquences néfastes de cette dégradation (maladie, érosion,...) mais hélas... !. Le point suivant explicite ces différents problèmes.

Tableau n° 5 et figure 4 : Les problèmes environnementaux à Cimpunda

Avis	Effectif	Pourcentage
Construction anarchique	203	54
Conflit des limites parcellaires	43	11
Gestion des eaux usées et problèmes de déchets, maladies	49	13
Inondation	18	5
Éboulement et glissement de terrain	62	17
Total	375	100

Au vue de ce tableau, il y a lieu de confirmer que le quartier Cimpunda connaît réellement des problèmes environnementaux liés aux constructions anarchiques qui occasionnent des problèmes de gestion des déchets, des

inondations, des érosions et leurs conséquences ainsi que des maladies. En effet, l'environnement à Cimpunda est plus qu'asphyxié par des constructions comme nous pouvons le constater sur les images suivantes.



Figure n° 5: Ce paysage environnemental de Cimpunda et l'occupation spéciale

Ces images montrant et prouvent à suffisance que dans le quartier de Cimpunda où sévissaient des sentiers clairement tracés par le Colon ainsi que des plans cadastraux répondant aux normes urbanistiques, ne subsistent plus rien que des arbres intercalés entre les habitations. N'est-ce pas là un grand défi environnemental. L'image suivante illustre mieux la situation problème des constructions à Cimpunda.

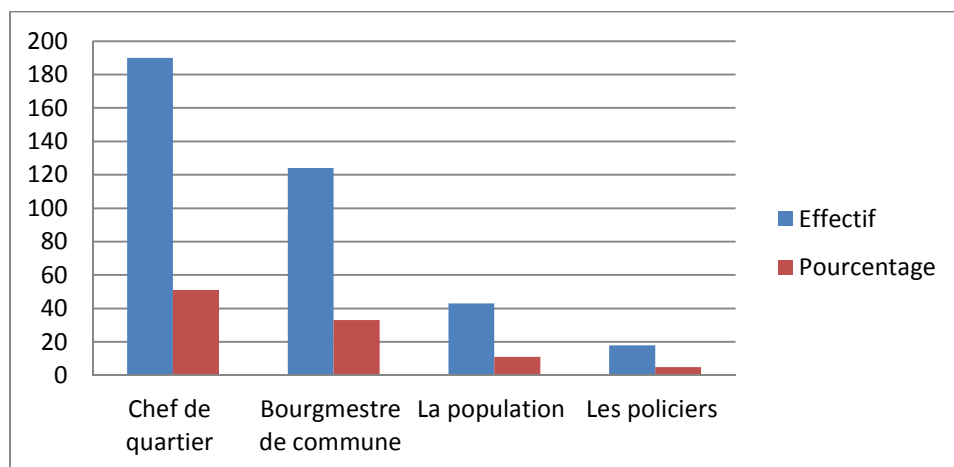


Fig.6. Construction et environnement à Cimpuda

Quels sont les acteurs de ces constructions anarchiques ? Le tableau ci-après nous donne les éléments de réponse :

Tableau n° 6 et figure n° 7 : Les principaux acteurs de constructions anarchiques à Cimpunda

Avis	Effectif	Pourcentage
Chef de quartier	190	51
Bourgmestre de commune	124	33
La population	43	11
Les policiers	18	5
Total	375	100



Il se fait voir, par ce tableau que ce sont les autorités locales qui favorisent les constructions anarchiques à Cimpunda. Ceci est le résultat d'un régime politique corrompu. En effet, la République Démocratique du Congo est classée en ordre utile parmi els pays les plus corrompus du monde.

Il se fait voir qu'à Cimpunda, peu de gens détiennent illégalement des propriétés parcellaires comme nous pouvons le visualiser dans le tableau ci-après :

Tableau 7 et Fig 8 : type de documents de parcelles à Cimpunda

Avis	Effectif	Pourcentage
Certificat d'enregistrement	68	18
Attention de propriété	118	32
Acte d'achat	189	50
Total	375	100

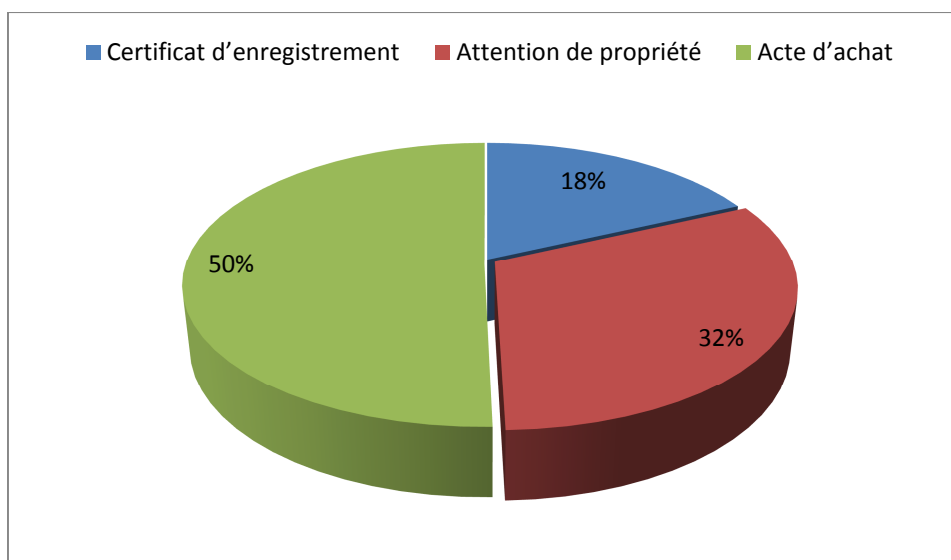
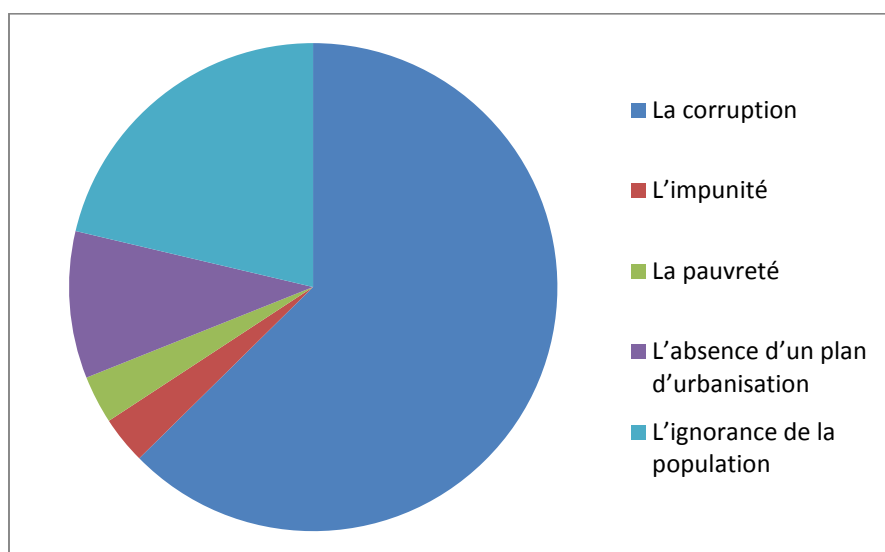


Tableau n° 8 et Fig 9 : Ce qui favorise les constructions anarchiques à Cimpunda

Avis	Effectif	Pourcentage
La corruption	238	62
L'impunité	12	3
La pauvreté	12	3
L'absence d'un plan d'urbanisation	37	10
L'ignorance de la population	81	22
Total	375	100



Ce tableau et son diagramme viennent confirmer ce que nous avons évoqué ci-haut quant à ce qui est du système politique corrompu. Les constructions anarchiques à Cimpunda sont favorisées à 61% par la corruption qui engendre aussi l'impunité.

Il est aussi vrai que l'ignorance de la population concourt également à ce phénomène car, en effet, la population est à plus de 60% analphabète⁽⁶⁾

Ainsi, pouvons-nous dire qu'au-delà des causes de constructions anarchiques précitées à Cimpunda, il y a bien de facteurs clés qui déterminent cette situation dans cette contrée entre autres la défaillance du pouvoir public, l'accroissement démographique, l'exode rural, l'absence de politique et d'encadrement du secteur foncier et de l'habitat dans la ville de Bukavu en général, particulièrement dans ses quartiers périphériques pauvres, Cimpunda, entre autre.

3.5 LES CONSÉQUENCES DES CONSTRUCTIONS ANARCHIQUES À CIMPUNDA

Il est vrai que la concentration de l'habitat dans les quartiers périphériques des centres urbains sans normes urbaniques dans le tiers monde a une incidence négative directe sur l'environnement local et partant sur les vies humaines⁽⁷⁾.

Le quartier de Cimpunda ne fait pas exception de cette règle car, en effet, les constructions anarchiques qu'a connu ce quartier à travers le temps lui donne aujourd'hui l'image d'un favelas ou bidonville avec toutes ses caractéristiques entre autre : l'insularité manifeste avec des problèmes de gestion des déchets, les maladies conséquentes, la détérioration du tissu urbain, les glissements de terrain, les inondations, l'absence des espaces verts et des lieux de loisir ; Bref l'environnement détérioré dans tous ses aspects.

Il est à noter que nos enquêtes sur terrain mettent en exergue certaines conséquences comme nous pouvons le visualiser dans le tableau ci-après :

Tableau n°9 Les conséquences des constructions anarchiques à Cimpunda

Avis	Effectif	Pourcentage
Glissement de terre et éboulement	68	18,1
Inondations des maisons	112	29,8
Apparition d'épidémies	75	20
Disparition d'écosystème	120	32
Total	375	100

Au vue de ce tableau, il est remarquable que les écosystèmes sont à nos jours quasi inexistant à Cimpunda. En plus, la situation altitudinale et l'importance de pente à Cimpunda sont des facteurs déterminants pour l'érosion dans ce quartier mal loti, les problèmes de canalisation des eaux entraînant aussi les inondations.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de cette étude, nous avons retenu que le quartier Cimpunda dans la ville de Bukavu à l'Est de la R D Congo a connu beaucoup de mutation au cours des deux dernières décennies jusqu'à voir aujourd'hui l'image d'un bidonville. Cette situation est essentiellement due à une croissance démographique sans précédent dans le quartier de Cimpunda inhérente à l'exode rural et à l'accroissement naturel de la population. Ceci a eu comme conséquence les constructions anarchiques dont l'environnement en est la première et la principale victime (une forte destruction de l'environnement) : érosion, inondations, disparition des écosystèmes, maladies.

Pour résoudre ce problème, nous sommes arrivé à proposer quelques voies de sortie comme :

- La sécurisation des villages environnants de Cimpunda pour limiter l'exode rural
- Le respect des normes cadastrales et d'urbanisme en vigueur dans le pays
- L'abandon des sites impropres à la construction
- La lutte contre la corruption
- La décongestion de la ville de Bukavu par l'aménagement d'autres sites d'habitation
- La vulgarisation de la politique de planning familial à Bukavu en général et à Cimpunda en particulier.

REFERENCES

- [1] Redman C.L. Jones N.S., 2004, The environmental, social and health dimensions of urban expansion.
- [2] GAUFFAUX.J., 1974, La croissance démographique et son impact socio-économique, ISP-Kinshasa, CRP/Kinshasa.
- [3] CHAMAA.S et All., 1981, L'Atlas de la ville de Bukavu, CERUKI, ISP-Bukavu
- [4] MWINYIKONDO.K et All., 2007, Géographie générale, CRP-Kinshasa
- [5] Jean Duyk., 2004, Géographie première, CRP-Kinshasa
- [6] KASHINZWE .K.J., 2008, Tremblement de terre dans la province du Sud-Kivu du 03 Février 2008 et ses conséquences sur la ville de Bukavu, Mémoire, ISP-Bukavu, Inédit
- [7] DERIAUX. M., 1976, Géographie humaine, Armand Colin, Paris.

Reproduction induite chez les silures de l'espèce *Clarias gariepinus* dans la région de Kisangani, République Démocratique du Congo

M. F. Monsengo¹, B. N. Ngalya¹, E. I. Shabani², and B. A. Kankonda²

¹Département de zootechnie, Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (IFA)/Yangambi, B.P. 28, Yangambi, B.P. 1232 Kisangani, RD Congo

²Département d'Hydrobiologie and Aquaculture, Université de Kisangani, P.B 2012, Kisangani, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This investigation aimed to test the response of female after injection of pituitary extracts collected from the male of *Clarias gariepinus* and the nutritional effect of two diets that one from animal proteins (diet A) and another from vegetable proteins (diet B) on survival and growth of larvae from the induced reproduction. During 21 days, the larvae were fed with these two diets containing 40% of protein, 11.61 Kj.g⁻¹ and 12.71 Kj.g⁻¹ of energy respectively for diets A and B in order to know the effects on survival and growth of juveniles. The findings showed that the induced reproduction used for this work is interesting as to the response of female to injection of the pituitary extracts (100%) and to hatching rate from aquatic plants used as support (hyacinths). Furthermore, the results showed that the food used from local products is acceptable for the growth of larvae from their first age. On the other hand it appears that there's no significant difference between these two diets (A and B) although the diet A from animal proteins appears as the best compared to diet B from vegetable proteins.

KEYWORDS: artificial insemination, Food, *Clarias gariepinus*, Kisangani.

RESUME: Ce travail a comme but de tester la réponse de la femelle après injection des extraits hypophysaires prélevés chez le mâle de *Clarias gariepinus* et l'effet nutritionnel de deux rations formées à base de protéines d'origine animale (Ration A) et de protéines d'origine végétale (Ration B) sur la survie et la croissance des larves issues de la reproduction induite. Pendant 21 jours, les larves ont été nourries avec ces deux rations contenant 40% des protéines brute, 11,61 Kj.g⁻¹ et 12,71 Kj.g⁻¹ d'énergie brute respectivement pour la ration A et la ration B en vue de voir les effets sur la survie et la croissance des juvéniles. Les résultats obtenus ont montré que la reproduction induite utilisée pour cette étude est intéressante quant à la réponse de la femelle à l'injection des extraits hypophysaires (100%) et au taux d'éclosion à partir des plantes des supports utilisées (jacinthes d'eau). Par ailleurs, l'analyse des résultats a montré que l'aliment à base des produits locaux utilisés est acceptable pour la croissance des larves dès leur premier âge. Les deux rations n'ont pas donné des écarts significatifs bien que la ration A formée à base des protéines d'origine animale apparait comme meilleure par rapport à la ration B formée à base des protéines d'origine végétale.

MOTS-CLEFS: Insémination artificielle, Aliment, *Clarias gariepinus*, Kisangani.

1 INTRODUCTION

La pisciculture en RDC en général et dans la ville de Kisangani en particulier, se heurte à plusieurs contraintes dont la principale est l'utilisation de tilapia comme seule espèce de poisson en élevage [10]. Bien que prolifique, le tilapia est une espèce qui pose le problème de dégénérescence ; pourtant l'intérêt de *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 pour la pisciculture a été démontré en Afrique centrale entre 1969 et 1972 [12], [4].

Bien qu'il soit domestiqué depuis 1974 en Afrique et que sa production se développe en Europe, Asie et Amérique latine, la production africaine stagne [3].

En effet le poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) est une espèce appartenant à la famille des Clariidae, dont le potentiel aquacole est à présent bien établi [11], [5], [17]. Récemment, des techniques de reproduction contrôlées ont été définies pour ce poisson.

Cependant, la reproduction artificielle utilisée depuis beaucoup d'années dans plusieurs études, présente encore quelques difficultés non surmontées, surtout en ce qui concerne les disponibilités en spermatozoïdes, la stimulation de la spermiation, la récolte de sperme et les conditions optimales de l'insémination artificielle [3].

La quantité de sperme récoltée manuellement, par massage de la paroi abdominale de mâles matures non hypophysés demeure très faible. Après stimulation hormonale gonadotrope, il ya la production de sperme mais une contamination par l'urine provoque l'initiation du mouvement des spermatozoïdes entraînant ainsi la perte rapide de leur pouvoir fécondant, ce qui nécessite de procéder très rapidement aux opérations de fécondation artificielle [8].

Une autre méthode consiste à sacrifier les géniteurs mâles afin de récupérer les testicules qui, une fois broyés et pressés, fournissent le sperme nécessaire aux fécondations [6], [1], [16].

Pour ce qui concerne l'influence des facteurs de l'environnement, on sait notamment que la salinité a un effet défavorable sur l'incubation des œufs, aucune éclosion n'étant obtenue lorsque la salinité dépasse 6g.l^{-1} [17]. Raison pour laquelle les étangs aménagés pour l'expérimentation ont été fertilisés et désinfectés par la chaux vive.

La présente étude décrit les différentes étapes de l'insémination artificielle, le développement embryonnaire et larvaire de *Clarias gariepinus* jusqu'au 21^e jour, âge auquel les poissons ont déjà acquis la morphologie de l'adulte.

En conséquence ce travail après une description des différentes étapes de l'insémination artificielle, propose d'arriver à produire d'une manière régulière des alevins de *Clarias gariepinus* en grande quantité et introduire cette espèce dans la pisciculture rurale.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Kisangani, avec une superficie de 1910 km^2 , est située dans la Cuvette centrale congolaise, à $0^{\circ}31'N$ et $25^{\circ}11'E$. Son altitude moyenne est de 396 m [14]. L'ensemble des données éco-climatiques ainsi que la position de la ville de Kisangani à proximité de l'Equateur lui confèrent un climat équatorial. Ce type climatique est caractéristique par une température moyenne du mois le plus froid, supérieure à $18^{\circ}C$ [7]. Sur le plan hydrographique, étymologiquement parlant, la ville de Kisangani est une presqu'île située "à la courbe du fleuve Congo", avec un réseau hydrographique dense dominé par le fleuve Congo et ses principaux affluents : la Lindi et la Tshopo. Ce sont ces trois grands cours d'eau qui recueillent à leur tour des eaux de nombreux tributaires coulant pour la plupart à travers la ville [7].

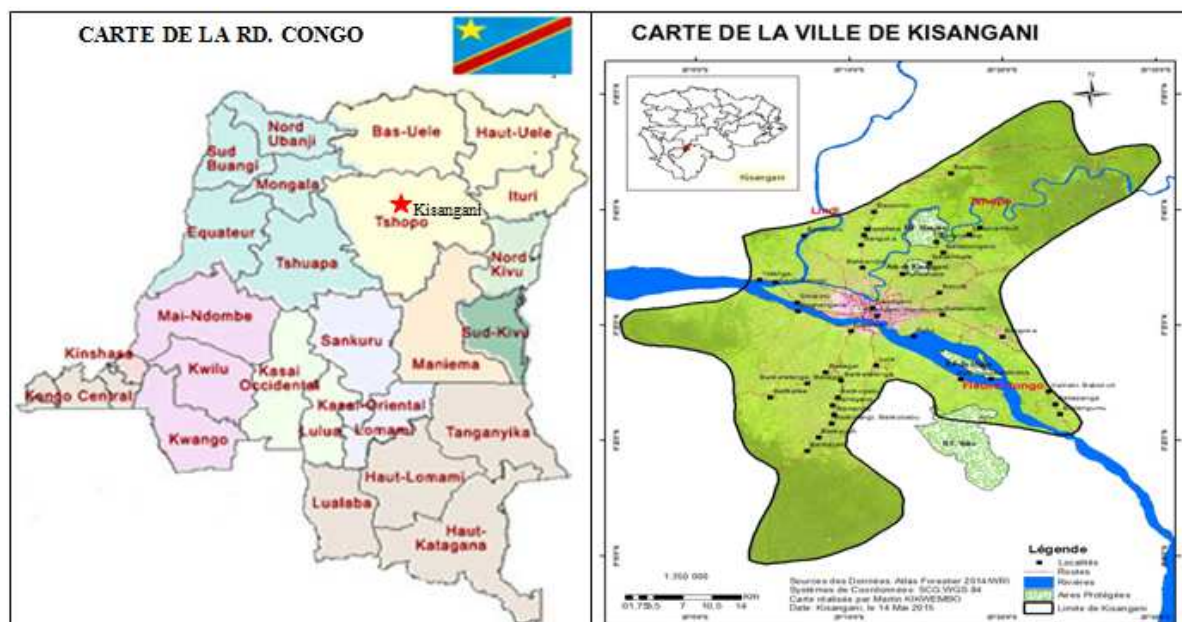


Fig. 1. Carte montrant la République Démocratique du Congo et Kisangani

2.2 METHODOLOGIE

Ce travail a été mené durant 21 jours du 12 Mars au 1^{er} Avril 2012. Les géniteurs qui ont servi à l'expérimentation de cette étude ont été récoltés pendant les vidanges effectuées aux étangs de la station où se passe cette étude et ont été mis aux étangs de stockage pendant quatre mois. Après récolte chaque géniteur a été mis individuellement dans un bac en plastique de 9h à 20h moment où a eu lieu l'induction.

CHOIX DES GÉNITEURS

Le choix porté aux géniteurs est basé sur certains critères notamment : une papille urogénitale protubérante, une bonne dilatation d'abdomen émettant quelques ovules sous une légère pression chez la femelle et une bonne corpulence chez le mâle.

Ainsi, dans cette étude on a choisi des géniteurs matures dont les poids varient entre 800 à 1 000 g, sexés pour obtenir un même nombre de mâles et de femelles de poids approximatifs.

Pour éviter des morsures graves causées par l'agressivité, chaque individu était installé dans son récipient.

EXTRACTION DES HYPOPHYSES ET PRÉPARATION DE LA SOLUTION HYPOPHYSIAIRE

Chez le poisson-chat, l'hypophyse peut être prélevée chez les mâles comme chez les femelles [8]. Pour ce travail, elle a été extraite chez le mâle où les testicules ont été également prélevés pour la fécondation des ovules.

Au moyen d'une fine pince, les hypophyses ont été extraites et placées dans un mortier en porcelaine et broyées immédiatement à l'aide d'un pilon. 2 ml du sérum physiologique y ont été ajoutés. Ainsi la solution fraîchement préparée est prise dans une seringue et injectée le plus vite possible à la femelle.

INJECTION DE GÉNITEUR FEMELLE

La suspension hypophysaire est injectée de la manière suivante :

- adapter à la seringue une aiguille de 2.5 à 3.0 cm de longueur, de diamètre de 0.6 à 0.7 mm ;
- diriger la seringue vers le haut et essayer d'en éliminer l'air ;
- couvrir la tête de la femelle avec un linge et enfoncer l'aiguille de 2 à 2.5 cm sous un angle de 30 à 45°, dans les muscles dorsaux en direction de la queue ;

- la suspension est injectée lentement dans le muscle tout en retirant la seringue de quelques mm ;
- après injection, l'endroit de piqure est frotté avec le doigt pour bien distribuer dans les muscles la suspension injectée.

Après injection de l'extrait hypophysaire selon les normes de l'insémination artificielle, la femelle est alors replacée dans le bassin où elle doit attendre environ douze heures pour que les œufs soient mûrs dans l'ovaire. Par absorption d'eau dans l'ovaire, le ventre de la femelle gonfle considérablement pendant l'ovulation.

RÉCOLTE DE LA LAITANCE

Pour récolter la laitance, le géniteur mâle sacrifié a été placé dorsalement et au moyen d'une paire de ciseaux, sa cavité ventrale fut ouverte. Pour éviter à ce que les organes internes soient endommagés, cette opération a été faite avec prudence. Les deux testicules complètement retirés, sont mis dans un sachet étanche (pour éviter tout contact avec de l'eau) et placés dans une glacière.

STABULATION

La femelle injectée est gardée seule dans une eau où la température est connue (25°C). Celle-ci nous a permis d'avoir une idée sur le temps que les ovocytes arrivent en maturité. Ce qui implique la notion de degré-heure où on divise 300 heures par la température de l'eau dans laquelle la femelle injectée se trouve.

EXTRACTION MANUELLE DES ŒUFS OU STRIPPING

Après la réaction positive de la femelle à l'injection, les œufs sont facilement libérés de la papille génitale. Pour extraire les œufs, la femelle a été retirée soigneusement à l'aide d'une époussette et elle a été maintenue avec précaution par deux personnes munies des linges humides et ensuite une presse douce a été faite au niveau des flancs jusqu'à l'apparition des premières gouttes du sang.

FÉCONDATION DES ŒUFS

Les œufs libérés par la femelle sont fécondés par aspersion uniforme des gouttes issues des testicules fraîchement disséqués au-dessus de la masse des œufs. Pour activer les spermatozoïdes, une petite quantité d'eau propre fut immédiatement ajoutée dans le contenant à volume égal aux œufs. Pour être certain que la fécondation est arrivée à terme (entre 3 à 5'), une quantité suffisante d'eau était ajoutée permettant ainsi une bonne oxygénation et rinçage parfait des ovules. Les œufs ainsi fécondés sont repartis dans les différents cadres d'incubation.

INCUBATION DES ŒUFS ET ÉCLOSION

L'incubation des œufs fécondés est effectuée de deux manières suivantes :

- Dans deux gros bassins où était placé un cadre flottant en bois muni de treillis à petites mailles contenant de l'eau propre,
- dans quatre happas où les jacinthes d'eau, dont les racines ont servi comme support pour les œufs, sont placées.

L'éclosion des œufs a eu lieu entre 24 et 72 heures après leur fécondation.

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

Quelques paramètres comme température, pH et oxygène dissous influençant la survie et la croissance des larves ont été prélevée trois fois par jour (matin, midi et soir).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

LA TEMPÉRATURE DE L'EAU

Au cours de cette étude, l'évolution de la température n'a pas connu des fluctuations significatives. Les moyennes des températures les plus faibles étaient enregistrées les matinées (24,2°C) et les plus hautes à midi (30,7°C) durant toute la période expérimentale. La température moyenne journalière a varié autour de $28,5 \pm 0,55^\circ\text{C}$.

Les écarts de températures entre les traitements n'ont pas été enregistrés tout au long de cette étude.

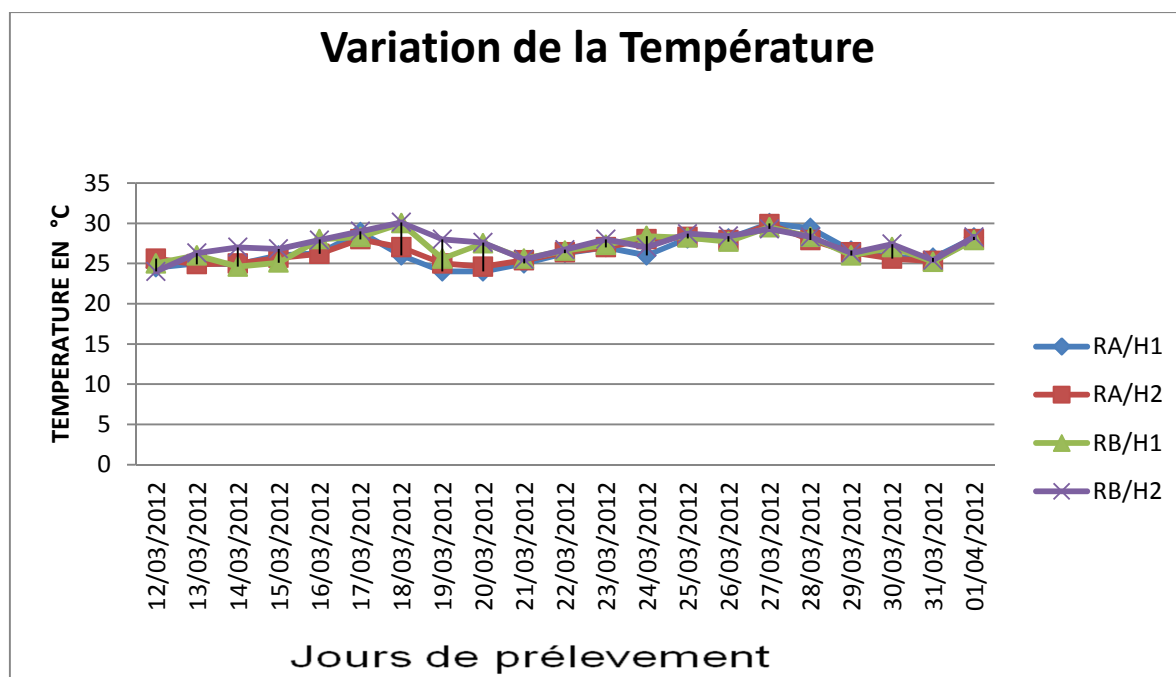


Fig. 2. L'évolution de la température selon les traitements

L'OXYGÈNE DISSOUS

Les moyennes de concentrations d'oxygène dissous obtenues varient entre $6,7 \pm 3,20$ et $6,6 \pm 3,50 \text{ mg.l}^{-1}$. Ces concentrations sont légèrement inférieures à celles de saturation de l'oxygène dissous qui est de 8 mg/l à 25°C mais restent acceptables pour les besoins des œufs et des larves [13].

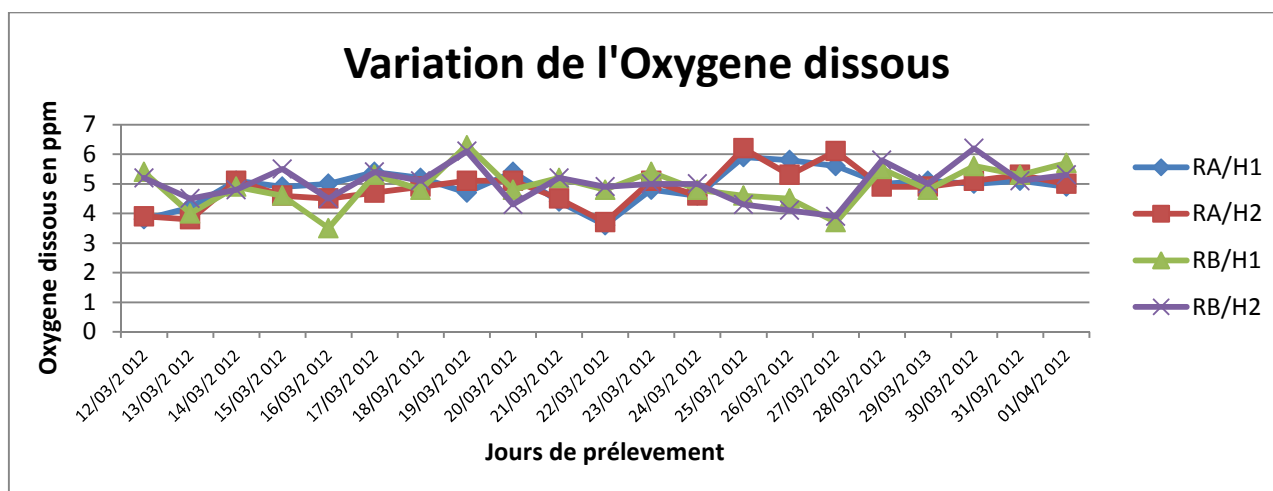


Fig. 3. La variation de l'oxygène dissous

LE PH DE L'EAU

Les valeurs moyennes de pH de l'eau dans les happas (fig.3) ont varié entre $6,8 \pm 0,2$ et $3,2 \pm 0,2$. Ces moyennes observées dans les happas restent également dans l'intervalle de pH favorable pour la croissance des poissons (pH 6,5 à 8) [15].

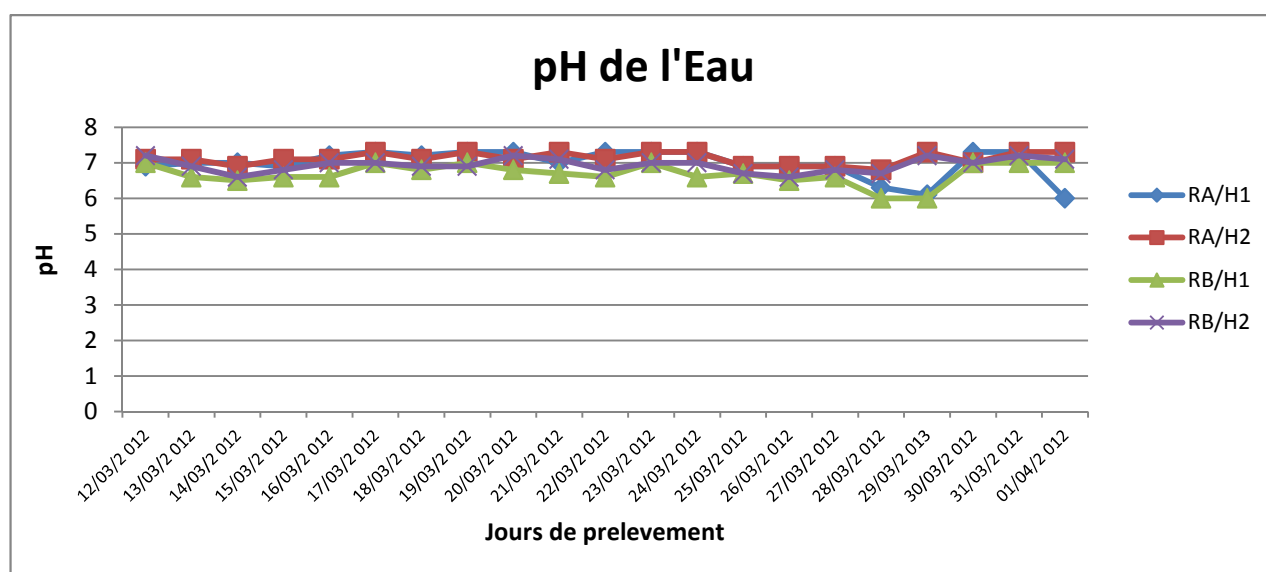


Fig. 4. Les valeurs moyennes de pH de l'eau

3.2 PHASE DE REPRODUCTION ARTIFICIELLE

Après la mise en pratique des toutes les méthodes évoquées, les résultats de performances de reproduction de la femelle à la ponte induite par hypophyse de *Clarias gariepinus* mâle sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Valeurs des paramètres biologiques trouvés lors de la reproduction artificielle

Paramètres	Valeur
Poids de la première femelle	800g
Poids de la deuxième femelle	900g
Poids du premier mâle	1000g
Poids du deuxième mâle	1100g
Réponse à l'injection hypophysaire	100%
Poids total des œufs pour 2 femelles	120g
Poids des œufs fécondés	42g
Poids des œufs non fécondés	78g
Nombre total des œufs	84000
Taux d'éclosion	35%

Il ressort de ce tableau que la femelle de *Clarias gariepinus* a répondu positivement à l'injection hypophysaire (cent pour cent) 12heures après l'injection.

La maturation finale des ovules dépend en grande partie de la température de l'eau.

3.3 PHASE DE L'ELEVAGE LARVAIRE

L'étude des caractéristiques de l'élevage larvaire a été abordée suivant les différents aspects de la croissance larvaire, à savoir : poids moyens et tailles moyennes des larves, taux de survie et taux de croissance spécifique.

Après deux jours post-éclosion (J2PE), 576 larves ont été réparties dans les 4 happas (144 larves/happas) où elles ont été nourries jusqu'au 21^{ème} jour post-éclosion (J21PE).

Le poids total, le poids moyen, le nombre total et le taux de survie des larves de *Clarias gariepinus* nourries avec les rations A (à base des protéines d'origine animale) et B (à base de protéines d'origine végétale) sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2. Poids total, poids moyen, nombre total et taux de survie des larves de *Clarias gariepinus* nourries avec l'aliment à base des protéines d'origine animale et l'aliment à base des protéines d'origine végétale

Paramètres	J2PE	J21PE
Poids total des larves (g)	28,8	366,45
Poids moyen d'une larve (g)	0,05	1,05
Nombre total des larves	576	349
Taux de survie (%)	100	60,5

Le tableau 2 révèle que le taux de survie observé au J21PE est un peu satisfaisant (60,5%) par rapport à celui obtenu par [9] soit 10,7%. Le poids moyen d'une larve est acceptable, soit 1,05g.

POIDS ET TAUX DE SURVIE DES LARVES PAR RATION ET PAR HAPPA

Les tableaux 3, 4, 5 et 6 suivants montrent l'évolution en poids des larves de *Clarias gariepinus* par ration, par happa.

Tableau 3. Poids et taux de survie des larves pour Ration A / Happa (1)

Paramètres	J2PE	J21PE
Poids total des larves (g)	7,2	93,8
Poids moyen d'une larve (g)	0,05	1,40
Nombre total	144	67
Taux de survie (%)	100	46,5

Tableau 4. Poids et taux de survie des larves pour Ration A / Happa (2)

Paramètres	J2PE	J21 PE
Poids total des larves (g)	7,2	74
Poids moyen d'une larve (g)	0,05	1
Nombre total	144	74
Taux de survie (%)	100	51,3

Tableau 5. Poids et taux de survie des larves pour Ration B / Happa (1)

Paramètres	J2PE	J21PE
Poids total des larves (g)	7,2	75,2
Poids moyen d'une larve (g)	0,05	0,80
Nombre total	144	93
Taux de survie (%)	100	64,5

Tableau 6. Poids et taux de survie des larves pour Ration B / Happa(2)

Paramètres	J2PE	J21PE
Poids total des larves (g)	7,2	75,2
Poids moyen d'une larve(g)	0,05	0,65
Nombre total	144	115
Taux de survie (%)	100	79,8

Le tableau(3) montre qu'au J2PE, le poids total de 144 larves était de 7,2g et le poids moyen d'une larve était de 0,05g. Cependant au J21PE avec un effectif total de 67 larves soit un taux de survie de 46,5% ; le poids total est de 93,8g avec 1,40g comme poids moyen d'une larve.

Il ressort du tableau (4) que le poids moyen est passé de 0,05g à 1g, le nombre total des larves est passé de 144 à 74 soit un taux de survie de 51,3%.

Le tableau (5) montre que le poids moyen d'une larve est passé de 0,05g à 0,8g et le poids total des larves est passé de 7,2g à 75,2g avec un taux de survie de 64,5%.

Le tableau (6) révèle que le poids moyen d'une larve est passé de 0,05g à 0,65g et le poids total des larves est passé de 7,2g à 75,2g avec un taux de survie de 79,8%.

Les tableaux 3, 4, 5 et 6 ci-dessus montrent que les poids moyens par happa par ration observés sont de 1,40 g pour A1, 1 g pour A2, 0,8 g pour B1 et 0,65 g pour B2. Ainsi, la ration A donne une moyenne de 1,20 g par (A1 et A2) contre 0,725 g pour la ration B (B1 et B2) soit une différence en moyenne de 0,475 g. Par contre le taux de survie est élevé aux happees contenant des larves nourries par la ration B (77,5%) par rapport aux happees dont les larves sont nourries par la ration A (48,9%) soit une différence en moyenne de 28,6%.

3.4 COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION DES TAILLES DANS LES HAPPAS

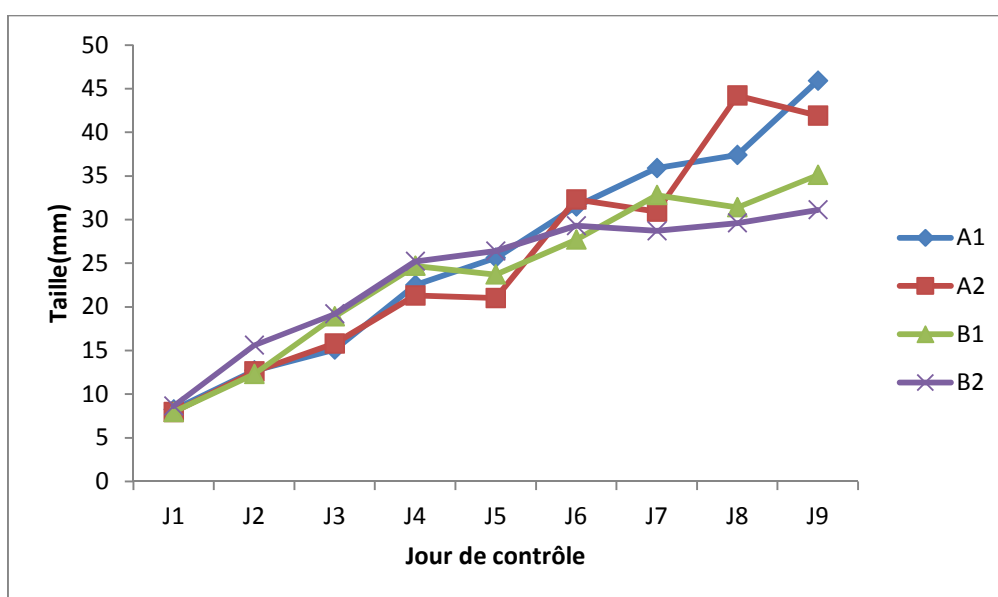


Fig. 5. Comparaison de l'évolution des tailles dans les happas

Il ressort de la figure 4 qu'au départ, la taille a évolué plus vite avec la ration B (quatre premières mensurations).

De la quatrième à la septième mensuration, on a assisté à des multiples variations selon le type d'aliment. Ensuite, la différence s'observe clairement à partir de la huitième mensuration jusqu'à la fin où les happas alimentés par la ration A donnent des tailles élevées par rapport aux happas alimentés par la ration B.

Les tailles moyennes de larves sont passées du premier au dernier jour de l'expérimentation de 7 mm à 48,8 mm pour les larves contenues dans le premier happa alimenté par la ration A, de 7 mm à 40 mm pour les larves contenues dans le deuxième happa alimenté par la même ration. Pour les larves nourries par la ration B, elles sont passées de 7 mm à 35 mm au premier happa et de 7 mm à 34 mm pour le deuxième happa. Les moyennes de concentrations d'oxygène dissous obtenues varient entre $6,7 \pm 3,20$ et $6,6 \pm 3,50$ mg.l⁻¹. Ces concentrations sont légèrement inférieures à celles de saturation de l'oxygène dissous qui est de 8 mg/l à 25°C mais restent acceptables pour les besoins des œufs et des larves [13]. Les valeurs moyennes de pH de l'eau dans les happas ont varié entre $6,8 \pm 0,2$ et $3,2 \pm 0,2$. Ces moyennes observées dans les happas restent également dans l'intervalle de pH favorable pour la croissance des poissons (pH 6,5 à 8) [15].

4 CONCLUSION

Cette étude sur la reproduction induite chez les silures de l'espèce *Clarias gariepinus* dans la région de Kisangani, République Démocratique du Congo a été conduite aux étangs dans un système ouvert.

Les résultats obtenus montrent que les propriétés physico-chimiques de l'eau de l'élevage notamment la température, l'oxygène dissous ainsi que le pH de l'eau n'ont pas été influencées ni par la distribution du type d'aliment ni par le dispositif des happas dans les étangs.

Le poids moyen d'une larve est passé de 0,05g à 0,8g et le poids total des larves est passé de 7,2g à 75,2g avec un taux de survie de 64,5% pour la ration A. Par ailleurs pour la ration B, le poids moyen d'une larve est passé de 0,05g à 0,65g et le poids total des larves est passé de 7,2g à 75,2g avec un taux de survie de 79,8%.

Ces résultats de survie sont meilleurs et au-dessus de ceux suggérés par [2] qui ont étudié le développement larvaire en étangs (32,2 à 38,7%).

A l'issu des résultats de ce travail, nous souhaiterions qu'une autre étude comparative évaluant l'effet de l'aliment expérimental et un aliment commercial mise au point en Europe soit menée afin d'estimer le gain de poids réel qui peut être obtenu des larves de géniteur de *Clarias gariepinus* de nos cours d'eau.

En outre pour être aussi précis que rationnel, il s'avère nécessaire de poursuivre cette expérience avec une densité de mise en charge supérieure à celle utilisée dans cette étude et procéder à un dosage en teneurs de l'eau de l'élevage en nitrite (NO_2) et en ammoniac (NH_3) étant donné que ces substances ont une certaine dose de l'impact sur la survie.

REFERENCES

- [1] Awais A. et Kestemont P, 1998. Feeding sequences (rotifer and dry diet), survival, growth and biochemical composition of African catfish, *Clarias gariepinus*, larvae. *Aquaculture research*, 29, 731-741
- [2] De Graff G. et Janseen H., 1995. Artificial reproduction and fingerling production of the African catfish, *Clarias gariepinus*, in protected and unprotected ponds. *Aquaculture Research* (Oxford); 26 (4): 233-242
- [3] Ducarme Ch. et Micha J-C., 2003. Technique reproduction intensive du poisson chat Africain, *Clarias gariepinus*. *Tropicultura*, 21,4 ; 189-198
- [4] FAO. 2006. Rapport de « la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2006 », aux délégués d'une cinquantaine des pays participants à la réunion biennale du sous-comité FAO de l'aquaculture (New Delhi, 4 – 8 Septembre Rome/ New Delhi 2006).
- [5] Hecht T., Oellennann L. et Verheust L., 1996. Perspectives on clarid catfish culture in Africa. *Aquatic Living Resources*, 9 Hors series; 197-206
- [6] Janssen J., 1985. Elevage du poisson-chat Africain *Clarias lazera* (cuv. & val., 1840) en République Centrafricaine. FAO Document technique n°20, FAO Rome: 37P
- [7] Kahindo, J., 2011. Potentiel en produits forestiers autres que le bois d'œuvres dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas des rotins *Eresmopathahaulle villeana* De Wild et *Laccosperma secundiflorum* (P. Beauv) Kuntze de la Réserve Forestière de Yoko (Province Orientale, RD Congo). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 269 p
- [8] Kouril et Hamackova, 1982. The effect of stocking density of growth, survival and agonistic behaviour of African catfish. *Aquaculture* 3: 217 – 225
- [9] Lwamba B. J., 2006. Effet des différents taux d'ingrédients d'origine animale dans la ration sur la croissance des larves de *Clarias gariepinus*. Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, 45p
- [10] Micha J-C. 1973. Etudes des populations piscicoles de l'Ubangi et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. Centre technique Forestier Tropical : 110p
- [11] Micha J-C. 1976. Synthèse des essais de reproduction, d'alevinage et de production chez un silure Africain : *Clarias lazera*. Symposium on Aquaculture in Africa. FAO. CIFA Technical paper n°4 (supplement) : 450 – 473
- [12] Micha J-C. 2001. Les méthodes de production intensive du Poisson chat africain (*Clarias gariepinus*)
- [13] Micha J-C. 2006. Exploitation durable des zones humides. Faculté des Sciences, Université de Kinshasa
- [14] Nshimba, H. (2008). Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, RD Congo. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 271 p.
- [15] Teugels G.G. 1996. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi, Siluroidei): an overview. *Aquat. Living Resour. Vol. 9* (Hors série), 9-34
- [16] Uys W. et Hecht T., 1984. Evaluation and preparation of an optimal dry feed for the primary nursing of *Clarias gariepinus* larvae (Pisces: Clariidae). *Aquaculture*, 47, 173-183
- [17] Viveen W.J.A.R., Richter, C.J.J., Vanoord T. P. G. W. J, Janseen J.A.L et Hisman E.A, 1985. Manuel pratique de pisciculture de poisson-chat Africain, *Clarias gariepinus*, Département de zoologie de l'Université d' Utrecht, Pays-Bas et UN-FAO BANGUI, RCA, 195p

Evaluation de la valeur nutritive et des facteurs antinutritionnels de quatre légumes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs (Province de la Tshopo, RD Congo)

[Evaluation of anti-nutritional factors and nutritive values of four wild edibles vegetables consumed at Kisangani city and its surroundings (Tshopo province, DR Congo)]

Jacques N.B. Tchatchambe^{1,2}, Basile E. Solomo¹, Francine B. Kirongozi², Crispin B. Lebisabo^{1,2}, Benoît D. Dhed'a¹, Jacques W.B. Tchatchambe¹, Nadège K. Ngombe³, Pius T. Mpiana⁴, Théophile F. Mbemba⁴, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua^{4,5,6}

¹Laboratoire de génétique, amélioration des plantes et Biotechnologie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, B.P. 2012, RD Congo

²Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, B.P. 2012, RD Congo

³Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, B.P. 212 Kinshasa XI, RD Congo

⁴Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

⁵Université de Gbadolite, Province du Nord Ubangi, RD Congo

⁶Institut Supérieur Pédagogique d'Abumombazi, Province du Nord Ubangi, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A study on the toxic and nutritional values of four wild vegetables (*Ipomoea aquatica*, *Dewevrea bilabiata*, *Vitex welwitschii* and *Vernonia hochstetteri*) was performed before and after cooking. In this study, it appears that these wild vegetables can be dietary supplements of values in those for crude protein, fat, calcium, magnesium, iron, phosphorus and vitamins (A, B1, B2, B6 and C). The leaves of *Ipomoea aquatica* are particularly rich in lipids (21 gr/100 gr), vitamin B2 (0.38 mg %), vitamin C (0.2 mg%). The *Dewevrea bilabiata* leaves are rich in crude protein (0.04 mg/100g r), vitamin B2 (0.38 mg%), vitamin B6 (0.8 mg%), vitamin C (0.2 mg%) and leaves of *Vitex welwitschii* rich in vitamin A (0.75 mg/100 gr), vitamin B1 (1.33 mg/100 gr), vitamin C (0.2 mg%). However, these vegetables also contain some undesirable substances including alkaloids, tannins, flavonoids, sterols and terpenes, traces of toxic substances such as cyanide and nitrites before cooking. After cooking, these substances and toxic components disappear. Similarly, cooking significantly reduced the levels of different nutrients. All these results justify the use of these plants in the diet of the population living around Kisangani city. A cooking these vegetables at moderate temperatures is recommended.

KEYWORDS: Nutritional therapy, wild edible plants, chemical composition, anti-nutritional factors, RD Congo.

RESUME: Une étude sur la valeur nutritive et toxique de quatre légumes sauvages (*Ipomoea aquatica*, *Dewevrea bilabiata*, *Vitex welwitschii* et *Vernonia hochstetteri*) a été effectuée avant et après cuisson. De cette étude, il ressort que ces légumes sauvages peuvent constituer des compléments alimentaires de valeur en ce qui concerne les protéines brutes, les lipides, le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore et les vitamines (A, B1, B2, B6 et C). Les feuilles d'*Ipomoea aquatica* sont

particulièrement riches en lipides (21 gr/100 gr), vitamine B2 (0,38mg %), vitamine C (0,2 mg %). Les feuilles de *Dewevrea bilabiata* sont riches en protéines brutes (0,04 mg/100 gr), vitamine B2 (0,38 mg %), vitamine B6 (0,8 mg %), vitamine C (0,2 mg%) et les feuilles de *Vitex welwitschii* riches en vitamine A (0,75 mg/100 gr), vitamine B1 (1,33 mg/100 gr), vitamine C (0,2 mg%). Cependant, ces légumes contiennent également quelques substances indésirables notamment les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes, les stérols et terpènes, des traces des substances toxiques telles que nitrites et cyanures avant cuisson. Après cuisson, ces substances indésirables et toxiques disparaissent. De même, la cuisson a considérablement réduit la teneur des différentes substances nutritives. L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation de la population des environs de Kisangani. Une cuisson de ces légumes à des températures modérées est recommandée.

MOTS-CLEFS: Nutrithérapie, plantes alimentaires sauvages, composition chimique, facteurs antinutritionnels, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'intérêt des aliments et de la nutrithérapie pour les pathologies chroniques dans le cadre de la médecine basée sur les évidences scientifiques est une priorité en Afrique. En effet, pour les maladies chroniques, la meilleure approche ne serait donc pas d'aller vers les molécules et en synthétiser d'autres, mais d'intégrer le médicament du malade dans son alimentation quotidienne. A cet effet, les aliments et denrées alimentaires traditionnels peuvent constituer une piste importante dans la recherche des solutions à la lutte contre ces maladies chroniques mais aussi contre la malnutrition [1-5].

Les résultats d'une enquête sur la perception de la pauvreté menée auprès des communautés de base pour l'ensemble du pays situent le pourcentage des ménages frappés par l'insécurité alimentaire (moins de 3 repas par jour) à 92% [6]. Pourtant, République démocratique du Congo est un réservoir de la biodiversité [7-16] et environ 40 millions de Congolais parmi les plus pauvres dépendent directement de la forêt pour leurs alimentations, matériaux, énergie et médicaments [6].

L'objectif du présent travail est d'évaluer la valeur nutritionnelle et les facteurs antinutritionnels de quatre légumes alimentaires sauvages (*Ipomea aquatica*, *Dewevrea bilabiata*, *Vitex welwitschii* et *Vernonia hochstetterii*) consommées à Kisangani et ses environs. Dans ce contexte, une étude chimique de ces plantes a été réalisée en vue de déterminer leur composition en macro et micronutriments et la présence des facteurs antinutritionnels tels que les nitrites, nitrates, cyanures, oxalates, tannins, alcaloïdes, stérols et terpènes. A notre connaissance, bien que décrit botaniquement, ces plantes n'ont pas encore fait l'objet d'études chimiques sérieuses.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDES

La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-est de la cuvette congolaise à 0°31' de latitude Nord et 25°11' de longitude Est à une altitude moyenne de 396m. Elle est le chef-lieu de la Province de la Tshopo. Elle s'étend sur une superficie de 1.910km² [17].

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les feuilles de : *Ipomea aquatica* (Apheu), *Dewevrea bilabiata* (Lofembembo), *Vitex welwitschii* (Ebite) et *Vernonia hochstetterii* (Mongbolia) ont constitué le matériel végétal pour les analyses effectuées. Tous les échantillons ont été récoltés à 34 km sur la route Yangambi à Yaoseko. La figure 1a-d donne la photo de ces plantes.

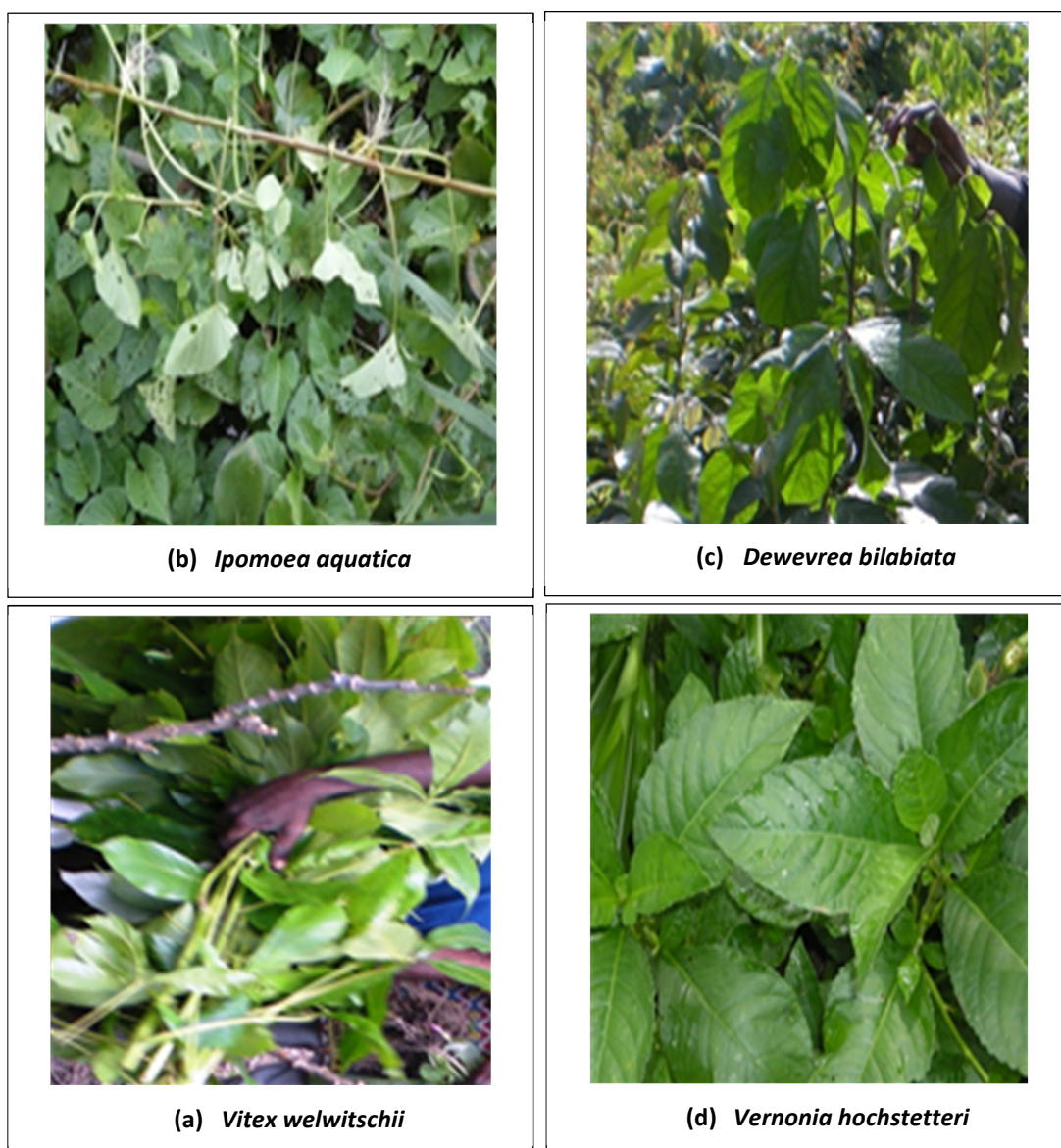


Figure 1 : Les différentes plantes utilisées

2.3 MÉTHODES

Les feuilles des plantes sélectionnées ont été analysées avant et après cuisson en cinq répétitions. Des échantillons frais de ces plantes ont été utilisés pour le dosage de l'humidité, la détermination des acides cyanhydrique, ascorbique et citrique. Les protéines brutes, les cendres brutes, les groupes phytochimiques et les ions toxiques ont été analysés à partir des feuilles sèches, pilées à l'aide d'un mortier et d'un pilon en bois puis tamisées pour avoir la poudre fine.

En ce qui concerne la cuisson, nous avons bouilli les feuilles fraîches de ces différentes plantes pendant 30 à 60 minutes. Ces feuilles ont été égouttées pendant deux heures avant de commencer les analyses pour une partie à l'état frais ; et pour l'autre partie, elles ont été séchées pour avoir des échantillons secs à la température du laboratoire.

ANALYSE QUANTITATIVE

La détermination de l'humidité a été faite par séchage de l'échantillon à 105 °C jusqu' au poids constant selon [18, 19]. Par contre la détermination des cendres a été faite après calcination à haute température 550 °C. Les protéines brutes ont

été évaluées par dosage de l'azote total selon Kjeldahl et la teneur en protéines brutes (%PB) est déterminée par la relation suivante : $\%PB = \%N \times 6,25$ où $\%N$ = teneur en azote total de l'échantillon et 6,25 = facteur de conversion de la teneur d'azote en protéines. L'extrait destiné à la détermination des éléments minéraux a été obtenu après attaque nitroperchlorique. Le calcium a été dosé par la méthode complexométrique à l'EDTA, le magnésium par la complexation de la somme Ca^{2+} et Mg^{2+} et le phosphore ainsi que le fer par la méthode colorimétrique. Les lipides ont été extraits par soxhlet selon la méthode de Weibull [3-5, 18, 19]. L'acide ascorbique a été déterminé selon [20] et l'acide citrique selon [21].

ANALYSES QUALITATIVES

Le test qualitatif d'oxalate a été effectué selon [22], celui de cyanures et nitrites selon [23] tandis que celui de nitrates a été effectué selon [24]. Les alcaloïdes, les saponines, les flavonoïdes, les tanins, les stérols et terpènes ont été détectés selon [25].

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 COMPOSITION DES PLANTES EN MACRONUTRIMENTS

La figure 2 donne la teneur des espèces végétales en eau avant (AVC) et après cuisson (APC).

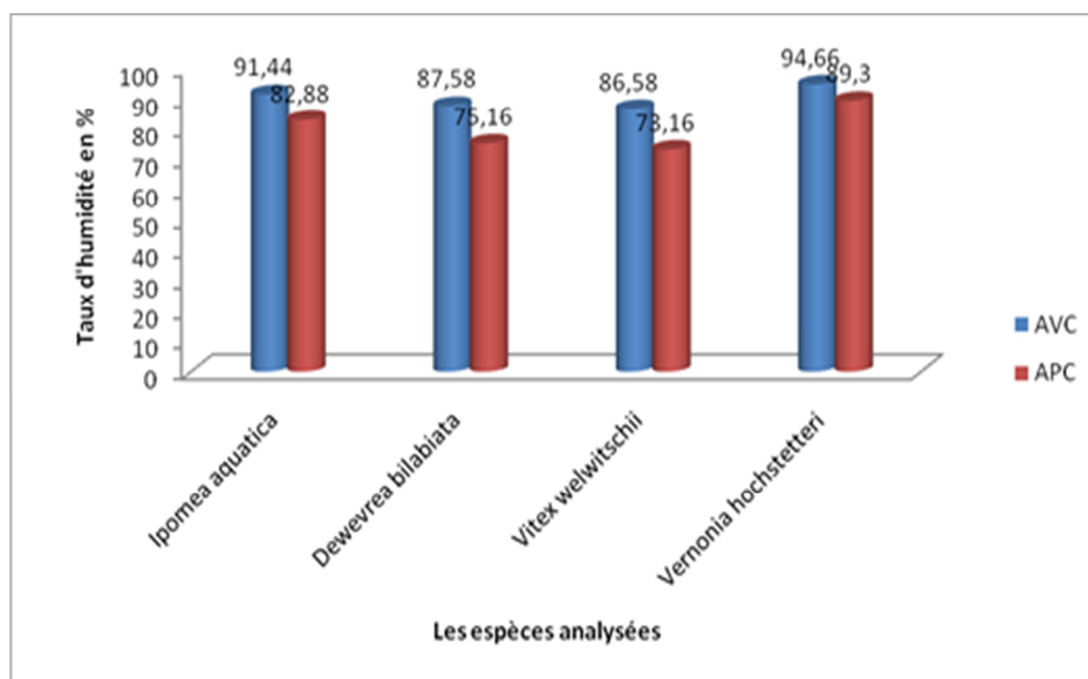


Figure 2: Teneur des espèces végétales en eau avant et après cuisson (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson)

Il ressort de cette figure que l'humidité relative des feuilles des plantes alimentaires sauvages analysées varie de : 86,58% (*Vitex welwitschii*) à 94,66% (*Vernonia hochstetteri*) avant cuisson, alors qu'après cuisson cette valeur varie entre 73,16% et 89,3% pour les mêmes espèces. En général, on observe une diminution de taux d'humidité après cuisson. En considérant les résultats de travaux antérieurs sur l'analyse du taux d'humidité des plantes alimentaires sauvages tels que mentionnés par [26, 27], il a été prouvé que plusieurs légumes ont un taux d'humidité variant de 71 à 94%. Nos résultats se situent dans cet intervalle. En comparant nos données avec celles de [28], nous remarquons que les feuilles de nos plantes alimentaires sauvages avant cuisson contiennent plus d'eau que celles de chou frisé (84,6%) tandis que celles de *Vernonia hochstetteri* renferment plus d'eau que celles de chou cabus (93%).

La figure 3 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en acide citrique.

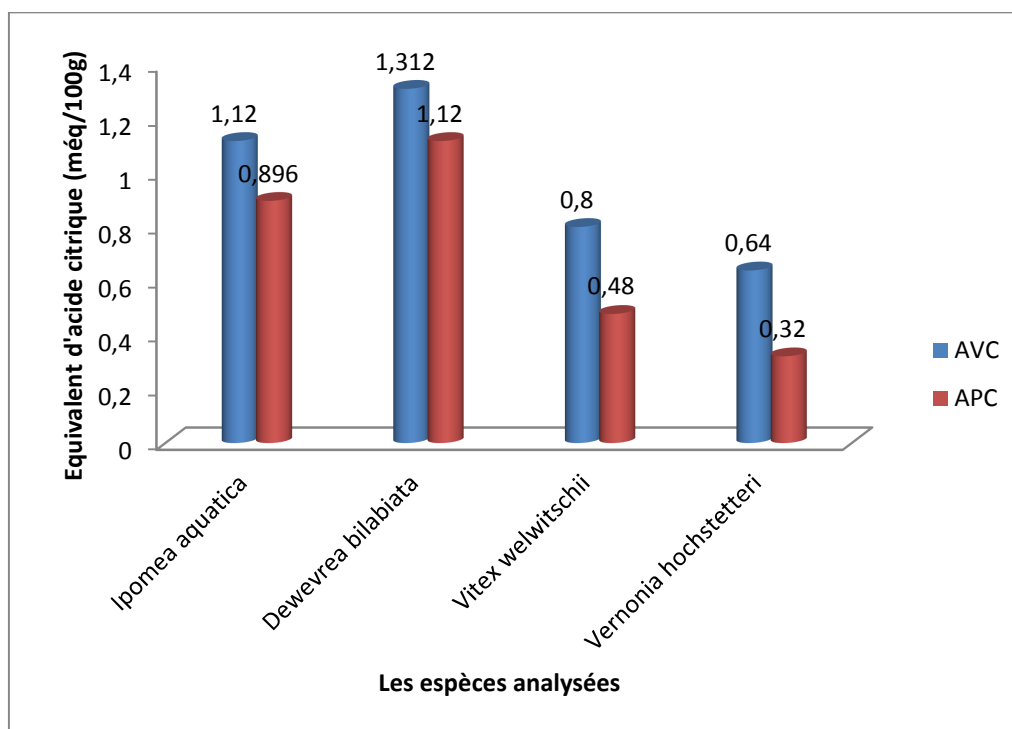


Figure 3: Teneur des espèces végétales analysées en acide citrique (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson)

Il ressort de la figure 3 que la teneur en équivalent d'acide citrique varie de 0,64 mEq /100 gr (*Vernonia hochstetteri*) à 1,312 mEq/100g (*Dewevrea bilabiata*) avant cuisson tandis que cette valeur varie de 0,32 à 1,12 mEq/100 gr pour les mêmes espèces.

La figure 4 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en lipides.

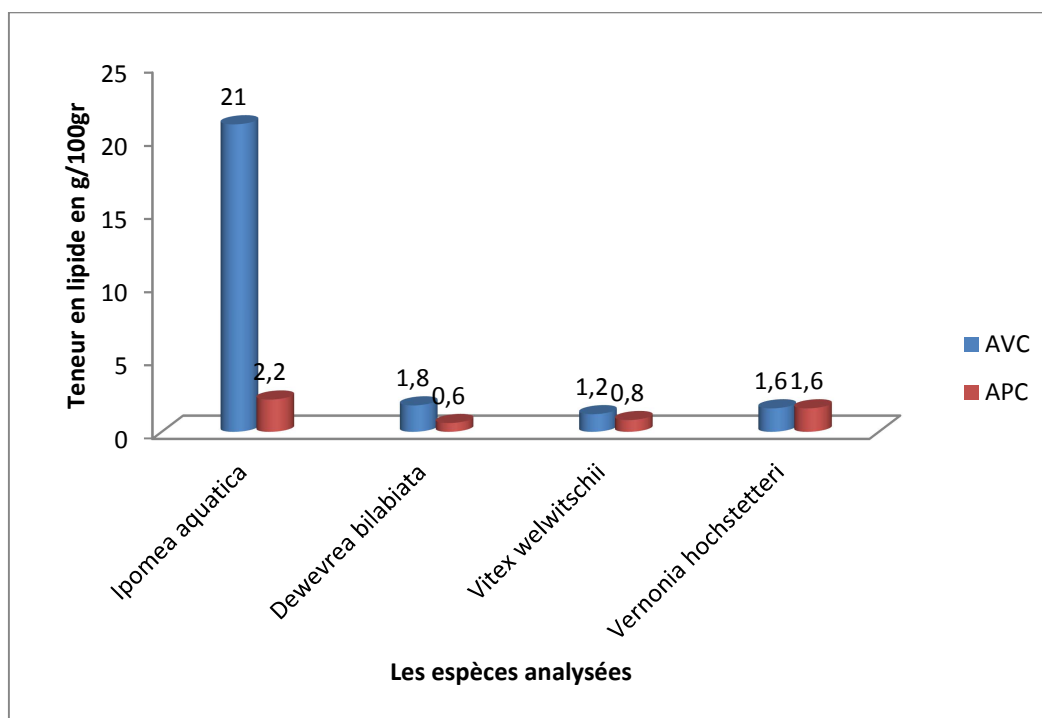


Figure 4: Teneur des espèces végétales analysées en lipides (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson)

Il ressort de la figure 4 que la teneur en lipides des plantes analysées varie de 1,2 gr/100 gr (*Vitex welwitschii*) à 21 gr/100 gr (*Ipomoea aquatica*) avant cuisson. Par contre, après cuisson, cette valeur est comprise entre 0,6% (*Dewevrea bilabiata*) et 2,2% (*Ipomea aquatica*). En comparant nos données avec celle de [29], nous remarquons que les feuilles de nos plantes sont plus riches en lipides que la pomme de terre (0,1%). Notons que sur le plan de nutrition humaine, les lipides sont des substances qui interviennent dans la formation de tissus adipeux à partir des acides gras saturés ou poly-insaturés. Elles sont une source d'énergie avec production de 9 calories/gr. De ces résultats, nous remarquons que les PAS analysées peuvent être considérées comme des sources permanentes en calories. Ainsi, leur intégration dans l'alimentation s'avère utile dans les conditions actuelles des ménages à Kisangani. Etant donné que ces lipides sont d'origine végétale, nous pouvons dire que ces plantes alimentaires sauvages sont riches en acides gras insaturés car il est établi que les phytostérols ne sont pas digérés par l'homme. Ainsi, il n'y a pas risque des maladies cardiovasculaires en consommant ces légumes. De plus, on remarque que les lipides végétaux diminuent le taux de cholestérol des viandes chez l'homme [30].

La figure 5 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en protéines.

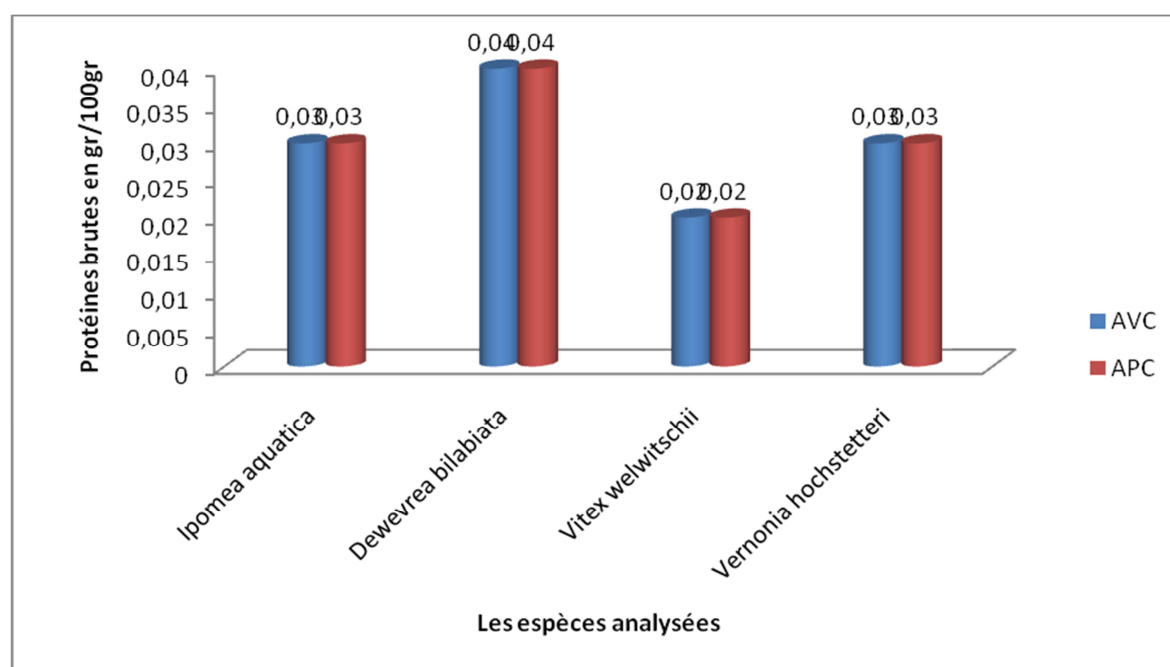


Figure 5: Teneur des espèces végétales analysées en protéines (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Les résultats de cette figure montrent que la teneur en protéines brutes avant et après cuisson varie de 0,02gr/100gr (*Vitex welwitschii*) à 0,04gr/100gr (*Dewevrea bilabiata*). Nos résultats indiquent aussi que la cuisson n'a presque pas extrait les protéines de ces légumes. Peut-être qu'il en faudrait une durée plus longue de cuisson. En comparant nos résultats à ceux de [29], nous remarquons que nos feuilles renferment moins des protéines que le chou cabus (1,6 gr/100 gr) et le chou frisé (3,5 gr/100 gr).

3.2 TENEUR DES PLANTES EN VITAMINES

La figure 6 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en vitamine A.

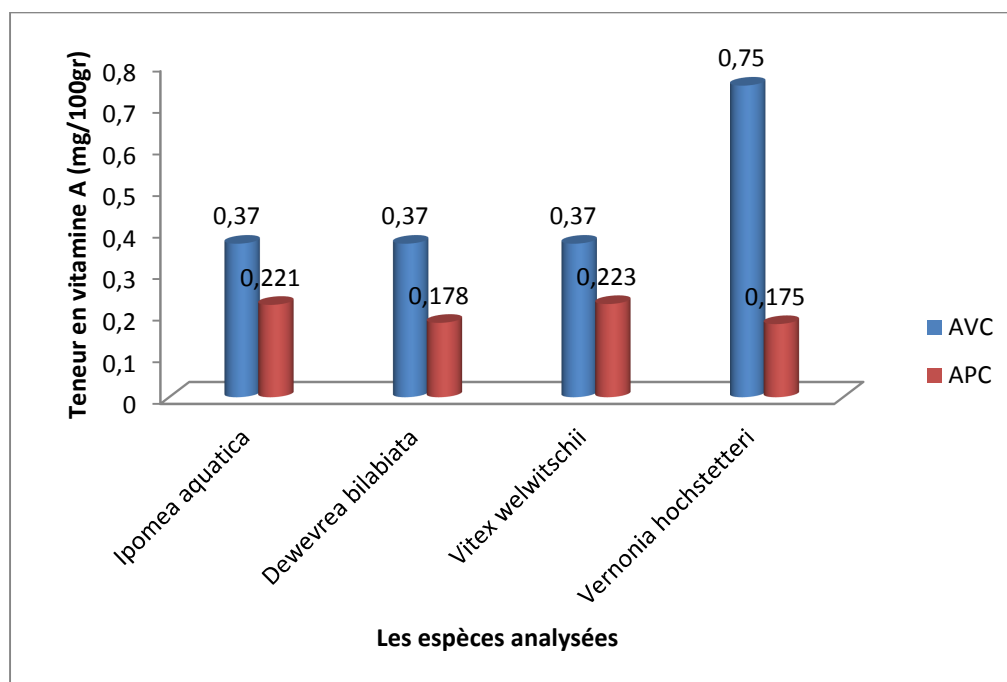


Figure 6: Teneur des espèces végétales analysées en vitamine A (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de cette figure que la teneur en vitamine A avant cuisson varie entre 0,37 mg/100 gr (*Dewevrea bilabiata*, *Ipomea aquatica* et *Vernonia hochstetteri*) et 0,75 mg/100 gr (*Vitex welwitschii*). Cette dernière plante a une valeur en vitamine A supérieure à celle de la tomate qui contient 0,5 mg de carotène pour 100 gr [29]. La fonction de base de vitamine A est son utilisation dans la synthèse de pigment rétinien. De ce fait, elle intervient dans le processus de la vision. Elle favorise la croissance de toutes les cellules de l'organisme et, en particulier, de celle des tissus épithéliaux. Elle intervient aussi dans la défense de l'organisme contre les infections [31]. Nous pouvons recommander aux gens qui ont un problème de vision de consommer les feuilles de *Vitex welwitschii* compte tenu de sa teneur élevée en vitamine A. Elle peut être aussi recommandée pour renforcer la défense de l'organisme contre les infections.

La figure 7 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en vitamine B1 (Thiamine).

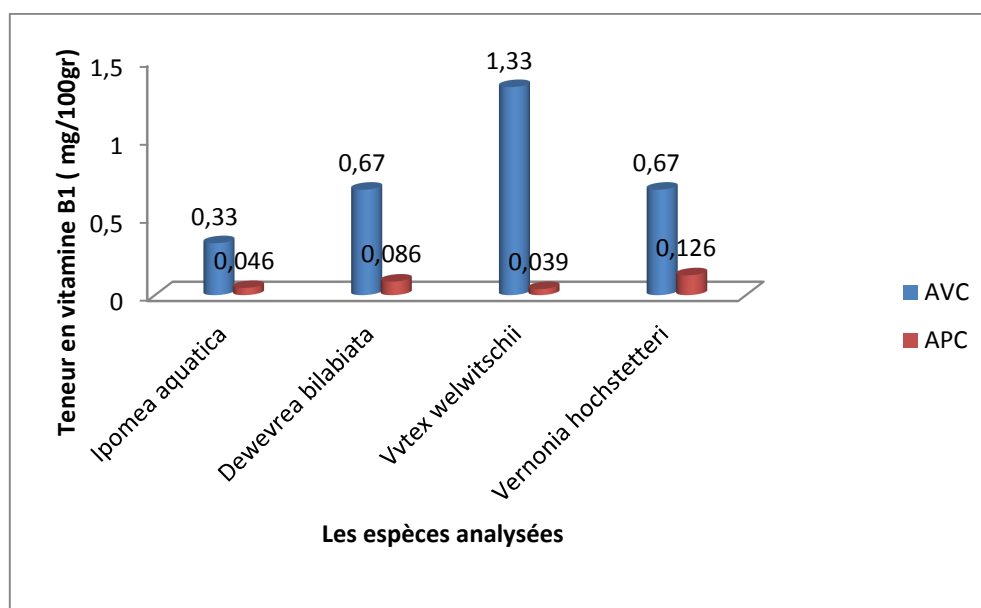


Figure 7: Teneur des espèces végétales analysées en vitamine B1 (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de la figure 7 que la teneur en vitamine B1 varie entre 0,33 mg /100 gr (*Vernonia hochstetteri*) et 1,33 mg/100gr (*Vitex welwitschii*) avant cuisson. Par contre après cuisson, cette valeur varie de 0,039 mg/100 gr (*Vitex welwitschii*) à 0,126 mg/100 gr (*Vernonia hochstetteri*). Ceci montre que cette vitamine dans nos plantes est presque détruite après cuisson, vu les écarts observés. En comparant nos résultats à ceux de [30], nous remarquons que toutes nos plantes ont une valeur plus élevées en vitamine B1 avant cuisson que l'oignon 0,06 mg/100 gr.

La figure 8 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en vitamine B2 (Riboflavine).

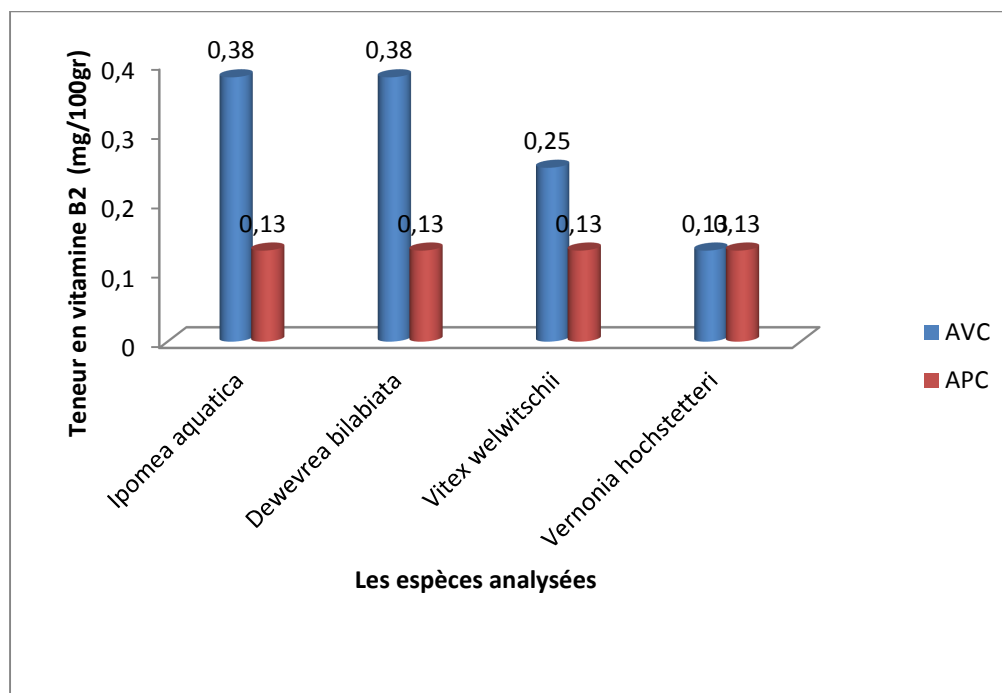


Figure 8: Teneur des espèces végétales analysées en vitamine B2 (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Cette figure indique que la teneur en riboflavine avant cuisson se présente de la manière suivante : *Ipomoea aquatica* et *Dewevrea bilabiata* (0,38 mg/100 gr), *Vitex welwitschii* (0,25 mg/100 gr) et enfin *Vernonia hochstetteri* (0,13 mg/100 gr). Les trois premiers échantillons montrent une diminution de moitié après la cuisson sauf le dernier dont les deux valeurs sont les mêmes. Ceci peut être expliqué par l'insuffisance dans la durée de cuisson. On remarque aussi qu'après la cuisson, cette teneur de 0,13 mg/100 gr se maintient dans toutes les plantes analysées. [29] indique que la teneur en vitamine B2 de l'oignon est de 0,04 mg/100 gr qui est une teneur inférieure à celle de nos légumes analysés.

La figure 9 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en vitamine B6 (Pyridoxine).

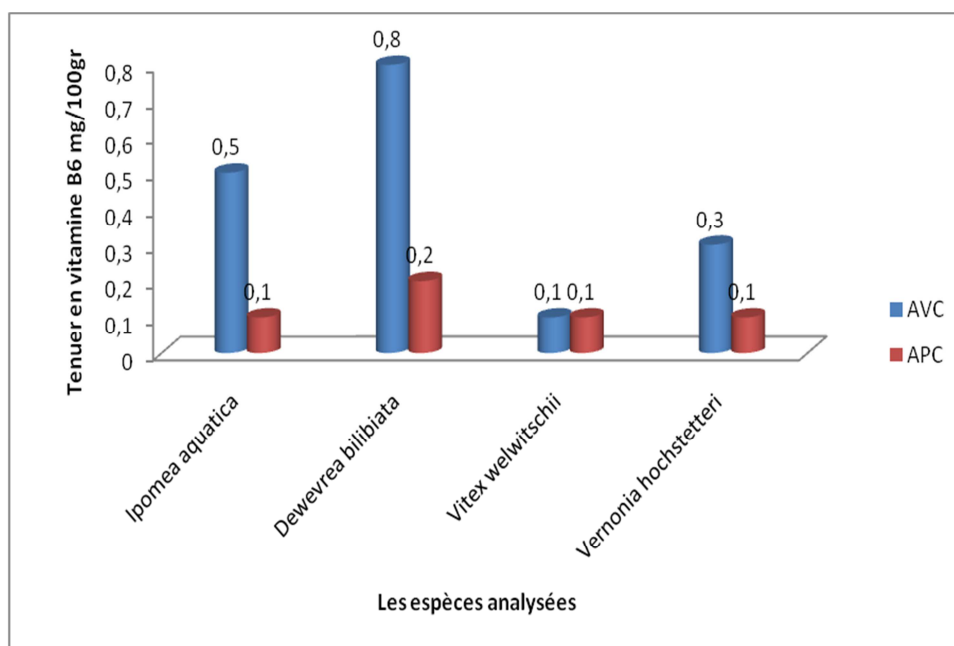


Figure 9: Teneur des espèces végétales analysées en vitamine B6 (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson)

Il ressort de cette figure qu'avant cuisson, la teneur en vitamine B6 est la plus élevée (0,8 mg/100 gr) dans les feuilles de *Dewevrea bilabiata* par rapport aux autres plantes. Cependant, cette valeur baisse considérablement après cuisson (0,2 mg/100 gr). Il serait donc souhaitable de réduire la durée de cuisson pour maintenir le taux élevé en cette vitamine car en effet, le besoin journalier chez l'enfant est de 0,1 mg/jour ; par contre, pour l'adulte cette valeur varie de 1,8 à 3,5 mg/jour. Vu que ces légumes sont parmi les sources de vitamines B6, la consommation des plantes alimentaires sauvages pourra contrebalancer les effets néfastes de la carence en vitamine B6 tels que le défaut de la transamination, acrodynie qui se manifeste lorsque le taux de protéines s'élève par rapport au taux de vitamine B6 dans l'alimentation, une dermatite, une lésion nerveuse et une anémie [32].

La figure 10 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en vitamine C (acide L-ascorbique).

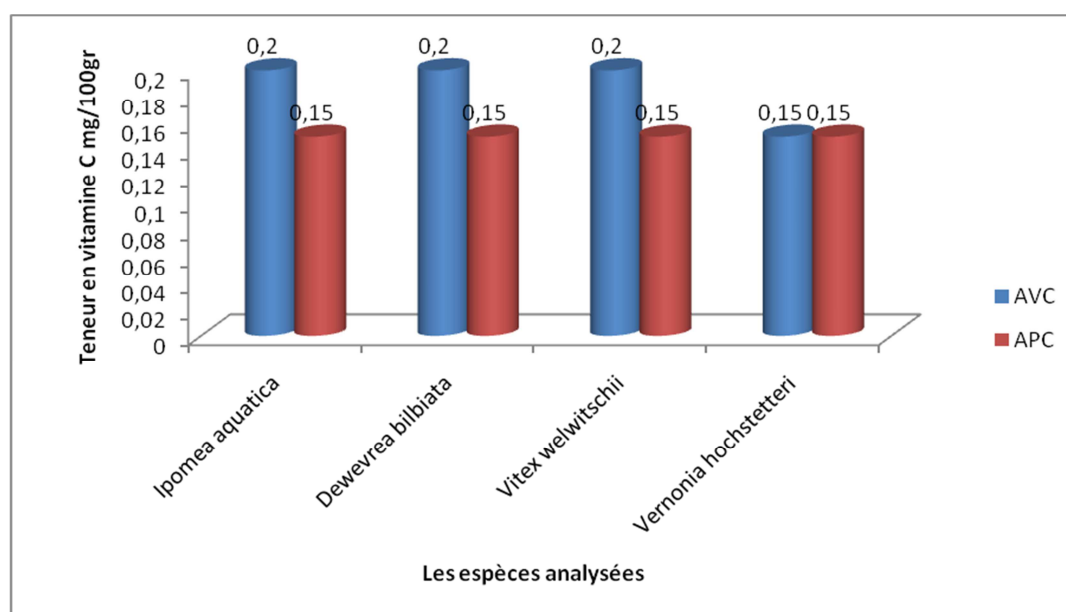


Figure 10: Teneur des espèces végétales analysées en acide L-ascorbique (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de cette figure que, toutes les feuilles de nos plantes ont les mêmes valeurs en vitamine C avant et après cuisson ce qui représente de bonnes sources en cette vitamine étant donné que la voie biosynthétique de cette vitamine n'est pas fonctionnelle chez les primates non humains et humains.

3.3 TENEUR DES PLANTES EN MINÉRAUX

La figure 11 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en cendres brutes.

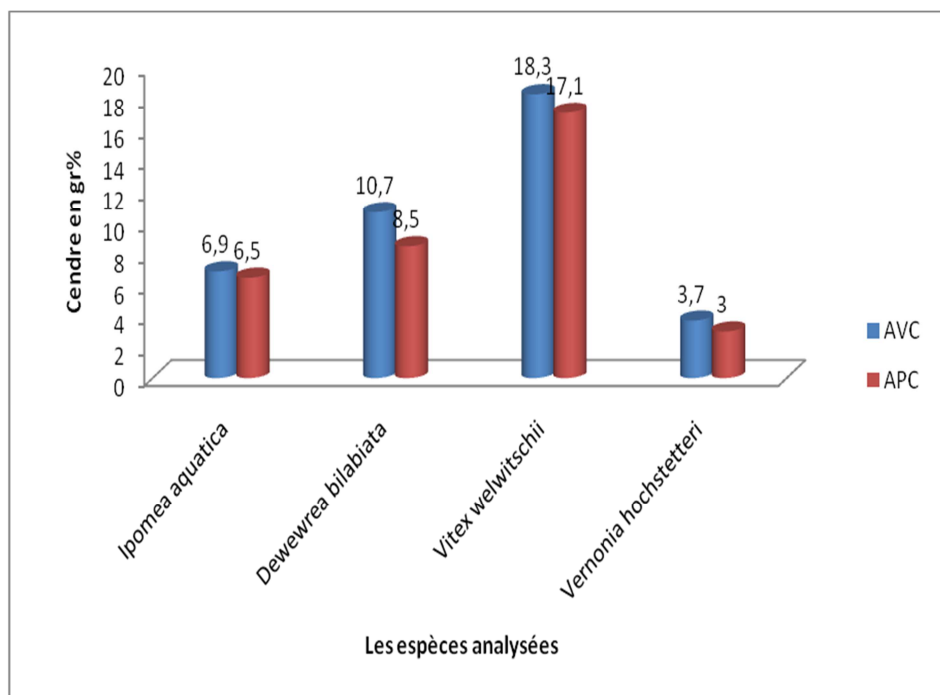


Figure 11: Teneur des espèces végétales analysées en cendres brutes (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Cette figure révèle que la teneur en cendres brutes dans les feuilles des plantes étudiées varie de 3,7% (*Vernonia hochstetteri*) à 18,3% (*Vitex welwitschii*) avant cuisson. Par contre après cuisson cette teneur varie de 3% (*Vernonia hochstetteri*) à 8,5% (*Dewewrea bilabiata*). En comparant nos résultats à ceux de [33], nous remarquons que les feuilles de *Vitex welwitschii* sont plus riches en cendres brutes que celles de *Solanum americanum*, *Amaranthus viridis*, *Scorodophloeus zenkeri* et *Gnetum africanum* (16,8%, 15,6%, 7,5% et 4% respectivement).

La figure 12 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en calcium.

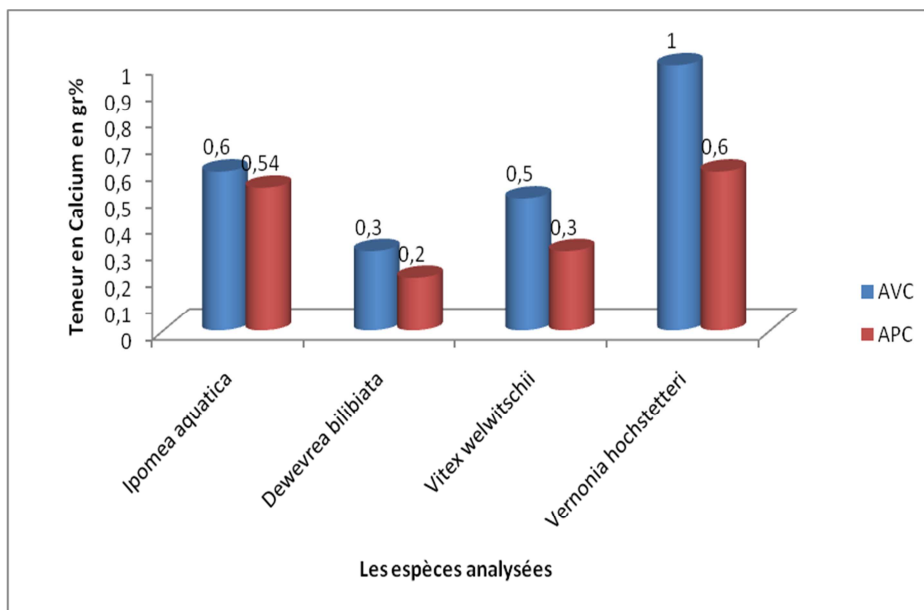


Figure 12: Teneur des espèces végétales analysées en calcium (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de la figure 12 que la teneur en calcium des plantes analysées varie de 0,3 gr (*Dewevrea bilbiata*) à 1 gr/100 gr (*Vernonia hochstetteri*) avant cuisson tandis que ce taux varie de 0,2 gr à 0,6 gr/100 gr chez les mêmes espèces après cuisson. En nous référant aux données de [29], nous voyons que les feuilles de toutes nos plantes renferment plus de calcium que celles de *Amaranthus tricolor* (154 mg/100 gr), de chou cabus (55 mg/100 gr) et de chou frisé (132 mg/100 gr). Comparés aux résultats de [34], nous remarquons que les feuilles de *Ipomea aquatica* et de *Vernonia hochstetteri* sont plus riches en calcium que celles de *Amaranthus viridis* et de *Gnetum africanum* (0,29 gr et 0,306 gr/100 gr respectivement) après cuisson.

La figure 13 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en fer.

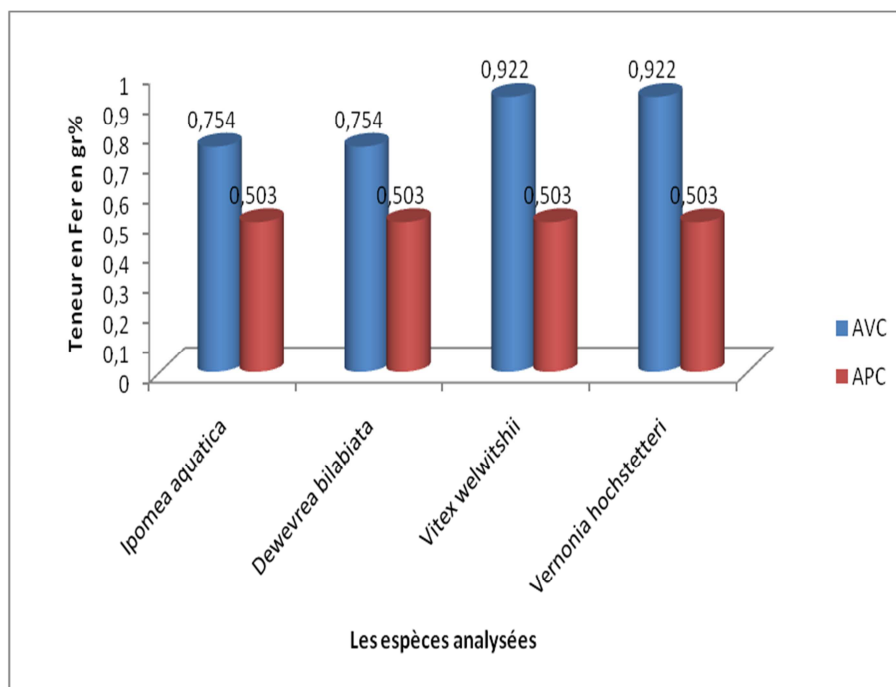


Figure 13: Teneur des espèces végétales analysées en fer (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de la figure 13 que les feuilles de *Vernonia hochstetteri* et celle de *Vitex welwitschii* contiennent un pourcentage plus élevé en fer (soit 0,922 mg%) que les autres plantes avant cuisson.

Cependant, après la cuisson, le pourcentage de toutes les PAS sont identiques. En comparant nos données avec celles de [33], nous voyons que les feuilles de *Vitex welwitschii* et de *Vernonia hochstetteri* sont plus riches en fer que celles de *Solanum americanum*, *Pteridium aquilinum* et *Amaranthus viridis* (0,85 gr ; 0,67 gr et 0,84 gr/100 gr respectivement) avant cuisson. Compte tenu de leur composition, les feuilles de ces deux espèces pourraient contribuer à corriger l'anémie par la quantité importante de fer constaté.

La figure 14 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en magnésium.

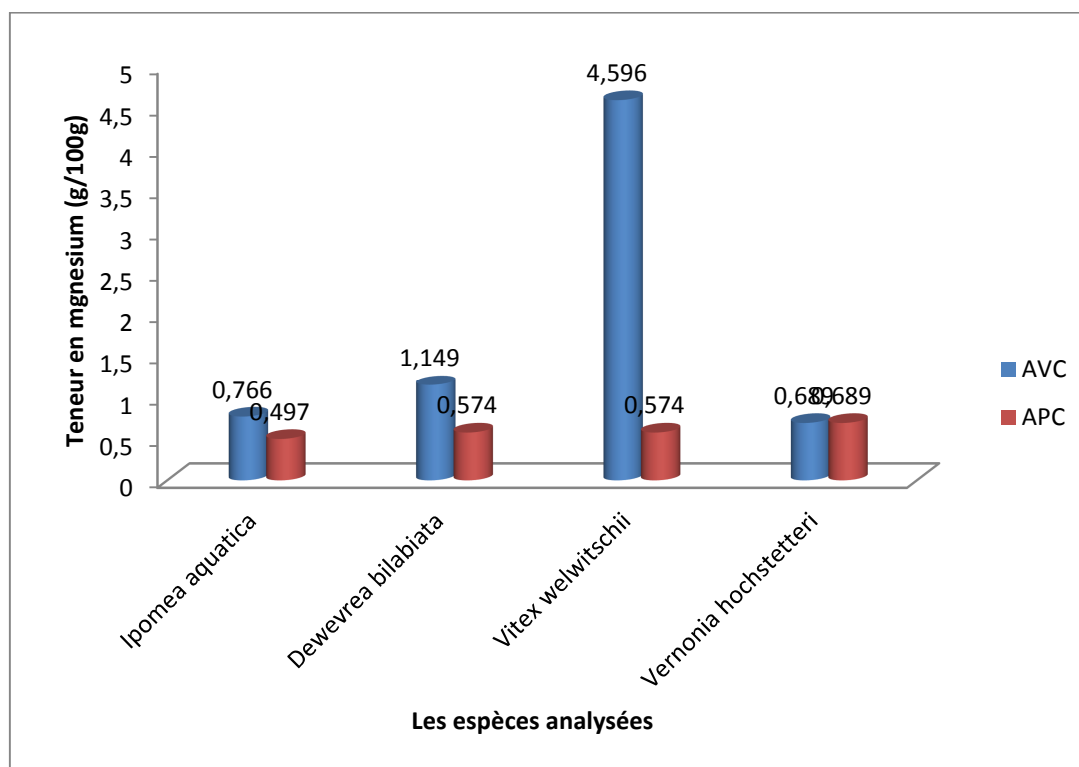


Figure 14: Teneur des espèces végétales analysées en magnésium (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de la figure 14 qu'avant la cuisson, la teneur en magnésium varie entre 0,369 gr/100 gr (*Vernonia hochstetteri*) et 4,596 gr/100 gr (*Vitex welwitschii*). Par contre, cette valeur varie de 0,383 gr/100 gr (*Vernonia hochstetteri*) à 0,574 gr/100 gr (*Dewevrea bilabiata* et *Vitex welwitschii*). En comparant nos données à celles de [35], nous constatons que les feuilles de *Vitex welwitschii* contiennent plus de magnésium avant et après cuisson que celles de *Sarcophrynium macrostachyum* (1,16 gr AVC et 0,102 gr /100 gr APC).

La figure 15 donne la teneur de différents échantillons des plantes analysées en phosphore.

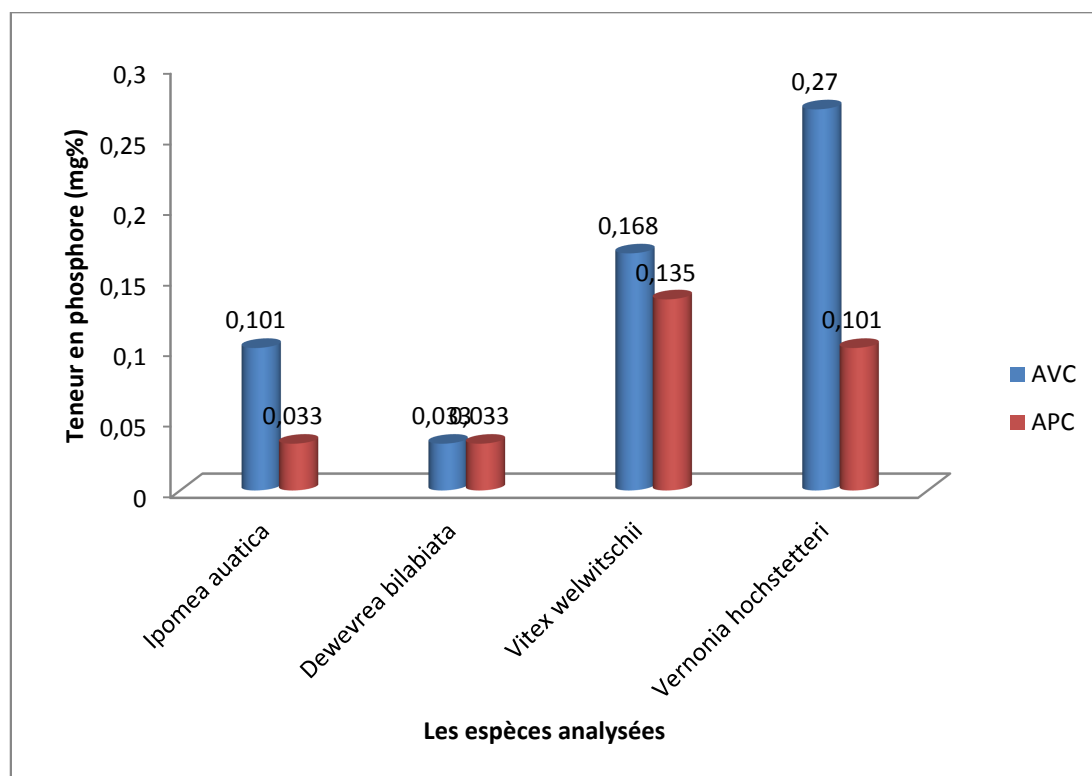


Figure 15: Teneur des espèces végétales analysées en phosphore (AVC : avant cuisson, APC : après cuisson).

Il ressort de cette figure que les feuilles de *Vernonia hochstetteri* et de *Vitex welwitschii* présentent des teneurs les plus élevées en phosphore par rapport aux autres plantes. Cette teneur varie pour toutes les plantes de 0,033 gr% (*Dewevrea bilabiata*) à 0,27 gr% (*Vernonia hochstetteri*) avant cuisson et de 0,033 gr% (*Ipomoea aquatica* et *Dewevrea bilabiata*) à 0,135 gr% (*Vitex welwitschii*) après cuisson. Selon [32], pour un adulte, le besoin en phosphore est de 750 mg/jour. Sur ce, nous constatons que les plantes alimentaires sauvages (PAS) étudiées sont moins riches en phosphore pour l'ossification du squelette car cela causera la perte de calcium. De ce fait, La population qui consomme abusivement ces aliments sans pour autant tenir compte de phosphore risque de subir une déminéralisation des os avec comme conséquences ostéoporose et ostéomalacie.

3.4 ANALYSE QUALITATIVE DES FACTEURS ANTINUTRITIONNELS

Le tableau 1 donne les résultats d'analyse qualitative des facteurs antinutritionnels dans les plantes sélectionnées.

Facteurs antinutritionnels	Plante							
	<i>Ipomoea aquatica</i>		<i>Dewevrea bilabiata</i>		<i>Vitex welwitschii</i>		<i>Vernonia hochstetteri</i>	
	AVC	APC	AVC	APC	AVC	APC	AVC	APC
Tannins	+/-	-	-	-	+/-	-	-	-
Stérols et terpènes	+	-	+	-	+	-	+	-
Alcaloïdes	-	-	+	-	-	-	+	-
Nitrites	+/-	-	-	-	+/-	-	+/-	-
Nitrates	+/-	-	-	-	-	-	+/-	-
Cyanures	-	-	+/-	-	-	-	-	-
Oxalates	-	-	-	-	-	-	-	-

(Légende : AVC : Avant cuisson ; APC : Après cuisson ; +/- : Trace ; + : Positif ; - : Négatif)

Il ressort de ce tableau que parmi les feuilles analysées à l'état cuit (100 °C pendant 45 minutes) aucune ne manifeste la présence de tannins, stérols et terpènes et alcaloïdes. Ces groupes indésirables dans l'alimentation sont heureusement détruits par la cuisson.

Nos résultats montrent aussi qu'il existe des nitrites dans les feuilles de *Ipomoea aquatica*, *Vitex welwitschii* et *Vernonia hochstetteri*, des nitrates dans les feuilles de *Ipomoea aquatica* et *Vernonia hochstetteri*, des cyanures dans les feuilles de *Dewevrea bilabiata* avant cuisson. L'absence de ces substances toxiques serait due à la cuisson comme l'on démontré d'autres travaux sur les PAS [36].

L'ensemble de nos résultats indique que ces légumes doivent être cuits avant la consommation. En effet, la consommation de légumes non cuits peut avoir des inconvénients sur le fonctionnement de l'organisme. Des études ont révélé que les légumes traditionnels contiennent des substances anti-nutritives telles que les acides cyanhydriques, les acides oxaliques, les alcaloïdes, les saponines, les cardénolides, etc. Ceux-ci peuvent présenter des risques pour la santé des consommateurs. En effet, il est bien établi que la présence d'acide oxalique dans les LF empêche l'absorption des ions calcium et se lie à celui-ci dans le sang en formant des calculs rénaux. Dans ce cas, la cuisson suivie de l'élimination de l'eau de cuisson les débarrasse partiellement ou totalement de leurs substances nocives [37].

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le but de la présente étude était d'évaluer la teneur de quatre plantes alimentaires sauvages (*Ipomoea aquatica*, *Dewevrea bilabiata*, *Vitex welwitschii* et *Vernonia hochstetteri*) en nutriments et de rechercher la présence des facteurs antinutritionnels.

Les résultats obtenus montrent que :

- ces plantes sont riches en protéines, lipides, calcium, magnésium, fer, phosphore et vitamines (A, B1, B2, B6 et C).
- la cuisson n'a pas d'effet sur le taux des protéines. Par contre, la teneur en lipides est sensiblement réduite par la cuisson.
- Ces plantes contiennent parfois aussi quelques substances toxiques/indésirables comme les alcaloïdes, tannins, stérols et terpènes, nitrates, nitrites et cyanures, mais ces substances sont éliminées par la cuisson. Elles ne contiennent pas toutes d'oxalates.

L'ensemble de ces résultats permet de justifier le bien-fondé de l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation humaine à Kisangani. Il est donc souhaitable que des études pharmaco-biologiques plus approfondies soient réalisées sur des modèles in vitro et/ou in vivo avec ces plantes en vue de valider scientifiquement leur contribution dans la prise en charge des maladies chroniques comme la drépanocytose et le diabète.

REFERENCES

- [1] P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua, D.S.T. Tshibangu. Les alicaments et la drépanocytose : une mini-revue. Comptes Rendus Chimie Vol. 19, no. 7, pp. 884-889, 2016.
- [2] P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua, D.S.T. Tshibangu. Les aliments médicaments ou alicaments et la drépanocytose. Colloque Panafricain-Pan-européen en « Chimie et Ressources Naturelles », Du 13 au 16 Avril 2015, Cotonou, République du Bénin.
- [3] F.C. Bukatuka, K.N. Ngombe, K.P. Mutwale, B.M. Moni, K.G. Makengo, L.A. Pambu, N.G. Bongo, M.P. Mbombo, M.D. Musuyu, U. Maloueki, K.N. Ngbolua, F.T. Mbemba. Bioactivity and nutritional values of some Dioscorea species traditionally used as medicinal foods in Bandundu, DR Congo. European Journal of Medicinal Plants Vol. 14, no. 1, pp. 1-11, 2016.
- [4] F. Mbemba. Aliments et denrées alimentaires traditionnels de Bandundu en R.D.Congo, éd. le Harmattan, Paris, 2013.
- [5] F. Mbemba, J. Remacle. Inventaire et composition des aliments et denrées alimentaires traditionnels du Kwango – Kwilu au Zaïre, Presse universitaire de Namur, Belgique, 1982.
- [6] République démocratique du Congo. Document de Stratégie de Croissance et de Réduction de la pauvreté (DSCR). 2006.
- [7] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.01, 2015.

- [8] J.A. Asimonyio, J.C. Ngabu, C.B. Lomba, C.M. Falanga, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 18, no. 2, pp. 241-251, 2015.
- [9] J.M. Tsongo, P. Sabongo, J.K. Kambale, B.T. Malombo, E.W. Katembo, P.K. Kavira, J.A. Asimonyio, P.M. Konga, K.N. Ngbolua. Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 21, no. 1, pp. 61-68, 2016.
- [10] J. Omatoko, H. Nshimba, J. Bogaert, J. Lejoly, R. Shutsha, J.P. Shaumba, J. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des peuplements sur sols argileux à *Pericopsis elata* et sableux à *Julbernardia seretii* dans la forêt de plaine de UMA en République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 13, no. 2, pp. 452-463, 2015.
- [11] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. *J. of Advanced Botany and Zoology*, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.02, 2015.
- [12] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Democratic Republic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. *Journal of Advanced Botany & Zoology*. V2I1. DOI: 10.15297/JABZ.V2I1.02, 2014.
- [13] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale, N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata, T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (District du Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo): Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). *Congo Sciences* Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.
- [14] J.K. Kambale, F.M. Feza, J.M. Tsongo, J.A. Asimonyio, S. Mapeta, H. Nshimba, B.Z. Gbolo, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 21, no. 1, pp. 51-60, 2016.
- [15] J.U. Thumitho, T.B. Mambo, C.C. Urom, J.C. Ngab'u, A.B. Kankonda, A.P. Ulyel, M.G. Ngemale, K.N. Ngbolua. Ecologie alimentaire de *Ichthyoborus besse congolensis* (Giltay, 1930 ;Teleostei: Distichodontidae) de rivière Biaro et son affluent Yoko dans la Réserve forestière de Yoko (RD Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 21, no. 2, pp. 330-341.
- [16] T.B. Mambo, J.U. Thumitho, E.L. Tambwe, C.M. Danadu, J.A. Asimonyio, A.B. Kankonda, J.A. Ulyel, C.M. Falanga, K.N. Ngbolua. Etude qualitative du régime alimentaire de *Hippopotamys psittacus* (Boulenger, 1897: Osteiglossiformes, Mormyridae) du fleuve Congo à Kisangani (RD Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 21, no. 2, pp. 321-329, 2016.
- [17] M. Nyakabwa. Flore urbaine de Kisangani. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo, 1976 & 1982.
- [18] E. Okangola, E. Solomo, W.B. Tchatchambe, M. Mate, A. Upoki, A. Dudu, Justin A. Asimonyio, G.N. Bongo, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Valeurs nutritionnelles des chenilles comestibles de la ville de Kisangani et ses environs (Province de la Tshopo, République Démocratique du Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 25, no. 1, pp. 278-286, 2016.
- [19] K.N. Ngbolua, J.A. Asimonyio, N. Ndrodza, B. Mambo, P. Bugenthoo, Y. Isangi, J.K. Mukirania, L. Ratsina, N.K. Ngombe, P.T. Mpiana. Valeur nutritive et teneur en acide cyanhydrique de huit espèces végétales consommées par *Okapia johnstoni* (Mammalia: Giraffidae) en République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 23, no. 2, pp. 419-427, 2016.
- [20] D. Fabert. La prodigieuse famille des vitamines, Nouveaux Horizons, Paris, 1964.
- [21] Z. Mvunzu. Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'extraction des protéines des feuilles de *Lisingo* (*Phytolacca dodecandra*) récoltées à Yangambi, Ann. de l'IFA Yangambi, Vol. 1, pp: 84-100, 1981.
- [22] F.V. Feigl, V. Anger. Spot tests in organic analysis, 7th ed. New York, Elsevier Publishing Company, New York, 1966.
- [23] F. Fritz. Spot tests in organic analysis, 7th ed. Elsevier Publishing Company, London, 1966.
- [24] K. Mabika. Plantes médicinales et médecine traditionnelle au Kasai-Occidental. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1983.
- [25] J. Bruneton. Pharmacognosie, Phytochimie des Plantes Médicinales. 3rd Edition, Revue et Augmentée, Tec & Doc, Paris, 1999.
- [26] N.V. Onyamboko, W.B. Tchatchambe. Contribution à l'analyse chimique comparative de deux légumes feuilles *Talinum triangulare* et *Cyphostemma adenocaulis*, Annales de la Faculté des Sciences Vol. 5, pp. 15-22, 1988.

- [27] W.B. Tchatchambe, N.V. Onyamboko, K. Etobo. Analyse comparative de deux légumes feuilles: *Cola bunelii* et *Peperomia pellucida*, Annales de la Faculté des Sciences Vol. 8, pp. 15-22, 1992.
- [28] G. Lannoy. Légumes: *In Agriculture en Afrique tropicale* (R.H. Raemaekers ed), DGI, Bruxelles, DGI, Bruxelles, 2001.
- [29] M. Jansens. Plantes racines et plantes tubercules. *In: Agriculture en Afrique tropicale* (R.H. Raemaekers ed), DGI, Bruxelles, 2001.
- [30] M. Apfelbaum. Diétique et nutrition, Masson, 6ème éd., Paris, 2004.
- [31] Chevalier L. Nutrition: principe et conseils, Masson, Paris, 2003.
- [32] J. Tremoliers. Nutrition-physiologie-comportement alimentaire, Dunod, Fercé sur Sarthe, France, 1973.
- [33] E. Solomo. Valeurs nutritionnelles et toxiques de quelques plantes alimentaires sauvages: *Aframomum laurentii* (De Wild et Th. Dur) K. Schum, *Amaranthus viridis* L. *Cola acuminata* var. rouge et jaune (P. Beauv.) Schott et Endl, *Carcinia kola* Heckel, *Gnetum africanum* Welw, *Pentadiplandra brazzeana* Baill, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Scorodophoeus zenkeri* Harms, *Solanum americanum* Miller et *Symefalum stipulatum* (Rallk) Eng. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 2007.
- [34] M. Kisoholo. Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle après cuisson de trois légumes consommés à Kisangani (*Amaranthus viridis*, *Gnetum africanum* et *Piper guineensis*), Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 2007.
- [35] B. Balekage. Contribution à l'étude nutritionnelle et chimique des cinq plantes consommés à Kisangani et ailleurs pour leurs valorisation: *Pteridium aquilinum*, *Sarcophrynium macrostachium*, *Xanthosoma sagittifolia*, *Phaseolis vulgaris* et *Cucurbita pepo*, Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani (République démocratique du Congo), 2007.
- [36] D.W. Ngabu. Contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de quatre légumes sauvages (*Solanum americanum*, *Thomatocus danielii*, *Laportea aestuans* et *vernonia amygdalina*). Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Kisangani (République démocratique du Congo), 2007.
- [37] A. Adjatin. Contribution à l'étude de la diversité des légumes-feuilles traditionnels consommés dans le département de l'Atacora au Togo. Mémoire de DEA, Université de Lomé (Togo), 2006.

Level of damage assessment of polypropylene pipes (PPR) subjected to burst pressure tests using static and unified damages and estimation of the remaining life

Abderrazak OUARDI¹, Fatima MAJID¹, Hicham FARID², and Mohamed EL GHORBA¹

¹Control and Mechanical Characterization of Materials and Structures laboratory , National Higher School of Electricity and Mechanics, BP 8118 Oasis, Hassan II University, Casablanca, Morocco

²Canada Research Chair on Atmospheric Icing Engineering of Power Networks (INGIVRE), University of Quebec in Chicoutimi Qc, Chicoutimi, Quebec, Canada

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The polypropylene copolymer (PPR) is a thermoplastic material widely used to transport hot and cold water under pressure. In operation, PPR pipes are sometimes subjected to accidental damages that may cause a reduction in residual resistance or even a complete fracture of the structure. Hence the need to characterize the behavior of virgin and defective PPR pipes under pressure to develop carefully a maintenance strategy to ensure a minimum cost with the maximum reliability. In this article and according to ASTM D1599, we conducted a set of real tests of bursting on virgin and notched pipes to assess the level of damage reaches mechanically and characterize the behavior pipes in PPR pipes. The experimental results allowed and identification of the three stages of development of damage namely: initiation, progression and sudden acceleration. The estimation of the damage degree by the model of static damage led to identify theoretically the three stages of the evolution of damage. Subsequently, a theoretical reassessment of the damage level was done through a judicious adaptation of the theoretical model proposed in unified theory of damage. Theoretical and experimental results showed a good agreement.

KEYWORDS: PPR pipes; mechanical characterization; burst test; static damage; unified damage.

1 INTRODUCTION

The use of plastics in the piping is well established because of low cost, light weight and excellent performance that can offer comparing to metallic pipes such as iron and copper. Have achieved a high level of penetration in different applications, ranging from water supply to gas distribution networks, from sanitary systems to sewage networks, the use of the plastic material does not cease to continue growing in a consistent manner with a rate of about 5-10% per year [1].

According to product specifications, PPR pipes can be used under a hydrostatic pressure of 20 bars and high temperatures up to 70 ° C continuously for 50 years [2]. Comparing with other polymers for the transport of hot and cold water under pressure, the PPR is the usually used polymer for hot and cold water for residential buildings, commercial complexes, offices and hotels due to its physical, chemical and mechanical performance and especially its low cost [3].

Several researchers have studied the behavior of PPR tubes. Litvinov Soliman and [2] have studied the failure modes and the effect of temperature on the time to failure of PPR pipes under hydrostatic pressure at different temperatures. Furthermore, authors did additional analyses to examine the influence of time and temperature of pressure tests on the intrinsic characteristics of PPR pipes such as crystallinity, melting temperature and the induction time of oxidation (ILO) by several techniques, among others, the wide angle X-ray diffraction (WAXD) and differential scanning calorimetry (DSC). Zgoul et al [3] evaluated the convenience of two types of thermoplastic pipes to transport domestic hot water and industrial by a comparative study of tubes PPR and PEX in terms of the melting temperature and the mechanical strength (tensile and under pressure). To do this, the authors used the differential scanning calorimetry (DSC), uni-axial tensile tests and hydrostatic

pressure. Geertz et al [4] have put under hydrostatic pressure pipes PPR for 3000 and 10000 hours, the goal was to study the influence of the internal pressure and temperature on the diffusion of the antioxidant (Irganox1010) by means of infrared spectroscopy (IR) and differential scanning calorimetry (DSC).

The damage can be defined as a deterioration of the mechanical and geometrical properties of structures subjected to physical and / or chemical stress. In order to quantify it, researchers have developed theoretical models. Miner [5] has proposed the first formulation of cumulative damage; it's a simple linear law according to the fraction of life. Later, Bui Quoc has developed the unified theory. Serving of assumptions of the loss of strength, he proposed a non-linear formulation of the damage called the unified damage [6].

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 GEOMETRY AND PIPES PREPARATION

Pipes made of PPR material with an external diameter of 90 mm and 15 mm of thickness were prepared according to ASTM D1599 [7]. Figure 1 shows pipe dimensions:

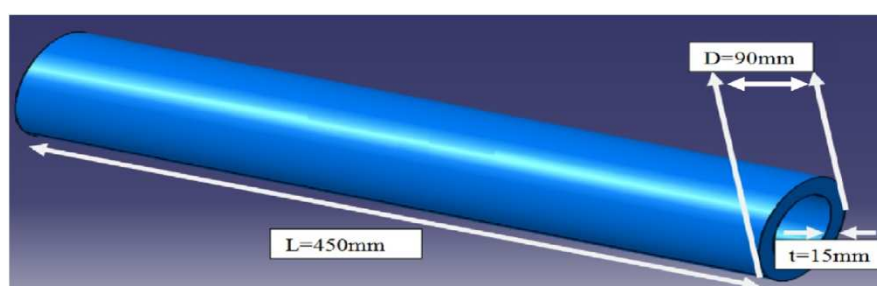


Fig. 1. Pipes dimensions

Eight pipes were notched using a universal milling machine with grooves of 6 mm width, lengths of 100 mm and depths ranging from 2.42 to 14.5 mm. The fraction of β life is defined as the ratio of the depth of the notch (a) to the total depth of the tube (t). The goal is to study the effect of the notch on the strength of PPR pipes under pressure. Figure 2 and Table 1 show the dimensions of the grooves performed.

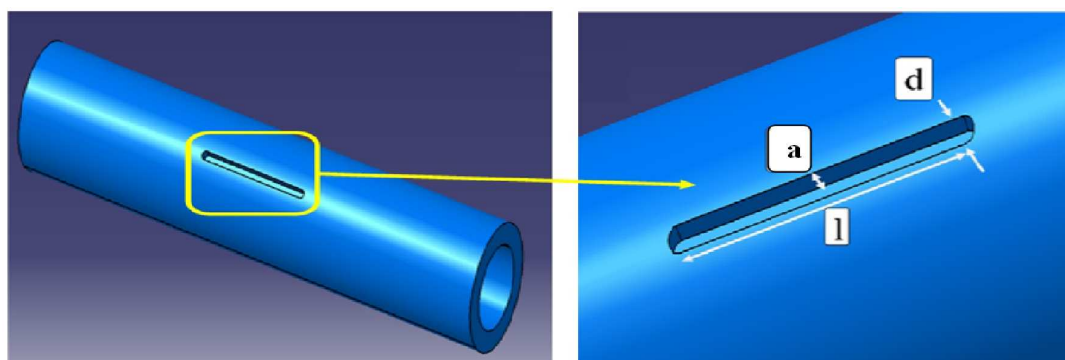


Fig. 2. Grooves dimensions

Table 1. Grooves performed dimensions

Number of pipe	d (mm)	l (mm)	$\beta=a/t$
Virgin	6	100	0
1	6	100	0,16
2	6	100	0,32
3	6	100	0,43
4	6	100	0,54
5	6	100	0,71
6	6	100	0,8
7	6	100	0,9
8	6	100	1

2.2 EQUIPMENTS AND EXPERIMENTAL PROTOCOL

2.2.1 EXPERIMENTAL DEVICE

The experimental device (Figure 3) consists of a tank filled with water to absorb damage of the burst, and a hydraulic pump for pressurizing and displaying the instantaneous pressure within the pipe.



Fig. 3. Experimental device

2.2.2 EXPERIMENTAL PROTOCOL

In order to prevent leakage giving bad results and to provide a pressure inside the tube, end-caps are attached to the ends of the pipes and strongly clamped by means of bolts; these ends are connected with the hydraulic pump through pressurizing pipes.

At room temperature, Pipes were immersed in the tank filled with water (Figure 4). Then, a pressure gradient is applied by the hydraulic pump up to burst. The purpose of this test is to determine the evolution of the residual ultimate pressure at failure according to the β fraction of life.



Fig. 4. Pipe immersed in the tank

2.3 RESULTS AND DISCUSSION

2.3.1 LOSS OF THE STRENGTH OF NOTCHED PPR PIPES UNDER PRESSURE

The variation of the ultimate pressure inside the pipes as a function of the fraction β of life is described in Figure 5.

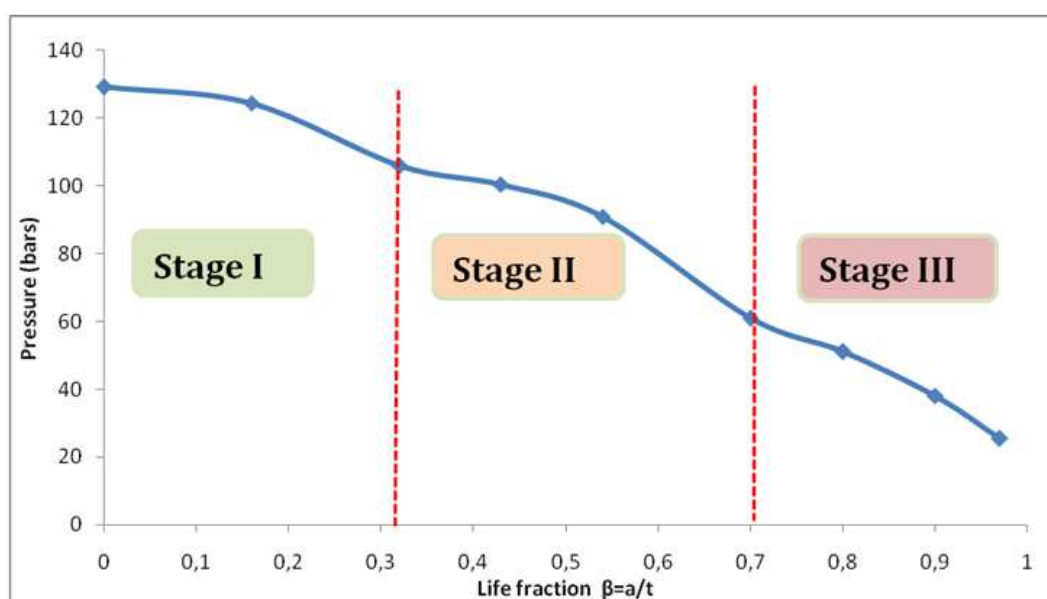


Fig. 5. Pressure evolution in function of the life fraction

Virgin tubes can withstand an ultimate pressure $P_u=129,3\text{bars}$. As much as the reduction of the thickness increases, residual ultimate pressures decrease in a gradual manner; this is explained by a loss of the strength of notched PPR pipes under pressure because of the increase in depth of the notch.

In addition, the curve shows the existence of three stages of the major variation in the residual pressures in function of the fraction of life of notched pipes, the first stage of initiation of damage corresponding to range of the reduction of thickness from 0 to 32%, the second stage dominates the range from 32 to 70% where the damage is increased. Beyond 70%

the curve reaches the third stage characterized by a sudden acceleration of the damage. The importance of these stages has resulted in the validation of the damage stages of development achieved by the static damage.

2.3.2 STATIC DAMAGE

Static damage D_s allows a quantification of the damage in function of the ultimate, critical residual forces [8]. By analogy, a static damage mathematical formulation based on pressure is given by the following equation:

$$D_s = \frac{1 - \frac{P_{ur}}{P_u}}{1 - \frac{P_a}{P_u}}$$

With:

P_u : Ultimate pressure at failure of the virgin pipe ($P_u=129,3\text{bars}$).

P_{ur} : Residual pressure at failure of notched pipes.

P_a : Critical pressure ($P_a=20\text{ bars}$)

The curve 6 illustrates the variation of the static damage depending on the β fraction of life. We note that the damage D_s gradually increases with the decrease of the effective thickness of the pipe, this is explained by a loss of mechanical properties caused by an increase of the depth of the notch. In fact, the evolution of the damage is divided into three stages. In the first stage ($0\% < \beta < 32\%$), the damage starts with zero and grows slowly (initiation of the damage). The second stage ($32\% < \beta < 70\%$) is characterized by an increase of the damage with the increase of the notch depth, from $\beta = 70\%$ begins the third stage, whose damage accelerates to have a value of 1 for a fully damaged pipe.

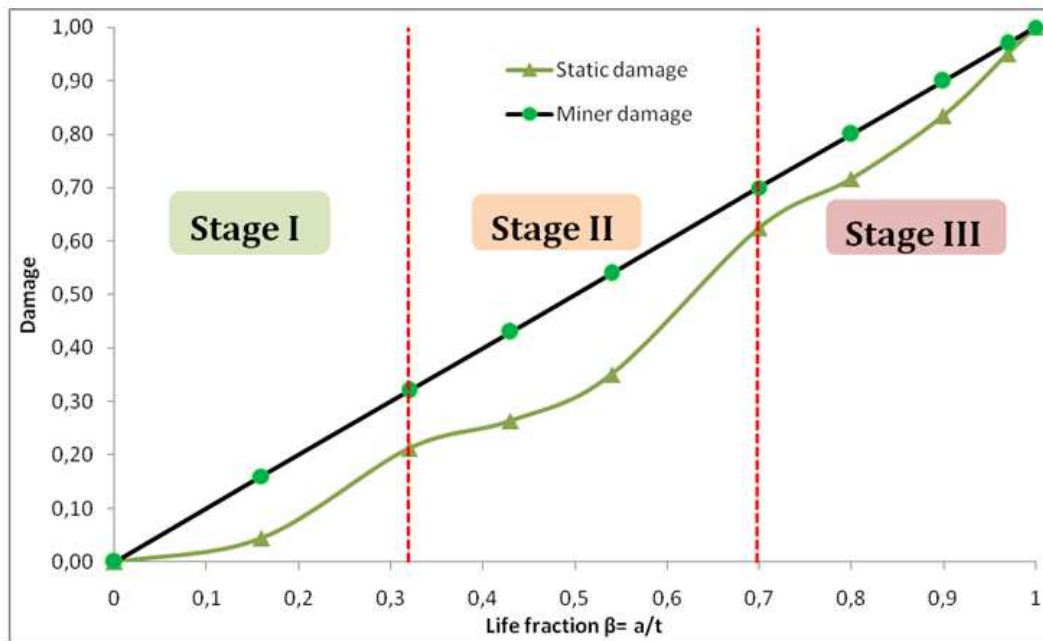


Fig. 6. Static damage variation in function of the life fraction

2.3.3 UNIFIED DAMAGE

By correlation to the expression of the unified damage proposed by Bui-Quoc, a relationship describing the evolution of the damage depending on the fraction of life and pressure is given by the next equation:

$$D_{unifid} = \frac{\beta}{\beta + (1 - \beta) \left[\frac{\gamma - (\frac{\gamma}{\gamma_u})^m}{\gamma - 1} \right]}$$

With:

β : Life fraction.

m : Empirical constant depending on material ($m=1$ for our case).

$\gamma_u = P_u/P_a$: Parameter reflecting the strength of the material in a virgin state.

$\gamma = P_{ur}/P_a$: Parameter characterizing the effect of the damage on the mechanical characteristics of the material.

The variation of the unified damage in function of the fraction life β is given in the figure 7.

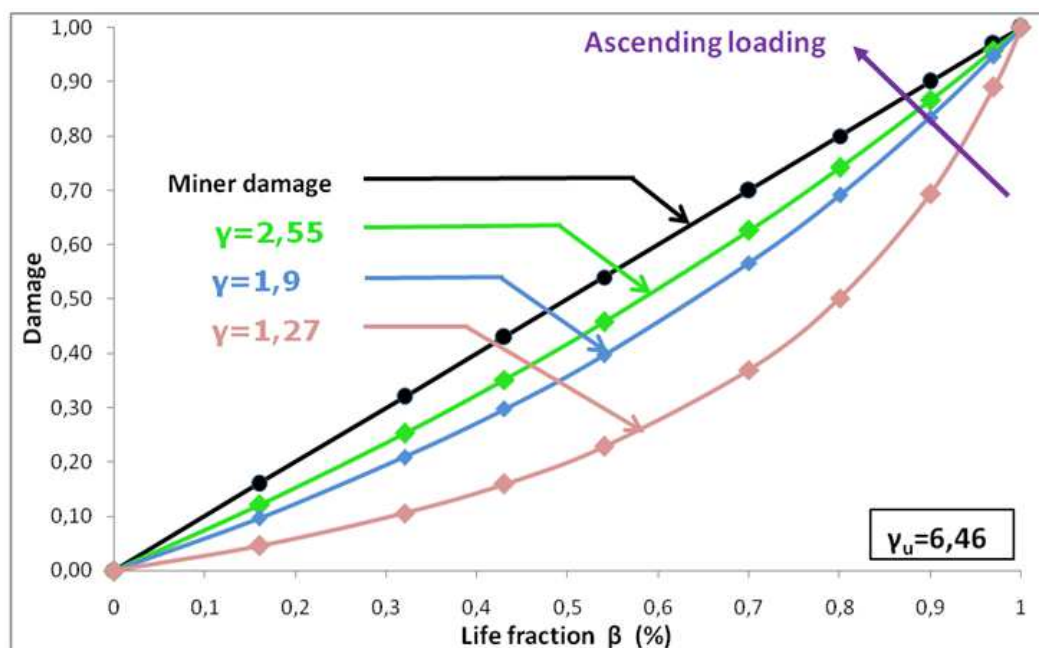


Fig. 7. Unified damage variation in function of the life fraction

The unified damage is indicated by a set of curves associated with a constant pressure ratio $\gamma_u = P_u/P_a$ ($P_u=129,3$ bars and $P_a=20$ bars) and a variable parameter $\gamma = P_{ur}/P_a$. Therefore, each curve is associated with a separate level of applied pressure. In the direction of increasing γ , the curves of the unified damage grow to linear tendency for high loading levels.

2.3.4 STATIC DAMAGE AND UNIFIED DAMAGE COMPARISON:

Static Figure 8 shows the variation of static and unified damages ($\gamma_u = 6,46$) and that proposed by Miner in function of the β fraction of life.

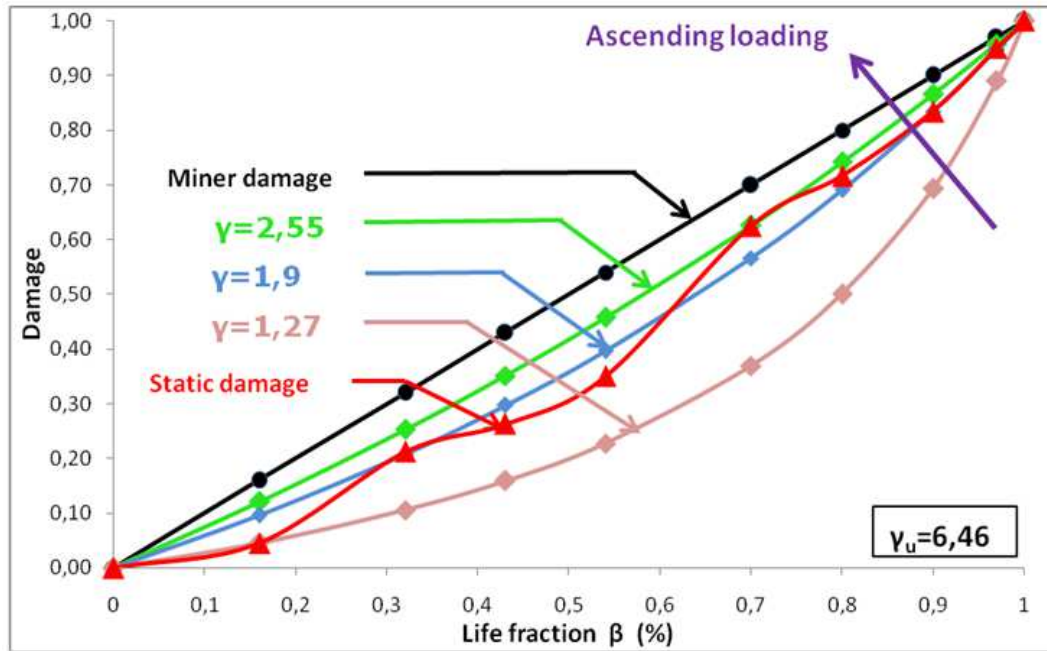


Fig. 8. Static, unified and Miner damages comparison

For low life fractions ($0\% < \beta < 16\%$), static damage and unified damage at a loading level $\gamma = 1.27$ is similar. With the increase of the fraction β of life, the curve of static damage approaches to the unified damage corresponding to the loading level $\gamma = 1.9$ until they superimpose at the end of Stage I. Then, in the beginning of stage II and up to a fraction of life β equal to 60%, the static damage is below the theoretical damage corresponding to $\gamma = 1.9$. Then it exceeds the curve of this loading level and overlaps in this time with the curve of the unified damage at a loading level $\gamma = 2.55$ at the end of stage II. In stage III curves of static damage and unified damage for $\gamma = 1.9$ return back similar again. Both graphs of the two types of damage remain below the damage given by Miner.

3 CONCLUSION

In this article, an investigation of the damage has been provided based on simple burst tests and easy to implement. This study provides both a mechanical characterization of virgin pipes of PPR material, and damage control of pipes made of the same material but with the type of notch as an external longitudinal grooves.

Results show that the notch caused a drop in residual bursting pressures of notched tubes comparing to those virgins. In addition, an increasing the depth of the notch leads to a drop in the residual pressure of notched pipes themselves.

The interest of using static damage is determining theoretically the three stages of development of damage (initiation, progression, and acceleration of the damage), these stages have shown good agreement with those obtained experimentally.

The comparison of the unified damages calculated for different load levels revealed that the loading level $\gamma = 1.9$ gives the best results with respect to the static damage, it seems most realistic to properly describe the progression of the damage of the tubes PPR with defects in the form of external longitudinal grooves.

For preventive maintenance, the quantification of the damage by static damage and unified damages helps maintenance department to implement a wise strategy to intervene at the right time in order to minimize the cost of interventions and maximize the reliability of the installation.

REFERENCES

- [1] S. Sahin and P. Yayla, "Effects of processing parameters on the mechanical properties of polypropylene random copolymer", *Polymer testing journal*, vol. 24, pp 101-102, 2005.
- [2] M. Litvinov, M. Soliman, "The effect of storage of polypropylene pipes under hydrostatic pressure and elevated temperatures on the morphology molecular mobility and failure behavior, *Polymer journal*", vol. 46, pp 3077–3089, 2005.
- [3] M. H. Zgoul and S. M. Habali, "An investigation into pipes as hot water transporters in domestic and industrial applications, *Jordan journal of mechanical and industrial engineering*", Vol. 2, no 4, ISSN 1995-6665, pp 191 – 200, 2008.
- [4] G. Geertz, R. Brull, J. Wieser, R. Maria, M. Wenzel, K. Engelsing, J. Wust, M. Bastian and M. Rudschuck , "Stabilizer diffusion in long-term pressure tested polypropylene pipes analyzed by IR microscopy", *Polymer Degradation and Stability journal*, Vol. 94, pp 1092-1102, 2009.
- [5] M. Miner M, "Cumulative damage in fatigue, *Journal of Applied Mechanics*", vol. 67, pp. A159–A164, 1945.
- [6] M. El Ghorba, "Evolution of the damage and the crack propagation under cyclic loading the A36 steel and aluminum 6351-T6", Master memory, Montreal University, Canada, 1985.
- [7] ASTM International D1599, 2009, "Standard Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings," *Annual Book of Standards*, Vol. 8.04, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [8] N. Mouhib, H. Ououmar, M. Lahlou, M. El Ghorba, "tensile test on a strand with 3 artificially damaged son and prediction of its life", 22th French Congress of Mechanics, Lyon, France 24-28 August 2015.

PRODUCTION COMPAREE DE L'ETHANOL PAR VOIE FERMENTAIRE DE QUELQUES SOURCES NATURELLES DE SUCRE EN PROVINCE DU SUD-KIVU

[COMPARATIVE PRODUCTION OF ETHANOL BY FERMENTATION OF SOME NATURAL SOURCES OF SUGAR IN THE SOUTHERN-KIVU PROVINCE]

Marcellin AMULI BISIMWA

Institut Supérieur Pédagogique d'Idjwi, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The theme of this article is "Comparative Production of ethanol through fermentation of a few natural sources of sugar Province of South Kivu." The high price of ethanol to the market making it unreachable product to the people dictated the choice of this theme. This work covered a period from December 2015 to February 2016 in the province of South Kivu. This was done methodologically by fermentation of different sources of sugar including pineapple, sugar cane, sorghum and sweet potato leaves. Fermentation was followed by distillation to find concentrated alcohol. It was noted that in addition to ethanol, the pineapple juice was too overloaded with other products (10.1% distillate / distillate volume) while the sweet potato leaves turn out to be the most appropriate (5.5% of distillate / distillate volume). Moreover, the sugarcane produced a better yield in alcohol (47.1%) while the sweet potato leaves produced in low percentage (15.2%).

KEYWORDS: Ethanol, fermentation, natural sources of sugar, Southern-Kivu province.

RESUME: Le thème de cet article est « Production comparée de l'éthanol par voie fermentaire de quelques sources naturelles de sucre en Province du Sud-Kivu ». Le prix élevé d'éthanol au marché rendant ce produit inaccessible à la population a dicté le choix de ce thème. Ce travail a couvert une période allant de Décembre 2015 à février 2016 en Province du Sud-Kivu. Il a été procédé méthodologiquement par une fermentation de différentes sources de sucre notamment l'ananas, la canne à sucre, le sorgho et les feuilles de patates douces. La fermentation a été suivie par des distillations afin de trouver de l'alcool concentré.

Il a été remarqué qu'outre l'éthanol, le jus d'ananas était trop surchargé en d'autres produits (10,1% de distillat/volume distillé) alors que les feuilles de patates douces s'avèrent être les mieux adaptées (5,5% de distillat/volume distillé). Par ailleurs, La canne à sucre a produit un meilleur rendement en alcool (47,1%) tandis que les feuilles de patate douce en a produit en faible pourcentage (15,2%).

MOTS-CLEFS: Ethanol, voie fermentaire, sources naturelles de sucre, Sud-Kivu.

1 INTRODUCTION

Sans aucun doute, que ce soit un souvenir agréable ou non, le mot alcool rappelle d'une façon ou l'autre, l'éthanol que contiennent les boissons alcoolisées. L'éthanol destiné à la consommation humaine est préparé par fermentation des sucres et des amidons (riz, pommes de terre, blé, froment, fleurs, fruits, certaines tiges...) tandis que l'alcool commercial non destiné à la boisson est synthétisé industriellement par hydratation de l'éthène (Vollhardt, C. et al., 1999).

L'intérêt de produire de l'éthanol vient du fait que c'est une substance énergétique stratégique et son utilisation couvre un champ étendu d'activités : l'asepsie(médecine), la recherche(biologie), d'intermédiaires chimiques(désinfection, solvants dans les parfums, dans les vernis et dans les gommes-laques, additifs de l'essence « gasohol ») (Vollhardt, C. et al., 1999), traitement des tissus, des produits de beauté, des cosmétiques, des produits pharmaceutiques, des détergents, des acides organiques(Kaidi et al, 2001) et même dans la vie courante (source d'énergie, boisson comme les spiritueux, assaisonnement des mets, lavage des légumes...) (Masumbuko, C. et al, 1989).

La production des boissons alcoolisées n'est pas une pratique récente. Dans la province du Sud-Kivu, le vincas (vin de cannes à sucre), le Kasiksi (vin de bananes), le Musululu (vin de maïs germés), le Libondo (vin de palme), le Kanyanga (produit par distillation de différentes sources de sucres), etc. sont de boissons alcoolisées. Ces dernières, outre l'éthanol, elles ne sont pourtant pas exemptes d'autres produits à l'instar du méthanol, des aldéhydes, des acides (Byamungu, N. et al. , 1998) ou des microorganismes (Birego, B. 2015 et Amuli, B. 2002). Cependant, force est de constater que l'approvisionnement de l'alcool éthylique sur le marché du Sud-Kivu en général et dans ses milieux ruraux en particulier, reste toujours une question d'actualité suite au prix élevé de ce produit en grande partie importé, frais liés au transport pour l'achat en ville, manque de matériels et laboratoire requis pour la production sur place.

De ce constat découle une question unique : comment peut-on obtenir de l'éthanol à partir de différentes sources de sucre afin de rendre ce produit accessible à nos populations?

La canne à sucre serait la meilleure source de sucre dans la production d'un meilleur rendement en alcool éthylique.

L'objet de cette étude est d'aller à l'encontre de l'idée et/ou de souci d'ivrognerie. L'objectif est de se concentrer sur les méthodes expérimentales et scientifiques pouvant permettre de valoriser nos produits locaux afin de produire à moindre coût de l'alcool commercialisable, par fermentation, accessible à nos populations pour diverses fins utiles.

Ainsi, la production locale à moindre coût de l'éthanol réduirait la dépendance économique de la RDC des pays importateurs.

2 METHODOLOGIE

2.1 SOURCES DE SUCRE

Le choix de ces sources a été dicté soit par l'importance de volume de jus soit par son faible coût au marché ou son accessibilité dans nos milieux.

- a. Ananas (*Ananas sativus*) : l'ananas appartient la famille des Broméliacées. On cultive de nombreuses variétés d'ananas dans les régions tropicales et subtropicales. Les ananas mûris sur pied sont doux et juteux. Ils contiennent une diastase, enzyme qui digère les protéines (Anonyme, 1970). Il contient 12% des glucides, 0,5% des protides, 0,5% des fibres et 0,2% des lipides. (MBEMBA, N. et coll., 1992)
- b. La canne à sucre (*Saccharum officinarum*) : elle appartient à la famille des Poacées. Les cannes à sucre donnent environ 15% d'eau. C'est une de plus importantes cultures de pays tropicaux (Anonymes, 1970). Son jus est riche en glucide (12,7%), pauvre en protides (0,4%), en lipides et en fibre qui y sont en traces (MBEMBA, N. et coll., 1992)
- c. Le sorgho (*Sorghum vulgare*) : originaire d'Afrique et d'Asie. Il est très répandu dans les régions trop chaudes et trop sèches. Il constitue une source d'alcool et d'amidon. Il en existe plusieurs variétés (plus de 400). Leur taille varie entre 60cm et 2m. les grains sont composés de 74% des glucides, 10,7% des protides, 3,2% des lipides et 2,4% des fibres.
- d. Feuilles de patates douces (*Ipomoea batatas* L.) : de la famille des convolvulacées. C'est une plante rampante dont les feuilles consommées rarement sont riches en fibres (2,2%), en glucide (11,3%), en protides (4,4%) et en lipides (0,6%) (Randouin, L., 1974 ; TANDU-UMBA, NFB, 2001).

2.2 OBTENTION DU JUS

- a. L'ananas : les fruit mûrs ont été lavés, épluchés, puis découpés en morceau. Les morceaux découpés étaient mélangés avec de l'eau pour ensuite subir l'ébullition.
- b. La canne à sucre : l'extraction du jus était facilitée par une machine broyeuse d'extraction artisanale à Bugarula (village de l'île d'Idjwi en RDC). Pour l'extraction, cette machine à 2 leviers, nécessitait la présence de 4 personnes pour la faire fonctionner. Ce jus est bouilli et puis filtré.

- c. Le sorgho : les grains étaient immergés dans l'eau (hydrolyse) pendant 3 jours et pré germés en vue de former des amylases. Après séchage et moulage, la farine obtenue était ensuite mise en suspension dans l'eau. (Ressources naturelles Canada, 2006 cité par Kacimi ; 2008)
- d. Les feuilles de patates douces : les feuilles sont broyées afin de briser les liaisons moléculaires dans le but d'augmenter l'interface et libérer du glucose. Il s'en suit un chauffage dans l'eau suivi de filtration de la solution (IFP, 2006 cité par M.M. KACIMI, 2008).

2.3 LA FERMENTATION

Il a été prélevé dans chacune des sources de sucre un échantillon de moût tiédi comme bouillon de culture pour l'ensemencement du volume total. La levure de boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*) a été utilisée à défaut de levures spécialisées. Après dissolution de la levure dans un petit échantillon de moût prélevé, le bouillon était alors mélangé à chaque volume total pour démarrer la fermentation.

De petits bidons (3 litres) étaient utilisés dans la conduite de fermentation avec des bouchons en liège perforés doublement pour recevoir un thermomètre et un tuyau en plastic débouchant dans un récipient contenant de l'eau pour l'échappement du CO₂. L'expérience était réalisée dans un local chauffé par des ampoules à incandescence de 100watts. La température du local variait entre 24 et 26°C. La fermentation était déclarée terminée quand le dégagement de bulles de gaz cessait.

2.4 DISTILLATION DE L'ETHANOL

Après la fermentation, il a été envisagé une distillation traditionnelle avec une colonne d'un mètre pour séparer l'éthanol d'autres constituants tels que le méthanol, les acides, les matières minérales, les sucres, les esters...

Cette étape était suivie d'une déshydratation par distillation successive en vue de recouvrer de l'alcool bien concentré.

2.5 DETERMINATION DU DEGRE ALCOOLIQUE

Le degré alcoolique était déterminé grâce à un appareil DMA4500M au laboratoire de l'Office congolais de contrôle (O.C.C). Il suffisait de :

- Nettoyer 2 ou 3 fois la cellule avec de l'eau distillée au moyen de la seringue ;
- Nettoyer tout au plus 2 fois avec le produit à analyser tout en gardant une petite quantité dans la seringue et de ce fait dans la cellule. La seringue reste attachée à la cellule.
- Appuyer sur le bouton "Start" pour commencer la lecture. Au bout de 2 minutes, la valeur de la teneur en alcool s'affiche sur l'écran

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

Afin de présenter une bonne interprétation, dans les calculs, le volume fermenté est uniformisé et autant que possible, au cours de l'expérience, la température de fermentation était maintenue presque constante.

Tableau I : caractéristiques physico-chimiques de la fermentation et de la distillation

Moût	T°C	Volume fermenté (ml)	Volume distillé (ml)	% distillat/vol. distillé
MAL	23,1	1500	1400	9,7
MALP	23,2	1000	900	10,1
MCL	23,5	1500	1400	5,6
MCLP	24,3	1000	900	6,8
MSG	24,0	1000	900	9,2
MSGP	22,8	1000	900	9,3
MFL	24,0	1500	1400	7,5
MFLP	23,5	1500	1400	7,1

LEGENDE

MAL : moût d'ananas fermenté par les levures.
MALP : moût d'ananas fermenté par les levures pré germées dans une solution de sucre
MCL : moût de canne à sucre fermenté par les levures
MCLP : moût de canne à sucre fermenté par les levures pré germées
MSGL : moût de sorgho germé fermenté par les levures
MSGLP : moût de sorgho germé fermenté par les levures pré germées
MFL : moût des feuilles de patates douces fermenté par les levures
MFLP : moût des feuilles de patates douces fermenté par les levures pré germées

Dans la suite, nous allons présenter les résultats obtenus lors de distillations fractionnées.

RÉSULTATS DE LA DISTILLATION FRACTIONNÉE

La figure suivante indique les différents pourcentages d'alcool après distillation fractionnée

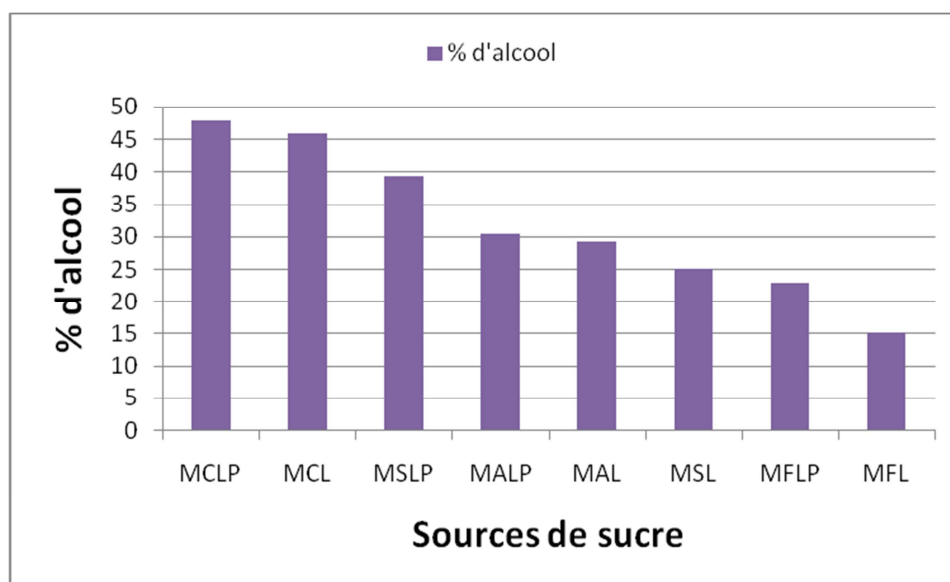


Figure n°1 : Résultats de la distillation fractionnée de l'éthanol

Il est à constater que MCLP a produit un rendement remarquable (47,8%), suivi de MCL (45,9%). Le MSLP (39,3%), de MALP (30,5%), de MAL (29,3%), de MSL (25,1%), de MFLP (23,0%) en ont également produit en bonne quantité. seul MFL (15,2%) semble s'écarter de la chaîne.

3.2 DISCUSSION

- La température de notre local de fermentation se situe dans la fourchette de 24 et 26°C. Généralement, la température optimum de compromis entre les nécessités biologiques lévuriennes(...) se situe entre 18 et 32°C. Au dessus de 40°C, les levures meurent ; à 35°C les risques d'arrêt fermentaire sont grands (ANONYME, Biochimie du vin, 1980).
- Le distillat comprend des valeurs entre 5,6 et 10,1% de distillat (alcool brut) par volume distillé. Pourtant pour la production d'éthanol, le moût fermenté doit contenir de 3 à 6% d'alcool. Ceci fait penser aux impuretés, contenues dans le distillat, de natures diverses (méthanol, aldéhydes, éther, acides, alcools divers, matières minérales, esters...). (BYAMUNGU et Al., 1998). Le méthanol est très toxique (il irrite les yeux, la peau, et les voies respiratoires pouvant aller jusqu'à bloquer le système nerveux central. Ce dernier se traduit par les maux de tête, la cécité suivie de la mort (www.fairesagnole.eu/page1/page66/methanol). Au Kenya, l'alcool frelaté avait tué 50 villageois parce que dans leur breuvage, il y avait 94,72% de méthanol (www.afrik.com/article8562html). Raison pour laquelle tous les produits

nécessitent des distillations répétées. Remarquons que les feuilles de Patates douces fournissent un pourcentage plus bas. Elles se rapprochent mieux de normes recommandées. Ces feuilles sont négligées dans les milieux d'Idjwi comme alimentation humaine. Ces feuilles représentent une biomasse lignocellulosique alors importante mais nécessitant au préalable une réaction d'hydrolyse afin que la cellulose et l'hémicellulose libèrent de sucres fermentescibles. Il est à noter que le jus d'ananas est trop surchargé en d'autres produits avec 10,1% de distillat par volume distillé.

- D'une manière globale, la teneur en éthanol se présente comme suit : MCLP>MCL>MSLP>MALP>MAL>MSL>MFLP>MFL. En tenant compte des levures pré germées ou non, les résultats se présentent de la manière ci-après : MCLP>MSLP>MALP>MFLP. Toutes les sources sélectionnées produisent de l'éthanol.
- Les plantes sucrières et amylacées ne sont pas les seules sources de sucres biologiques à partir desquelles l'éthanol peut être produit. Il existe de biomasses lignocellulosiques comme les feuilles de patates douces, etc. qui sont des matières premières faisant appel à des procédés de fabrication différentes (CETC, 2006).
- Etant donné que les feuilles de patates douces présentent un faible intérêt et/ou une faible valeur marchande sur le plan de l'alimentation et économique de nos populations du Sud-Kivu, elles sont donc un matériel de choix compte tenu de sa non compétition sur le marché des denrées alimentaires humaines.
- Les fermentations avec les levures germées au préalable étaient bien accélérées et avaient donné, dans tous les cas, un meilleur rendement.

En effet, la raison en est que, les ferments sont inoculés en phase exponentielle de croissance, c.à.d. au moment où les levures sont au maximum de leurs capacités métaboliques et produisent également des amylases (BYAMUNGU, 1998).

Au demeurant, la canne à sucre, l'ananas et le sorgho produisent une bonne quantité d'alcool. Cela pourrait être dû probablement à leur teneur bien élevée en sucres (RANDOUIN, L, 1974).

Néanmoins, pour des sources de sucres comme le sorgho, les feuilles de patates douces, il serait mieux d'économiser du sucre en prévision de 10% ou 12% d'alcool potentiel en ajoutant progressivement et respectivement dans le moût 182g ou 225g de sucre par litre de moût (AMULI, 2002).

Par ailleurs, le secteur de bioénergie d'origine agricole et forestière est un moyen de lutte contre la pauvreté et la faim(...) et améliorerait la sécurité alimentaire de populations les plus démunies (FAO, 2005 cité par Kacimi, 2008).

Partant de ces résultats, il est donc possible de produire localement de l'éthanol dans le but d'amoindrir le coût et ainsi donc contribuer à l'accès de ce produit par une plus grande partie de la population du Sud-Kivu plus particulièrement celle de milieux ruraux.

4 CONCLUSION

La présente étude a voulu répondre à la question de savoir « comment peut-on obtenir de l'éthanol à partir de différentes sources de sucre afin de rendre ce produit accessible à nos populations? »

Afin de répondre à cette question, nous avons procédé par la fermentation de différentes sources de sucre avec de la levure de boulanger. La fermentation a été suivie de la distillation au laboratoire de l'office congolaise de contrôle. Des résultats obtenus, il s'est avéré que la canne à sucre est une meilleure source de production d'alcool éthylique (47,1%) alors que les feuilles de patates douces en fournissent 15,2%.

Du point de vue charge organique, le jus d'ananas porte trop de produits organiques (10,1% de distillation/ volume distillé pendant que les feuilles de patates douces en portent peu 5,5% de distillat/ volume distillée). Cette dernière est la mieux adaptée. Au Sud Kivu, l'utilisation de feuilles de patates douces dans la production d'éthanol pourrait constituer une nouvelle ouverture de développement.

Ce travail est une esquisse qui nécessite d'être poursuivi en vue de répondre parfaitement à ce besoin dans nos milieux. D'autres chercheurs soucieux de leurs pairs pourront sélectionner de nouvelles sources ou ces mêmes sources en utilisant d'autres ferments que la levure de boulanger afin de quantifier la production d'éthanol.

Les résultats pourraient ainsi être bénéfiques à nos populations et le prix d'achat leur serait abordable (pharmacie commerciale et familiale, dispensaires, pharmacie scolaire...)

REFERENCES

- [1] AMULI, B., 2002. *Contribution à l'étude de la fabrication du vin de mandarines (Citrus reticulata)*, inédit, ISP/Bukavu
- [2] ANONYME, 1970. *Le grand livre des plantes*, Edition des deux coqs d'or, Paris
- [3] ANONYME, 1980. *Biochimie de vin*. Edition française, France.
- [4] BANGAWABO, M., 1990. *Contribution à la production de l'alcool éthylique à base des produits locaux, Monographie*. Inédit, ISP/Bukavu
- [5] BYAMUNGU, N. et KAHINDO, M, 1998. *Evaluation comparative de production de l'alcool éthylique par fermentation de différentes sources naturelles de sucre dans la région du Sud-Kivu*. Cahiers du CERUKI « Spécial mélanges-KAUSA », RDC p53-60
- [6] CENTRE DE LA TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE DE CANMET (2006). Conversion biochimique de l'éthanol ou l' « essence verte ». http://www.canren.gc.ca/tech_appl/index_f.asp?CaID=2&PgID=251, fichier pdf, 2 p. Site internet consulté le 15 septembre 2016.
- [7] KACIMI, M.M, 2008, *analyse du secteur de l'éthanol selon les principes du développement durable*, mémoire. Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- [8] MASUMBUKO, N. et al. 1989. *Etude comparée de la fermentation alcoolique à base des produits locaux, Monographie*, inédit, ISP/ Bukavu
- [9] RANDOUIN, L., 1971. *Les alcools*. Collection Que sais-je ? Edition PUF, Paris
- [10] TIMI-TIMI, M.M., et Al., 1992. *Inventaire et composition chimique des aliments et denrées alimentaires traditionnels du Kwango-Kwilu*. Presses universitaires de Namur, France
- [11] VOLLHARDT, C. et SCHORE, N.E, 1999. *Traité de chimie organique*, Edition De Boeck Université, Paris-Bruxelles
- [12] www.afrik.com/article8562.html Dossier Boisson d'Afrique par Habibou Bangré consulté le 1^{er} Octobre 2016
- [13] www.fairesagnole.eu/page1/page66/methanol consulté le 08 août 2016.

